

30

ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES



Melilla, 7 a 9 de septiembre de 2022

CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA EN MELILLA

ORGANIZAN



COLABORAN



30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural

Benarroch Benarroch, Alicia (editora)

Melilla, 2022

Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones

Nº de páginas: 1469

21 x 29,7 cm

Índice general: pp. 9-25

Índice de autores: pp. 27-33

ISBN: 978-84-338-7039-1 (edición electrónica)

**30 Encuentros Internacionales de
Didáctica de las Ciencias Experimentales**

Melilla, 7, 8 y 9 de septiembre de 2022

Alicia Benarroch Benarroch

(editora)

Comité Organizador

Coordinadora

Dra. Alicia Benarroch Benarroch, *Universidad de Granada (España)*

Vocales

Dr. Sergio David Barón López, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Francisco Javier Carrillo Rosúa, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Agustín Cervantes Madrid, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Gracia Fernández Ferrer, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Alicia Fernández Oliveras, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Araceli García Yegüas, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Verónica Guilarte Moreno, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Francisco González García, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Pilar Jiménez Tejada, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Francisco Javier Perales Palacios, *Universidad de Granada (España)*

Dra. Sila Pla Pueyo, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Rodríguez Serrano, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María del Carmen Romero López, *Universidad de Granada (España)*

Dr. Luis Ruíz Rodríguez, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Ángeles Sánchez Guadix, *Universidad de Granada (España)*

Dra. María Mercedes Vázquez Vílchez, *Universidad de Granada (España)*

Dr. José Miguel Vílchez González, *Universidad de Granada (España)*

Comité Científico

- Dr. Alfonso Pontes Pedrajas**, *Universidad de Córdoba (España)*
Dra. Alicia Benarroch Benarroch, *Universidad de Granada (España)*
Dra. Ana María Criado García-Legaz, *Universidad de Sevilla (España)*
Dra. Ana Dumrauf, *Universidad Nacional de La Plata (Argentina)*
Dra. Ana María Abril Gallego, *Universidad de Jaén (España)*
Dra. Ana Rivero García, *Universidad de Sevilla (España)*
Dr. Ángel Ezquerro Martínez, *Universidad Complutense de Madrid (España)*
Dr. Ángel Blanco López, *Universidad de Málaga (España)*
Dr. Ángel Luis Cortés Gracia, *Universidad de Zaragoza (España)*
Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal, *Universidad de Málaga (España)*
Dr. Bartolomé Vázquez Bernal, *Universidad de Huelva (España)*
Dra. Conxita Márquez Bargalló, *Universidad Autónoma de Barcelona (España)*
Dra. Cristina Vallés Rapp, *Universidad de Valladolid (España)*
Dr. David Aguilera Morales, *Universidad Isabel I de Burgos (España)*
Dr. Eduardo Ravanal Moreno, *Universidad de Santo Tomás (Chile)*
Dra. Fátima Paixão, *Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal)*
Dra. Florentina Cañada Cañada, *Universidad de Extremadura (España)*
Dr. Jenaro Guisasola Aranzabal, *Universidad del País Vasco (España)*
Dr. Joao Batista Siqueira, *Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Brasil)*
Dr. John Jairo Briceño, *Universidad Antonio Nariño (Colombia)*
Dr. José Cantó Doménech, *Universidad de Valencia (España)*
Dr. José Manuel Domínguez Castiñeiras, *Universidad de Santiago de Compostela (España)*
Dr. José María Oliva Martínez, *Universidad de Cádiz (España)*
Dr. José Ramón Díez López, *Universidad del País Vasco (España)*
Dr. Juan Carlos Rivadulla López, *Universidad Da Coruña (España)*
Dr. Manuel Mora Márquez, *Universidad de Córdoba (España)*
Dra. María Mercedes Martínez Aznar, *Universidad Complutense de Madrid (España)*
Dra. María Rut Jiménez Liso, *Universidad de Almería (España)*
Dr. Pedro Rocha dos Reis, *Universidad de Lisboa (Portugal)*
Dr. Rafael López Gay, *Universidad de Almería (España)*
Dr. Roque Jiménez Pérez, *Universidad de Huelva (España)*
Dra. Silvina Cordero, *Universidad de Buenos Aires (Argentina)*
Dra. Susana García Barros, *Universidad da Coruña (España)*
Dr. Valentín Gavidia Catalán, *Universidad de Valencia (España)*

Presentación

Los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales arrancan en 1980 con la primera edición en la ciudad de Granada. Desde entonces, han recorrido una gran extensión de la geografía española, incluso repitiendo en algunas ciudades, como Huelva, Málaga, Almería, Badajoz y A Coruña.

Melilla, esa ciudad española y africana desconocida por muchos, anhelaba llegar a ser también anfitriona de tan importante evento. Y este deseo se ha visto cumplido con la edición número 30, celebrada del 7 al 9 de septiembre de 2022, bajo el lema “La enseñanza de las ciencias en un entorno multicultural”. Con ello, los Encuentros se estrenan en otro continente.

Esta aventura no ha sido fácil. Dio comienzo con una candidatura presentada en la Asamblea Anual de la Asociación de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) celebrada en 2018, durante los 28 Encuentros de A Coruña. Con una enorme satisfacción, aceptamos el acuerdo de que Melilla fuera finalmente la sede de la edición del 2022, pues ello suponía que la Universidad de Granada, ahora en su campus de Melilla, volvía a ser, 30 ediciones y 42 años después, la universidad anfitriona de los Encuentros.

Desde esa euforia inicial hasta la celebración de estos Encuentros, han transcurrido cuatro años y, sobre todo, una pandemia mundial con consecuencias nefastas en todo el planeta. La gran pregunta que nos ha mantenido en vilo ha sido si podríamos llegar a realizar un encuentro presencial. De hecho, ya teníamos los antecedentes de los 29 Encuentros de Córdoba que finalmente tuvieron que realizarse virtualmente. Por ello, se tomó la decisión de adoptar un formato dual, lo que implica duplicar los esfuerzos para que sean del agrado tanto de los asistentes presenciales como de los virtuales. Otra primicia de estos Encuentros.

Una ventaja de este formato dual es que permitía reforzar el carácter internacional de los Encuentros. Para ello, se amplió el comité científico con investigadores relevantes extranjeros y se alimentaron las redes sociales para atraer a participantes de otras latitudes. El propio nombre de los “30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales”, recoge este objetivo. Tercera primicia de estos Encuentros.

Las Actas de los 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales, que aquí recogemos, muestran que el objetivo por el que se iniciaron estos Encuentros, crear un foro de debate y reflexión sobre la enseñanza de las ciencias, está más vivo que nunca. Y ello no solo por el número de trabajos presentados (entre los distintos formatos de participación - comunicaciones orales y pósteres, simposios y workshops-, se compendian 213 participaciones), sino también por la calidad de los mismos y el aumento de los grupos y proyectos de investigación e innovación que se extienden por todo el estado español y países latinoamericanos.

La organización de estos Encuentros ha recaído en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y en la Asociación de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Han estado precedidos por la sexta escuela de doctorado, que se ha celebrado los días 5 y 6 de septiembre de forma presencial también en la ciudad de Melilla.

Todo ello no hubiera sido posible sin la ayuda de los patrocinadores:

- La Universidad de Granada, a través del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia;
- La Ciudad Autónoma de Melilla, a través del Patronato de Turismo;
- La Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla; y
- El Grupo Editorial Anaya.

Asimismo, además de participantes, los siguientes proyectos de investigación han contribuido a financiar los Encuentros:

- El proyecto EduC3: La competencia de cambio climático y el aprendizaje intergeneracional.
- Identificación de contextos científicos en la sociedad. Herramientas para docentes y ciudadanos.
- MOST: alfabetización científica y educación para la sostenibilidad a través de Proyectos de Escuela Abierta.
- La narración como eje para integrar STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua: el modelo SeLFiE.
- Cinemática a través de Alicia en el País de las Maravillas.
- Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias.

En nombre de nuestra Universidad y de nuestro Departamento, damos las gracias a las entidades colaboradoras en estos encuentros, y, sobre todo, a todas y todos los que han contribuido con aportaciones y trabajos. Sin ellos, sería imposible realizar esta publicación.

Índice General

LÍNEA 1. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

COMUNICACIONES

¿Debe intervenir la ciencia en nuestra vida cotidiana? Reflexiones de futuros docentes de Educación Primaria. <i>Marta Reina, Beatriz Pérez-Bueno, Marta Ceballos, José Eduardo Vilchez, José Miguel Vilchez-González, Remo Fernández Carro, Federico Agen, Rafael Campillos Ladero, Sergio Marín Espinosa, Sonia Pamplona, Ángel Ezquerra</i>	35
¿Qué criterios utilizan un conjunto de estudiantes de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) para valorar información sobre ciencia de Internet? <i>Daniel Valverde-Crespo, Antonio de Pro-Bueno</i>	41
¿Qué elementos de naturaleza de la ciencia podría aprender nuestro alumnado con fenómenos meteorológicos extremos? <i>M. Eugenia Seoane, Ileana M. Greca, Irene Arriasecq, Agustín Adúriz-Bravo</i>	47
¿Qué opinan los responsables políticos sobre la gestión del agua en Melilla? Implicaciones para la enseñanza de la ciudadanía. <i>Alejandra Ramírez-Segado, María Rodríguez-Serrano, Alicia Benarroch</i>	53
¿Tienen los docentes en formación distinta percepción sobre pseudociencias y supersticiones que la población general? <i>José Miguel Vilchez-González, José Eduardo Vilchez, Remo Fernández Carro</i>	59
Cambio Climático: retos y problemas en la Formación del Profesorado de Educación Secundaria. <i>Verónica Guilarte, Adrián López-Quirós</i>	65
Concepciones sobre la relación entre el género y la ciencia de formadores de formadores sensibles al género. <i>Pamela Palomera-Rojas, Alejandra Meneses, Carolina Martínez-Galaz</i>	73
Cultura del agua en los libros de texto. <i>Alicia Benarroch, Alejandra Ramírez-Segado, María Rodríguez-Serrano</i>	79
Divulgación de la Geología; despertar y acompañar vocaciones desde una perspectiva de género. <i>Manuela Chamizo Borreguero, Ana Ruíz Constán, Blanca Martínez García, Concepción Fernández Leyva</i>	85
El póster denuncia como estrategia para incorporar el desperdicio alimentario en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. <i>Tatiana Pina, Adriana Antón-Peset, María Calero, Anna R. Esteve, María Ángeles Fernández-Zamudio, Olga Mayoral</i>	91
Elementos de Naturaleza de la Ciencia en las noticias sobre las vacunas y la vacunación de la COVID-19. <i>Francisco José González García, Enrique España Ramos, Aurelio Cabello Garrido, Ángel Blanco López</i>	97
Evolución de la identidad STEM de estudiantes universitarias en un programa de voluntariado. <i>Carme Grimalt-Álvaro, Digna Couso</i>	103
Imagen de la ciencia desde una perspectiva de género en estudiantes de ciclos formativos. <i>Agustina Torres-Prioris, Carolina Martín-Gámez, Alicia Fernández-Oliveras</i>	109
Influencia del conocimiento y la preocupación ambiental en la conducta y la toma de decisiones pro-ambientales. <i>Gloria Rodríguez-Loinaz, Álvaro Antón, José María Etxabe</i>	115
Introducir la perspectiva de género desde un enfoque multicultural. Una propuesta para el aula de secundaria. <i>Jorge J. Pérez-Maceira, Blanca Puig</i>	121

La cultura hídrica en los referentes curriculares colombianos. <i>Freddy Enrique Castro Velásquez</i> ..	127
La enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la formación bilingüe en Educación Primaria en países de habla castellana. Una revisión sistemática. <i>Ignacio Hierro Marín, María del Carmen Romero López</i>	133
La importancia de la alfabetización informacional en la enseñanza de las Ciencias. <i>Mercedes Varela-Losada, María A. Lorenzo-Rial, Nuria Castiñeira-Rodríguez, Uxío Pérez Rodríguez, Pedro Vega-Marcote</i>	139
La Nueva Cultura del Agua en la Ciudadanía Melillense. <i>María Rodríguez-Serrano, Alicia Benarroch Benarroch, Alejandra Ramírez Segado</i>	145
La problemática de las especies invasoras desde el ámbito educativo. <i>Ana Ruiz-Navarro, Francisco Díaz Tárraga, Patricia Esteve Guirao</i>	151
Los estadios de consciencia del alumnado al elegir un problema sociocientífico. <i>Márcia Gorette Lima da Silva, Anna Marbà Tallada, Conxita Márquez Bargalló</i>	157
Mapeo de la controversia sobre el consumo de carne con estudiantes de Secundaria. <i>Isabel María Cruz Lorite, Daniel Cebrián Robles, Paloma España Naveira, Aurelio Cabello Garrido, Enrique España Ramos</i>	165
Mapeando la controversia de los cuidados en la ciudad. Visión sobre su complejidad. <i>Paloma España Naveira, Enrique España Ramos, Isabel María Cruz Lorite, Aurelio Cabello Garrido</i>	173
Preservice Primary Teachers' argumentative skills during their participation in a role play on nuclear energy. <i>Isabel María Cruz Lorite, Maria Evagorou, Daniel Cebrián Robles, María del Carmen Acebal Expósito</i>	179
Propuestas didácticas para la incorporación de los ODS en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria. <i>María Calero Llinares, José Cantó Doménech, Olga Mayoral García-Berlanga, Tatiana Pina Desfilis, M. Àngels Ull Solís, Amparo Vilches Peña</i>	185
Propuestas para generar Conciencia Ambiental en los alumnos de Educación Primaria e Infantil. <i>Sandra Laso Salvador, Mercedes Ruiz Pastrana</i>	191
Reflexiones CTSA para incentivar el desarrollo del pensamiento crítico en torno al consumo de Tartrazina. <i>Valeria Carmona Alzate, Laura Camila Sossa Agudelo, Sara Cristina Zuluaga Gómez, James Stevan Arango Ramirez</i>	197
Tensiones al diseñar e implementar secuencias de enseñanza –aprendizaje en Ciencias para la Ciudadanía por futuros profesores de Biología y Química. <i>Edith Herrera San Martín</i>	203
Un programa formativo sobre las vacunas frente a la COVID-19 para la acción responsable. <i>Noela Rodríguez-Losada, Blanca Puig Mauriz</i>	209
El problema de la generación de residuos en los libros de texto de ESO. <i>M^a Ángeles García-Fortes, Patricia Esteve-Guirao, Isabel Banos-González</i>	215
Presentación del Cuestionario Hábitos de Ingesta Alimentaria (CHIA). <i>Ligia Isabel Estrada Vidal, Marcia Eugenio-Gozalbo</i>	221

SIMPOSIOS

1. EL PROFESORADO ANTE EL RETO DE DESARROLLAR COMPETENCIAS EN SALUD ENTRE SU ALUMNADO	
<i>Valentín Gavidia (coord.)</i>	231
El concepto de salud en las aulas aragonesas de Educación Infantil y Primaria. <i>Adrián Ponz-Miranda, Beatriz Carrasquer-Álvarez, Rafael Royo-Torres</i>	233
Educación para la Salud: La Educación Alimentaria y Nutricional a través del Aprendizaje Cooperativo. <i>Lourdes Franco-Reynolds, Alejandro De la Hoz, María José Benavente, Susana Sánchez, Javier Cubero</i>	241

Las competencias en salud en la formación permanente del profesorado de la Comunidad Valenciana. <i>Sandra Pilar Tierno, Natalia Mallo-Faure</i>	247
Diseño, implementación y primeros resultados de un curso de formación en Salud Ambiental para el profesorado en activo. <i>Nuria Álvaro Mora, Olga Mayoral García-Berlanga, Valentín Gavidia Catalán</i>	255
2. EDUCACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO: RETOS Y OPORTUNIDADES DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES	
<i>Camilo Ruiz (coord.)</i>	263
A whole school approach towards sustainability: analysis of the school program “recreos residuos cero” (zero waste recess). <i>Anne-Marie Ballegeer, Enzo Ferrari Lagos, Álvaro Lozano Murciego, Camilo Ruiz Méndez</i>	265
Ciencia con consecuencia: la escuela y los maestros como fuente de cultura y vocaciones científicas. <i>Esther Paños Martínez, José Luis Gómez Ramos, Vanessa Ortega Quevedo, Beatriz Fernández Duque, Cristina Moya López, María Antonia López Luengo, Cristina Vallés Rapp, Cristina Gil Puente, Isabel López Cirugeda, Raquel Sánchez Ruiz, José Reyes Ruiz Gallardo</i>	271
Matemáticas para entender cómo enseñar el cambio climático a los futuros maestros. ¿Es suficiente con enseñar conocimientos? <i>Miguel Ángel Fuertes-Prieto, Enzo Ferrari-Lagos, Santiago Andrés-Sánchez, Diego Corrochano, Anne-Marie Ballegeer, María Laura Delgado-Martín, Pablo Herrero-Teijón, Camilo Ruiz</i>	277
Presentación del Cuestionario Actitud hacia la Agricultura Sostenible (CAAS). <i>Marcia Eugenio-Gozalbo, Ligia Isabel Estrada Vidal</i>	283
Una intervención didáctica sobre Cambio Climático y Sostenibilidad dirigida a alumnado y profesorado de Secundaria, en el marco de los ODS. <i>Raquel de Rivas Verdes-Montenegro, Amparo Vilches Peña, Olga Mayoral García-Berlanga</i>	289

WORKSHOPS

El proyecto EduC3: La competencia de Cambio Climático (C3) y el aprendizaje intergeneracional. <i>Camilo Ruiz, José Reyes, Beatriz García Fernández, Antonio Mateos Jiménez, Esther Paños Martínez, María Antonia López, Laura Delgado, Santiago Andrés, Diego Corrochano, Anne Marie Ballegeer, Marcia Eugenio Gozalbo, Olga Mayoral García-Berlanga, Enzo Ferrari, Miguel Angel Fuertes, Pablo Herrero Teijón, Rafael Suárez López, José Luis Gómez Ramos, Manuel García Piqueras, Vanessa Ortega Quevedo, Nicolas Vite</i>	299
Identificación de Contextos Científicos en la Sociedad. Herramientas para docentes y ciudadanos. <i>Ángel Ezquerro, José Eduardo Vilchez, Remo Fernández Carro, Beatriz Pérez-Bueno, Marta Ceballos Aranda, Marta Reina Vázquez, Mercedes Ruiz Pastrana, Sandra Laso Salvador, María Antonia López-Luengo, José Miguel Vilchez-González, Sonia Pamplona, Rafael Campillos, Sergio Marin, Federico Agen</i>	305
MOST: alfabetización científica y educación para la sostenibilidad a través de Proyectos de Escuela Abierta. <i>Marta Romero Ariza, Ana María Abril Gallego, Antonio Quesada, María Martín-Peciña</i>	311

LÍNEA 2. EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA

COMUNICACIONES

Análisis del lenguaje utilizado para la introducción de las reacciones químicas en libros de texto de Educación Primaria. <i>Magdalena Valverde Pérez, Isabel Solano Martínez</i>	321
Cómo se educa y comunica sobre los riesgos naturales a través de juegos online. <i>Rocío Carmona-Molero, Mercedes Vázquez-Vílchez, Tania Ouariachi-Peralta</i>	327
Competencia digital y metodológica del profesorado de educación secundaria en tiempos de COVID-19. <i>Roberto Reinoso Tapia, Elvira Lorenzo Martín, Javier Bobo Pinilla, Jaime Delgado Iglesias</i>	333
Desarrollo de las habilidades del siglo XXI en Secundaria a través de la implementación de actividades Maker en proyectos STEM. <i>Miguel Ángel Queiruga-Dios, María Consuelo Sáiz-Manzanares, José Benito Vázquez-Dorrío</i>	339
Desarrollo de un Escape Room – Breakout educativo para impartir contenidos científicos. <i>Félix Yllana Prieto, Jin Su Jeong, David González Gómez</i>	345
Desarrollo de un instrumento para el análisis de libros de texto de ciencia y tecnología desde una perspectiva de género. <i>Desirée García-Durán, Verónica Torres-Blanco, Carolina Martín-Gámez, Alicia Fernández-Oliveras</i>	351
Dinocienciarte: un proyecto para enseñar y aprender ciencias. <i>Rafael Royo-Torres, Alfonso Burgos Risco, Beatriz Carrasquer-Álvarez, Adrián Ponz-Miranda</i>	357
El móvil y los ODS en la enseñanza de las ciencias. <i>Carmen Solís-Espallargas</i>	363
Enseñar química en contextos educativos vulnerables a partir de estrategias remotas. <i>Daniela Muñoz Martínez, Nicolás Ortiz Cárcamo, Patricio Carrasco Monrroy, Mario Quintanilla Gatica, María Sépulveda Pérez, Ignacio Idoyaga, Francisco Velásquez Semper</i>	369
Valoración de experiencias de Realidad Virtual Inmersiva por el alumnado de Secundaria y Bachillerato. <i>Gracia Fernández Ferrer, Francisco González García, María Carmen Romero López, M^a Pilar Jiménez Tejada, Francisco Silva-Díaz, Javier Carrillo-Rosúa, Araceli García-Yeguas, Mercedes Vázquez-Vílchez, Verónica Guilarte Moreno</i>	377
Imagen de las ciencias en libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria desde una perspectiva de género. <i>Verónica Torres-Blanco, Desirée García-Durán, Alicia Fernández-Oliveras, Carolina Martín-Gámez</i>	381
Innovación didáctica para la transformación curricular hacia la sostenibilidad en educación primaria. <i>Marta Gual Oliva</i>	389
Los ambientes de un aula internivelar de Ciencias. <i>María de Marco Vicente, Diego Vázquez-Prada Baillet, Lucía Forcadell Aznar, Pedro Lucha López</i>	395
Mineralogía de ficción. Aplicación del escape classroom en Geología. <i>María Desamparados Soriano Soto, Cristina Lull Noguera, Francisca Ramón Fernández</i>	403
Online-based formative assessment tool to measure the achievement and attitude of pre-service teachers in science education. <i>Jin Su Jeong, David González-Gómez, J. Samuel Sánchez Cepeda</i>	409
Oportunidades para la educación STEM en la LOMLOE. <i>David Aguilera</i>	415
Pero... ¿cuánto pesa el aire? <i>Mario Branca, José Luis Bravo Galán, José María Marcos-Merino, M.^a Rocío Esteban Gallego, Vittorio Pilosu, Viviana Sale</i>	423
Potenciando las emociones positivas hacia las ciencias a través de la Mineralogía. <i>Graciela Ponce-Antón, Beatriz Mazas Gil, Ángel Luis Cortés Gracia</i>	429

Propuesta contextualizada en un cuento para trabajar las destrezas científicas en educación infantil. <i>María Ilundáin, Isabel Zudaire, Irantzu Uriz, María Napal</i>	437
Propuesta de intervención para trabajar el pensamiento crítico en torno a los ODS: percepción del alumnado. <i>José Javier Verdugo Perona, Carlos B. Gómez Ferragud, Sheila Pons-Vázquez</i> ..	445
Reverdecimiento de la Facultad de Ciencias de la Educación. Fomentando el contacto con la naturaleza. <i>Jerónimo Torres-Porras, Jorge Alcántara-Manzanares, Silvia Medina Quintana, Francisca Castro, Isabel María Muñoz-García, Miguel Jesús López Serrano, Rafael Guerrero Elecalde, Alberto Membrillo del Pozo, Luis Sánchez-Vázquez, Cristina de los Desamparados Cortés Mármol, Patricia Hidalgo Vaquerizas</i>	451
Secundaria en tiempos de “cólera”. <i>Consuelo Moya Riveros, Noemí Ríos Quintero, Patricio Cartes Lara, Luciano Flores Vargas</i>	459

SIMPOSIOS

1. EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN TIEMPOS DE PANDEMIA EN LAS AULAS UNIVERSITARIAS DE CIENCIAS <i>M. Gabriela Lorenzo (Coord.)</i>	469
El conocimiento didáctico del contenido de las actividades experimentales en pandemia. <i>Andrea S. Farré, M. Gabriela Lorenzo</i>	471
Promoción de la experimentación Remota en Países de Latinoamérica. <i>Ignacio Julio Idoyaga, Gabriela Varela Belloso, Carlos Arguedas-Matarrita</i>	477
Estrategias de enseñanza de la Físicoquímica en pandemia. <i>Teresa Quintero, María Gabriela Lorenzo</i>	483
Análisis de las actividades propuestas en un material didáctico de un primer curso universitario de química. <i>María Belén Manfredi, Héctor Santiago Odetti</i>	491

LÍNEA 3. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA

COMUNICACIONES

¿Cómo salen los maestros de Primaria al medio natural? <i>Pedro Lucha López, Sergio Bretos Royo, Ángel Claver Irigaray, Ignacio García Allué</i>	499
¿Cómo utiliza un mismo espacio de ciencias el alumnado de 3 y de 5 años? <i>Ester Mateo González, María José Sáez-Bondía, Jorge Martín García</i>	505
¿Qué sucede al calentar azúcar? Interpretaciones de preescolares sobre un cambio químico cotidiano. <i>Vanessa Sesto Varela, Isabel García-Rodeja Gayoso</i>	511
Análisis e implementación conjunta de metodologías para el desarrollo de la investigación y resolución de problemas en las aulas de ciencias. <i>Alejandro Carlos Campina López, Antonio Alejandro Lorca Marín, María Ángeles de las Heras Pérez</i>	517
Análisis y reflexiones preliminares sobre género y enseñanza de la química en currículum de Chile. Aportaciones teóricas. <i>Patricio Carrasco Monrroy, Daniela Muñoz Martínez, Mario Quintanilla-Gatica</i>	523
Animales en el aula de infantil. Trabajando la clasificación. <i>Esther Paños, María Teresa González, José Reyes Ruiz-Gallardo</i>	529
Attention to the diversity in the science classroom. <i>Sara Pastor, María Napal</i>	537
Cómo explica el alumnado de 5º de Primaria la implicación del aire en un fenómeno concreto. <i>Susana García Barros, Cristina Martínez Losada, Yolanda Golías Pérez</i>	543
Comprensión de la naturaleza de la indagación científica en Educación Primaria. <i>Radu Bogdan Toma, Juan Jiménez</i>	549
Construcción de un marco para la evaluación de SEAs desde el paradigma IBD. <i>Èlia Tena, Digna Couso</i>	555
Desarrollo de actividades prácticas en ciencias en 6º de primaria: implicaciones cognitivas y emocionales. <i>Guadalupe Martínez Borreguero, Milagros Mateos Núñez, Francisco Naranjo Correa</i>	563
El concepto de fósil en escolares de 5º y 6º de Primaria. <i>Marta Ceballos, José Eduardo Vilchez, Juan Luis Arsuaga, Mª de los Ángeles de las Heras</i>	569
El fenómeno de la flotabilidad en el primer ciclo de educación primaria: una aproximación desde los materiales. <i>Carlos Rodríguez Casals, Ana de Echave Sanz, Francisco Javier Serón Torrecilla, Jorge Martín García, Óscar Pueyo Anchuela, Jorge Barriando Ansón, María Esther Cascarosa Salillas</i>	575
Guías de campo orientadas a la Educación Primaria para la enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad. <i>Carmen Enrique Mirón, Pedro Paredes Ruiz, Juan A. González García, Verónica Guilarte Moreno</i>	583
Estudio comparativo de secuencias de actividades sobre el fenómeno de flotación. <i>Francisco José Castillo Hernández, María Rut Jiménez-Liso, María Martínez-Chico, Rafael López-Gay</i> ...	589
Estudio del modelo de volcán en alumnado de Primaria mediante el análisis de dibujos. <i>Araceli García-Yeguas Rosa Rojo-Sabio, Mercedes Vázquez-Vilchez, Javier Carrillo-Rosúa, Javier Perales-Palacios</i>	601
Evolución del conocimiento sobre la herencia biológica entre el alumnado de Primaria. <i>Isabel Zudaire Ripa, Enrique Ayuso Fernández, Irantzu Uriz Doray, María Napal Fraile</i>	607

Hacer ciencia con semillas en primer ciclo de primaria: la importancia de implicar al alumnado en el diseño del experimento y en la discusión de los resultados. <i>Lidia Caño Pérez, María Teresa Gómez Sagasti, Josu Sanz Alonso, Alazne Arriola Larreta</i>	613
Indagando con caracoles y lombrices en Educación Primaria: características morfológicas y movimiento. <i>Óscar González Iglesias, María Jesús Fuentes Silveira, Juan-Carlos Rivadulla-López, Yolanda Golías Pérez</i>	621
La construcción de explicaciones sobre la flotabilidad de objetos macizos en niños de cuatro años. <i>Isabel García-Rodeja Gayoso, María Lorenzo Flores, Vanessa Sesto Varela</i>	629
Las preguntas del/la docente fomentan la argumentación temprana: una propuesta de metodología de análisis de discusiones en el aula de primaria. <i>Lidia Caño Pérez, Josu Sanz Alonso, Iñaki Zaldua Sarasola, Alazne Arriola Larreta, Ainara Peña Illarramendi</i>	637
Pregunta tras pregunta conectamos el conocimiento científico escolar. <i>Cristina Gil González, Ángel Luis Cortés Gracia</i>	645
Recursos educativos <i>blended learning</i> , inclusivos y con perspectiva de género para educación STEM en primera infancia: Experiencia de co-diseño y adaptación desde Latinoamérica. <i>Nina Ibaceta Guerra, Jennifer Venegas Espinoza, Lorena Santos Muñoz, Rocío Fuentes Castro, José Luis Pérez Flores</i>	653
Reflexiones CTSA entorno a los bioelementos en la alimentación saludable en estudiantes del grado cuarto. <i>Luisa María Acosta García, Yurani Andrea Ramírez Flórez, James Stevan Arango Ramírez</i>	659
Supporting early years science education during COVID-19 crisis. <i>Sabela F. Monteiro, Christina Siry, Sara Wilmes, Maiza Trigo, Kerstin Te Hessen, Ragnhild Barbu</i>	665
Tensiones docentes en el proyecto STEAM «Maquinando en el Antiguo Egipto». <i>Iñigo Rodríguez-Arteche, Germán Ros, M. Teresa Rodríguez Laguna, M. Mercedes Martínez-Aznar</i>	671
Validación de un instrumento de emociones sobre las ciencias naturales escolares en educación primaria. <i>Gloria Viviana Barinas Prieto, Florentina Cañada Cañada, Emilio Costillo Borrego, Francisco Elías Amórtegui Cedeño</i>	679
¿Cómo imaginan los niños el coronavirus? Un estudio de caso en sexto de Educación Primaria. <i>Sonia Fernández Sánchez, Beatriz García Fernández, Antonio Mateos Jiménez</i>	685
La Torre Almenara como eje de una Unidad Didáctica Integrada para 4º de Educación Primaria. <i>Lucía Pérez Huelva, Roque Jiménez Pérez</i>	691

WORKSHOP

La narración como eje para integrar STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua: el modelo SeLFIE. <i>Ileana M. Greca Dufranc, Esther Sanz de la Cal</i>	699
---	-----

LÍNEA 4. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y FORMACIÓN PROFESIONAL

COMUNICACIONES

¿Los futuros profesores de ciencias de secundaria incluyen la sostenibilidad en sus Trabajos de Fin de Máster? <i>Genina Calafell Subirà, Mireia Esparza, Gregorio Jiménez</i>	707
¿En qué medida se estudia la Teoría de la Evolución en el Grado de Biología? Un estudio exploratorio. <i>Javier Manzano Zambruno, Hortensia Morón Monge, Paula Daza Navarro</i>	714
¿Qué criterios utilizan los estudiantes al evaluar argumentos en clase de ciencias? <i>Laura Vila Tura, Conxita Márquez Bargalló, Begoña Oliveras Prat</i>	721
¿Qué editoriales usan los centros de E.S.O. en Andalucía para la asignatura de Biología y Geología? <i>Sila Pla-Pueyo, Alejandro Ramón-Ballesta, Susana Rams-Sánchez, Francisco González-García, Ana María Ramos-García</i>	727
¿Qué material puedo utilizar para crear una botella de un refresco?: desarrollo del pensamiento crítico en Secundaria. <i>Amaya Satrústegui Moreno, Ester Mateo González, Alberto Quílez Robres, Alejandra Cortés Pascual</i>	732
Análisis de la calidad argumentativa en un proyecto de verificación de App. <i>Mauricio Aguilera, Víctor López-Simó</i>	738
Análisis de las capacidades cognitivas relacionadas con la modelización de la inmunidad y las vacunas en las actividades de los libros de texto de secundaria. <i>Marta Gómiz Aragón, María del Mar Aragón Méndez, José María Oliva</i>	745
Análisis Didáctico de la enseñanza de los modelos atómicos de los libros de texto: desde la LOGSE hasta la LOMCE. <i>Mara López de la Rica Cortés, Anna Raquel Esteve Martínez, Jordi Antoni Solbes Matarredona</i>	751
Aprendiendo ciencias a través de la indagación en el aula. Una Investigación Basada en el Diseño. <i>Jorge Pozuelo Muñoz, Esther Cascarosa Salillas</i>	757
Argumentación en el contexto del control sanitario de los alimentos. Un estudio en 3º de Educación Secundaria Obligatoria. <i>Mario Caracuel González, Teresa Lupión Cobos, Ángel Blanco López</i>	763
Desempeño del alumnado de Educación Secundaria en destrezas científicas. <i>Gabriel Enrique Ayuso Fernández, Luisa López Banet, Marina Martínez Carmona</i>	769
El paseo marítimo de A Coruña, como contexto para el desarrollo didáctico de la Geología de proximidad. <i>Concepción González Rodríguez, Luis Míguez-Rodríguez</i>	775
Emociones manifestadas por alumnado de 2º ESO usando enseñanza en contexto y ABP. <i>Jesús R. Girón-Gamero, Teresa Lupión-Cobos</i>	781
Estudio preliminar de las dificultades de enseñanza-aprendizaje durante la utilización de instrumentos de microscopía en ciclos de Formación Profesional. <i>Agustina Torres-Prioris, Susana Rams Sánchez, María del Carmen Acebal Expósito</i>	787
Evaluación de un programa de educación ambiental de un día con alumnado de secundaria en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia). Conocimientos sobre las aves y actitudes hacia la conservación. <i>Unai Ortega Lasuen, Oier Pedrera, Oihana Barrutia, José Ramón Díez</i>	793
Evaluación preliminar de la enseñanza de la física a nivel medio en Colombia, basada en los modelos didácticos tradicional y constructivista. <i>Carlos Mario Girado Polo, Leonardo Gónima Gónima, José Miguel Vílchez González</i>	799

Conocimientos del alumnado de formación profesional sobre investigación biomédica para el estudio de la genética. <i>María Villar López, Paloma Blanco Anaya</i>	805
Impacto de una secuencia de enseñanza-aprendizaje en las percepciones de estudiantes de secundaria sobre consecuencias y producción de plásticos. <i>María del Mar López-Fernández, Antonio Joaquín Franco-Mariscal</i>	811
Indagando en las heridas, ¿cómo las curarías? <i>Marta Castellar Cárdenas, María del Carmen Romero López, María del Pilar Jiménez Tejada</i>	817
Investigación científica profesional y ciencia ciudadana: ¿el alumnado de secundaria le otorga la misma confianza? <i>Caterina Solé, Digna Couso, María Isabel Hernández</i>	825
La adquisición de la competencia digital en una actividad experimental en 3º de la ESO. <i>Daniel Valverde-Crespo, Antonio de Pro-Bueno</i>	831
Mejora de la satisfacción y el rendimiento hacia las ciencias del alumnado de Secundaria. <i>Raquel Romero Fernández, Yolanda González Castanedo, Mª Ángeles De las Heras Pérez</i>	837
Percepciones del estudiantado de bachillerato respecto del uso de realidad virtual inmersiva para la educación científica. <i>Francisco Silva-Díaz, José Miguel Vílchez-González, Rafael Marfil-Carmona, Javier Carrillo-Rosúa</i>	843
Percepciones mostradas por estudiantes de 2ºESO sobre PreVolTem: Un juego educativo de dados para la enseñanza de las leyes de los gases. <i>Jesús R. Girón-Gambero, José M. Hierrezuelo Osorio</i>	849
Profesorado, actividades no formales y competencia científica más allá de lo evidente. <i>Jorge Martín-García, María Eugenia Dies Álvarez</i>	855
Revisión sistemática de la literatura acerca de las dificultades conceptuales de la nutrición vegetal (2004-2021). <i>Oier Pedrera, Oihana Barrutia, José Ramón Díez</i>	861
Una actividad entorno a los plásticos para aprender Química en la etapa de secundaria desde los contextos medioambientales. <i>Carlos Heras Paniagua, Gregorio Jiménez Valverde, Genina Calafell Subirà</i>	867
Uso del conocimiento epistémico y desempeños del alumnado en el contexto de los modelos atómicos. <i>Beatriz Crujeiras-Pérez, Leticia González Rodríguez</i>	873

WORKSHOP

Cinemática a través de Alicia en el País de las Maravillas. <i>Sandra López Santos, Mª Ángeles de las Heras Pérez, Roque Jiménez Pérez</i>	879
--	-----

LÍNEA 5. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD

COMUNICACIONES

¿Qué modelos didácticos seleccionan los futuros docentes para la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria? <i>Vanessa Ortega-Quevedo, Victoria Vega Agapito, Cristina Gil Puente.....</i>	891
¿Qué problemas socioambientales preocupan al futuro maestro de Educación Primaria?: Una Experiencia innovadora desde los ODS. <i>Hortensia Morón-Monge, Carmen Solís-Espallargas.....</i>	897
Análisis de los modelos mentales sobre el Ciclo del Agua en maestros en formación. <i>Alejandro De la Hoz Serrano, Florentina Cañada Cañada, Andrés Álvarez Murillo, Lina Viviana Melo Niño, Javier Cubero Juárez.....</i>	903
Conocimiento percibido actual y potencial de futuros docentes sobre artefactos tecnológicos cotidianos. <i>Carlos B. Gómez-Ferragud, Andrea Barrera Delgado, Vicente Sanjosé.....</i>	909
Conocimiento y actitud hacia las vacunas: situación previa a la vacunación de la COVID-19. <i>Carmela García-Marigómez, Cristina Gil Puente, Vanessa Ortega-Quevedo.....</i>	915
Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Ingenierías Industriales a través de microdebates. El caso de materiales para fabricar una escoba. <i>María José Cano-Iglesias, Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Francisco de Sales Martín-Fernández, María Jesús Martín-Sánchez.....</i>	923
Diálogos interculturales: aprendiendo Microbiología desde los territorios. <i>Alberto Rojas-Triviño, Nubia Rodríguez Vargas, Camilo Ernesto Perdomo Ávila.....</i>	929
Effects of an online Escape Room in emotions of teacher trainees in a flipped STEM course. <i>David González-Gómez, Jin Su Jeong, Félix Yllana Prieto.....</i>	935
El Aprendizaje-Servicio en la docencia Universitaria de la Biología. <i>María Micaela Molina-Navarro, Daniel Gómez, David Ramos, Alba Ripollés, Teresa Nebot, Claudia Pérez, Marta Aparicio, Josema Torres, José Manuel García-Verdugo, Anna García-Forner, Luis Pascual, Rafaela Domínguez, Antoni Aguilera, Natalia Conejero-Ortega, M. Ángeles Raduán, Vicente Herranz-Pérez, Clara Alfaro-Cervelló, Antonio Ibáñez, Raúl Ballestín, Xavier Ponsoda.....</i>	941
El porqué de las estaciones según los dibujos de los futuros formadores. <i>M. Soledad Domingo Martínez, Eugenia García García, Elena García Buitrago.....</i>	947
Elaboración y validación de rúbricas para evaluar el conocimiento de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas. <i>María Armario Bernal, Natalia Jiménez-Tenorio, José María Oliva....</i>	953
Emociones hacia las ciencias en futuros maestros de Educación Infantil. <i>M^a Victoria Vega Agapito, Jaime Delgado Iglesias.....</i>	959
Enfoque globalizador en prácticas de laboratorio para profesorado de Educación Infantil en formación inicial: análisis emocional. <i>Diego Airado Rodríguez, Miriam Andrea Hernández del Barco, Antonio Manuel Cordovilla Moreno, María Dolores Víctor Ortega, Jesús Sánchez Martín.....</i>	965
Enseñanza-aprendizaje en torno al vino. <i>Beatriz Robredo, Rubén Ladrera, Zenaida Guadalupe, Leticia Martínez-Lapuente, Belén Ayestarán.....</i>	971
Evaluación de la utilización de nuevas herramientas informáticas para el aprendizaje en el Grado de Enología. <i>Zenaida Guadalupe, Leticia Martínez-Lapuente, Belén Ayestarán, Beatriz Robredo.....</i>	977

Ideas alternativas respecto a cambio climático y el adelgazamiento de la capa de ozono: metacognición del alumnado sobre su evolución. Un estudio de caso. <i>M^a del Carmen Conde Núñez, Jin Su Jeong, David González Gómez, J. Samuel Sánchez Cepeda</i>	983
Errores de los estudiantes de tercer curso del grado de educación infantil y primaria. Idoneidad de la escala Likert para valorarlos. <i>Alicia Jurado López, Alberto Membrillo del Pozo, Manuel Mora Márquez</i>	991
La metodología didáctica ‘Proceso de Diseño en Ingeniería’ en la enseñanza STEM. <i>Jesús Ángel Meneses Villagrà, María Diez Ojeda</i>	999
La publicidad en la formación inicial del profesorado: una propuesta para trabajar el pensamiento crítico y la alfabetización científica. <i>Beatriz Gómez-Chacón, Lourdes Aragón</i>	1007
Mentimeter: fomentando la participación del alumnado en un contexto de aprendizaje semipresencial. <i>Guiomar Calvo</i>	1013
Rechazo del juguete como recurso didáctico para enseñar Ciencias. <i>Sebastián Rubio García, José Joaquín Ramos Miras, Alicia Jurado López, Manuel Mora Márquez</i>	1019
Soluciones con Empatía: Aprendizaje de la Química en contextos cotidianos flexibles. <i>Soraya Elena Layton Jaramillo, William Anibal Villamil Villar</i>	1025
STEM F2F and F2S flipped-class comparison in students’ perception and emotion during the COVID-19 pandemic. <i>Jin Su Jeong, David González-Gómez</i>	1031
Transformando una actividad clásica en indagatoria: el germinado de semillas en la formación inicial de maestros. <i>Hortensia Morón-Monge, Antonio García Carmona</i>	1037
Diseño de una propuesta didáctica basada en modelización para abordar la noción de ser vivo. <i>Rosa Esperanza Galera-Flores, Natalia Jiménez-Tenorio, José María Oliva</i>	1043
La Integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación Inicial de Profesores de Biología en Contexto de Enseñanza Remota de Emergencia. <i>Leticia García Romano, María Angelina Roggio, Micaela Rasino, Ximena Broiero, Maricel Ocelli</i>	1049

LÍNEA 6. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

COMUNICACIONES

¿Cómo conseguir un cambio didáctico real en la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria? Plan de formación para maestros en activo. <i>Carolina Nicolás Castellano, Rubén Limiñana Morcillo, Asunción Menargues Marcilla, Sergio Rosa Cintas, Alexandra Rey Cubero, Joaquín Martínez Torregrosa</i>	1059
¿Cuál es el recorrido de lo que comemos? Una propuesta de Alfabetización Ambiental en la formación inicial en Educación Infantil. <i>Marina Nieto-Ramos, Alicia Guerrero Fernández, Fátima Rodríguez-Marín, Olga Duarte Piña</i>	1067
¿Sabes más que tu futuro alumnado de educación primaria? El modelo de evolución biológica del profesorado en formación. <i>Lucía Vázquez Ben, Ánxela Bugallo Rodríguez</i>	1075
Adaptaciones al COVID en el proceso de aprendizaje-enseñanza del cuerpo humano. Primeros datos. <i>F. Javier Robles Moral, Manuel Fernández Díaz, G. Enrique Ayuso Fernández</i>	1083
Análisis de la formación científico-didáctica inicial de maestros en España. <i>Germán Ros, Iñigo Rodríguez-Arteche, Julio Pastor-Mendoza, Arántzazu Fraile Rey</i>	1089
Análisis del diseño de un proyecto ABP-STEAM para educación primaria sobre alimentación saludable. <i>Teresa Lupión-Cobos, José Ignacio Crespo-Gómez, M. Marta Alarcón-Orozco</i>	1097
Aproximación a las concepciones de docentes en formación sobre sexualidad, ciencia y afectividad, una experiencia desde el sur de Colombia. <i>Jonathan Andrés Mosquera, José Joaquín García, Elías Francisco Amórtegui, María Cristina Pansera-de-Araujo</i>	1103
Autopercepción del aprendizaje y emociones iniciales de maestros y maestras de Educación Infantil en formación en un programa formativo de enseñanza de las ciencias basada en la indagación. <i>M. Marta Alarcón-Orozco, Ángel Blanco-López</i>	1109
Autopercepción del profesorado en formación sobre las dificultades para argumentar durante la resolución de problemas. <i>Beatriz Pérez-Bueno, Roque Jiménez-Pérez</i>	1115
Comparación entre percepciones iniciales y propuestas del alumnado del Grado de Maestro en Educación Primaria sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias: estudio de caso. <i>Elena Arboleya-García, Covadonga Huidobro, Belén González, Mónica Herrero</i>	1121
Determinación de la destreza de los profesores de enseñanza secundaria en formación para emplear indagación en el aula. <i>Jaime Delgado-Iglesias, Roberto Reinoso-Tapia, Javier Bobo-Pinilla, M^a Victoria Vega-Agapito</i>	1129
El Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor de Física en la Enseñanza Secundaria. <i>Marco Vinicio López - Gamboa, Diego Armando Retana - Alvarado</i>	1135
El desarrollo de competencias científicas con ayuda de recursos TIC en la formación inicial del profesorado de secundaria. <i>Alfonso Pontes Pedrajas, Ángel Pontes García</i>	1143
El profesorado de física y química en formación inicial: su visión de ciencia y emociones. <i>Carolina Pipitone, Àngela García-Lladó, Carlos Agudelo Carvajal</i>	1151
El reciclaje de los residuos orgánicos como eje temático transformador en la formación inicial de maestros/as. <i>Lourdes Aragón, Beatriz Gómez-Chacón, José Luis García Morales</i>	1157
El trabajo por proyectos para promover aprendizajes de calidad en la alfabetización ambiental del futuro profesorado de educación primaria. <i>Ana Rivero García, Soraya Hamed Al Lal, María Victoria Muñoz Tinoco, Soledad García Gómez</i>	1165

Estudio sobre el nivel de pensamiento abstracto de profesores en formación con mención en Ciencias Naturales: Estudio contextualizado en la UMCE, Chile. <i>Carla Olivares-Petit, Hilmer Palomares Pérez, Juan Pablo Catalán Cueto, David Romero Fica</i>	1173
Evaluando el conocimiento del contenido sobre el bloque IV del currículo de Educación Primaria en el profesorado en formación. <i>Pilar Gema Rodríguez Ortega, Alicia Jurado López, Mónica Calderón Santiago, Alberto Membrillo del Pozo</i>	1179
Evolución de los conocimientos de los estudiantes de Magisterio acerca del suelo tras su desarrollo en el aula. <i>Inés Torres Payá, Eugenia García García, Alberto Muñoz Muñoz, Blanca Ana García Yelo, Elena García Buitrago</i>	1186
Grado de aceptación de ideas “no científicas” entre el alumnado de Magisterio. <i>Blanca A. García Yelo, Elena García Buitrago, Eugenia García García</i>	1193
Ideas del profesorado de secundaria en formación inicial sobre la contaminación y transformaciones energéticas en los coches eléctricos y de combustible. <i>José Manuel Hierrezuelo Osorio, Carolina Pipitone Vela, Carlos Agudelo Carvajal, Àngela García Lladó, Antonio Joaquín Franco Mariscal</i>	1199
INFA-CIENCIA, de las niñas de hoy a las científicas de mañana. <i>José Joaquín Ramos Miras, Jorge Alcántara Manzanares, Jerónimo Torres Porras, Rosario Mérida Serrano</i>	1205
Interculturalidad y Educación en Ciencias Naturales, Ambiental y en Salud: formación docente continua en tiempos de pandemia. <i>Verónica Becerro, Natalia Badino, Silvina Cordero, Christian Camilo Díaz-Barríos, Ana Dumrauf, Raúl Esteban Ithuralde</i>	1211
La polinización: ¿cómo la han aprendido y como pretenden enseñarla los futuros maestros de Educación Infantil? <i>Emilio Costillo Borrego, Elena Bravo Lucas, José Luis Bravo Galán, José Antonio Regodón Mateos</i>	1219
La visión de los futuros docentes sobre la enseñanza de la ciencia y la educación inclusiva. <i>Eva M. García Terceño, Ileana M. Greca Dufranc</i>	1225
Las bases del Conocimiento Profesional del Profesorado (BCPP) sobre la Naturaleza de la Ciencia (NDC) del alumnado del Máster de Profesorado de Secundaria Física y Química. <i>Bartolomé Vázquez-Bernal, M^a Ángeles de las Heras Pérez, Roque Jiménez-Pérez, Diego A. Retana Alvarado</i>	1232
Las competencias deseables para enseñar Ciencias según los maestros de Primaria en formación. <i>Juan-Carlos Rivadulla-López, Álvaro Martínez López, Óscar González Iglesias</i>	1239
Las mezclas con agua. Una propuesta para la formación de maestros de Educación Infantil. <i>Yolanda Golías Pérez, Susana García Barros, Juan-Carlos Rivadulla-López</i>	1245
Percepciones de los docentes de primaria y secundaria ante el trabajo remoto asistido por tecnologías durante el confinamiento provocado por el Covid-19. <i>John-Jairo Briceño-Martínez, Zaida Pérez-Castellanos, Andrés Bernal-Ballén</i>	1253
Prácticas de aula en la enseñanza de las ciencias del profesorado de Infantil y Primaria y relación con la especialidad de acceso. <i>Elena Thibaut Tadeo, Jordi Solbes Matarredona, Oscar Raúl Lozano Lucía</i>	1259
Preferencias de co-docencia del profesorado de Tecnología en formación. <i>Enric Ortega Torres</i>	1265
Promoción de la discusión productiva en las prácticas profesionales de docentes de química en formación. <i>Ana María Herrera-Melin, Mario Quintanilla Gatica, Mónica Iturra Toledo, Jecsan Zambrano Abarzua, María Beatriz Sepúlveda Pérez</i>	1271
Promoviendo competencias para la enseñanza de la NdC y el PC en docentes en formación inicial de Educación Primaria. <i>Cristina Cobo Huesa, Ana María Abril Gallego, Marta Romero Ariza</i>	1277
Propuesta de simulación docente ante situaciones de confinamiento en los Maestros/as en formación. <i>Rafael Miguel Maroto Gamero, Elena García Buitrago, M^a Mercedes Martínez Aznar</i>	1285

Relación entre Conocimientos, Actitudes y Comportamientos socioambientales en la formación inicial docente en Infantil y Primaria. <i>Alicia Guerrero Fernández, Esther García González, Emilio Solís Ramírez, José María Cardeñoso Domingo</i>	1291
Transformaciones del desarrollo profesional en docentes universitarios asociado a un Programa de Neurociencia Cognitiva. <i>Carolina María González Velásquez, Bartolomé Vázquez Bernal, María Ángeles de las Heras Pérez</i>	1299
Un estudio de argumentación con profesorado en formación durante un episodio de contagio por tuberculosis. <i>Virginia Aznar Cuadrado, Blanca Puig</i>	1305
Un misterio gamificado para trabajar concepciones erróneas sobre la Química. <i>Gregorio Jiménez Valverde, Genina Calafell Subirà, Mireia Espaza Pagès</i>	1311
Un recetario para tiempos de crisis ecosocial por futuros maestros de Primaria. <i>Lidia López Lozano, Lucía Rodríguez Pérez, Ana Rivero García, Pilar Azcárate Goded</i>	1317
Una perspectiva semántica: análisis de las secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. <i>Sylvia Moraga-Toledo, Mariona Espinet-Blanch, Bastian Marín Herrera</i>	1325
Uso de gráficos radiales como herramienta para reflexionar sobre el diseño de proyectos escolares. <i>Miquel Pérez Torres, Conxita Márquez Bargalló</i>	1331
Valoración de estrategias didácticas para abordar la lactancia como problema sociocientífico con profesorado en formación inicial. <i>Miriam Palma-Jiménez, Daniel Cebrián-Robles</i>	1337
Valoración final de las salidas al medio natural en la formación de maestros de Educación Infantil. <i>Elena Bravo Lucas, Emilio Costillo Borrego, José Luis Bravo Galán, Isaac Corbacho Cuello</i>	1345
Viabilidad de la codocencia para la formación de maestros en enfoques integrados. <i>Ileana M. Greca, Jairo Ortiz-Revilla, Almudena Alonso-Centeno, Esther Sanz de la Cal</i>	1351
Vídeo trabajos para el desarrollo de la creatividad. Una experiencia en la formación del profesorado de secundaria. <i>Ángel Luis Cortés Gracia, Beatriz Mazas Gil</i>	1359
Visibilización de los beneficios invisibles de la naturaleza mediante la enseñanza de los Servicios de los Ecosistemas. <i>Gloria Rodríguez-Loinaz, Igone Palacios-Agundez</i>	1365
Visión de los primeros auxilios por parte del profesorado de educación infantil. <i>Cristina Vallés Rapp, M^a Beatriz di Marco Sánchez, Iris Gil Sesma, Lorena Lage Silla, Raquel Rey Rozas</i>	1371
Visión del Alumnado del Grado de Educación Primaria sobre el Sistema Solar. <i>José Joaquín Ramos Miras, Manuel Mora Márquez, Alberto Membrillo del Pozo, Sebastián Rubio García</i>	1377
Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en graduados de ciencias que ingresan en el Máster de Secundaria. <i>Juan José Vicente, Natalia Jiménez-Tenorio, José María Oliva</i>	1383

SIMPOSIOS

1. ASPECTOS AFECTIVOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: DIAGNÓSTICO E INTERVENCIÓN CON METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE ACTIVO <i>José María Marcos-Merino (coord.)</i>	1393
La formación previa y el género modulan el valor subjetivo y las emociones hacia la integración biología-matemáticas. <i>José María Marcos-Merino, Rocío Esteban Gallego, Jesús Gómez Ochoa de Alda</i>	1397
Actitudes relacionadas con la imagen de la ciencia y la tecnología en estudiantes de educación secundaria. <i>María Antonia Manassero-Mas, Ángel Vázquez-Alonso</i>	1403
Aspectos emocionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias en el medio rural. Conectando las identidades científica y rural. <i>Ana Isabel Muñoz Domínguez, Pedro Juan Sánchez Gómez</i>	1409

Efecto de la indagación confirmatoria y estructurada en las actitudes hacia la ciencia escolar. <i>Radu Bogdan Toma</i>	1415
Evolución emocional hacia las ciencias de una muestra de maestros en formación. <i>Miriam Hernández del Barco, Isaac Corbacho Cuello, Florentina Cañada Cañada, Jesús Sánchez Martín</i>	1421
2. ¿QUÉ MODELO DE MAESTRAS Y MAESTROS DE INFANTIL ESTAMOS CONSTRUYENDO DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES PARA AFRONTAR SU FUTURO RETO PROFESIONAL?	
<i>José Cantó Doménech (coord.)</i>	1425
Aprendizaje en la naturaleza cercana: tridimensional learning y argumentación con el alumnado del grado de infantil en la charca didáctica y en el parque. <i>Josu Sanz, Lidia Caño</i>	1429
Análisis de la implementación de la asignatura de <i>Introducción de la Robótica en Educación Infantil</i> en la Universidad de Córdoba. <i>Manuel Mora, Sebastián Rubio, José Joaquín Ramos</i>	1435
Desarrollo de competencias digitales docentes en el futuro profesorado de educación infantil desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales. <i>Juan-Francisco Álvarez-Herrero</i>	1441
Qué piensa el profesorado en formación de educación infantil sobre qué ciencia enseñar y cómo hacerlo. <i>María A. Lorenzo, Nuria Castiñeira, Mercedes Varela, Uxío Pérez</i>	1447
Evaluando competencias profesionales específicas de ciencias en el Grado de Educación Infantil en el contexto de la Covid-19. <i>Carlos de Pro, Francisco Javier Robles, José Cantó</i>	1455

WORKSHOP

Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias (PID2019-105765GA-I00). Primeros resultados. <i>Antonio Joaquín Franco-Mariscal</i>	1463
--	------

Índice de Autores

- A**
- ABRIL GALLEGO, Ana María: 311, 1277
 ACEBAL EXPÓSITO, María del Carmen: 179, 787
 ACOSTA GARCÍA, Luisa María: 659
 ADÚRIZ-BRAVO, Agustín 47
 AGEN, Federico: 35, 305
 AGUDELO CARVAJAL, Carlos: 1151, 1199
 AGUILELLA, Antoni: 941
 AGUILERA, David: 415
 AGUILERA, Mauricio: 738
 AIRADO RODRÍGUEZ, Diego: 965
 ALARCÓN-OROZCO, M. Marta: 1097, 1109
 ALCÁNTARA MANZANARES, Jorge: 451, 1205
 ALFARO-CERVELLÓ, Clara: 941
 ALONSO-CENTENO, Almudena: 1351
 ÁLVAREZ MURILLO, Andrés: 903,
 ÁLVAREZ-HERRERO, Juan-Francisco: 1441
 ÁLVARO MORA, Nuria: 255
 AMÓRTEGUI CEDEÑO, Francisco Elías: 679, 1103
 ANDRÉS MOSQUERA, Jonathan: 1103
 ANDRÉS-SÁNCHEZ, Santiago: 277, 299
 ANTÓN, Álvaro: 115
 ANTÓN-PESET, Adriana: 91
 APARICIO, Marta: 941
 ARAGÓN MÉNDEZ, María del Mar: 745
 ARAGÓN, Lourdes: 1007, 1157
 ARANGO RAMÍREZ, James Stevan: 197, 659
 ARBOLEYA-GARCÍA, Elena: 1121
 ARGUEDAS-MATARRITA, Carlos: 477
 ARMARIO BERNAL, María: 953
 ARRIASSECQ, Irene: 47
 ARRIOLA LARRETA, Alazne: 613, 637
 ARSUAGA, Juan Luis: 569
 AYESTARÁN, Belén: 971, 977
 AYUSO FERNÁNDEZ, Gabriel Enrique: 607, 769, 1083
 AZCÁRATE GODED, Pilar: 1317
 AZNAR CUADRADO, Virginia: 1305
- B**
- BADINO, Natalia: 1211
 BALLEGEER, Anne Marie: 265, 277, 299
 BALLESTÍN, Raúl: 941
 BANOS-GONZÁLEZ, Isabel: 215
 BARBU, Ragnhild: 665
 BARINAS PRIETO, Gloria Viviana: 679
 BARRERA DELGADO, Andrea: 909
 BARRIENDO ANSÓN, Jorge: 575
 BARRUTIA, Oihana: 793, 861
 BECERRO, Verónica: 1211
 BENARROCH, Alicia: 53, 79, 145
 BENAVENTE, M.J.: 241
 BERNAL-BALLÉN, Andrés: 1253
 BLANCO ANAYA, Paloma: 805
- BLANCO LÓPEZ, Ángel: 97, 763, 1109
 BOBO PINILLA, Javier: 333, 1129
 BOGDAN TOMA, Radu: 549, 1415
 BRANCA, Mario: 423
 BRAVO GALÁN, José Luis: 423, 1219, 1345
 BRAVO LUCAS, Elena: 1219, 1345
 BRETOS ROYO, Sergio: 499
 BRICEÑO-MARTÍNEZ, John-Jairo: 1253
 BROIERO, Ximena: 1049
 BUGALLO RODRÍGUEZ, Ánxela: 1075
 BURGOS RISCO, Alfonso: 357
- C**
- CABELLO GARRIDO, Aurelio: 97, 165, 173
 CALAFELL SUBIRÀ, Genina: 707, 867, 1311
 CALDERÓN SANTIAGO, Mónica: 1179
 CALERO LLINARES, María: 91, 185
 CALVO, Guiomar: 1013
 CAMPILLOS LADERO, Rafael: 35, 305
 CAMPINA LÓPEZ, Alejandro Carlos: 517
 CANO-IGLESIAS, María José: 923
 CANTÓ DOMÉNECH, José: 185, 1425
 CAÑADA CAÑADA, Florentina: 679, 903, 1421
 CAÑO PÉREZ, Lidia: 613, 637, 1429
 CARACUEL GONZÁLEZ, Mario: 763
 CARDEÑOSO DOMINGO, José María: 1291
 CARMONA-MOLERO, Rocío: 327
 CARRASCO MONRROY, Patricio: 369, 523
 CARRASQUER-ÁLVAREZ, Beatriz: 233, 357
 CARMONA ALZATE, Valeria: 197
 CARRILLO-ROSÚA, Javier: 377, 601, 843
 CARTES LARA, Patricio: 459
 CASCAROSA SALILLAS, María Esther: 575, 757
 CASTELLAR CÁRDENAS, Marta: 817
 CASTILLO HERNÁNDEZ, José: 589
 CASTIÑEIRA-RODRÍGUEZ, Nuria: 139, 1447
 CASTRO VELÁSQUEZ, Freddy Enrique: 127
 CASTRO, Francisca: 451
 CATALÁN CUETO, Juan Pablo: 1173
 CEBALLOS ARANDA, Marta: 35, 305, 569
 CEBRIÁN ROBLES, Daniel: 165, 179, 1337
 CHAMIZO BORREGUERO, Manuela: 85
 CLAVER IRIGARAY, Ángel: 499
 COBO HUESA, Cristina: 1277
 CONDE NÚÑEZ, M^a del Carmen: 983
 CONEJERO-ORTEGA, Natalia: 941
 CORBACHO CUELLO, Isaac: 1345, 1421
 CORDERO, Silvina: 1211
 CORDOVILLA MORENO, Antonio Manuel: 965
 CORROCHANO, Diego: 277
 CORTÉS GRACIA, Ángel Luis: 429, 645, 1359
 CORTÉS MÁRMOL, Cristina de los
 Desamparados: 451

CORTÉS PASCUAL, Alejandra: 732
 COSTILLO BORREGO, Emilio: 679, 1219, 1345
 COUSO, Digna: 103, 555, 825
 CRESPO-GÓMEZ, José Ignacio: 1097
 CRUJEIRAS-PÉREZ, Beatriz: 873
 CRUZ LORITE, Isabel María: 165, 173, 179
 CUBERO JUÁNEZ, Javier: 903

D

DAZA NAVARRO, Paula: 714
 DE ECHAVE SANZ, Ana: 575
 DE LA HOZ SERRANO, Alejandro: 241, 903
 DE LAS HERAS PÉREZ, M^a Ángeles: 517, 569, 837, 879, 1232, 1299
 DE MARCO VICENTE, María: 395
 DE PRO, Carlos: 1455
 DE PRO-BUENO, Antonio: 41, 831
 DE RIVAS VERDES-MONTENEGRO, Raquel: 289
 DELGADO IGLESIAS, Jaime: 333, 959, 1129
 DELGADO-MARTÍN, María Laura: 277, 299
 DI MARCO SÁNCHEZ, M^a Beatriz: 1371
 DÍAZ TÁRRAGA, Francisco: 151
 DÍAZ-BARRIOS, Christian Camilo: 1211
 DIES ÁLVAREZ, María Eugenia: 855
 DIEZ OJEDA, María: 999
 DÍEZ, José Ramón: 793, 861
 DOMINGO MARTÍNEZ, M. Soledad: 947
 DOMÍNGUEZ, Rafaela: 941
 DUARTE PIÑA, Olga: 1067
 DUMRAUF, Ana: 1211

E

ENRIQUE MIRÓN, Carmen: 583
 ESPAÑA NAVEIRA, Paloma: 165, 173
 ESPAÑA RAMOS, Enrique: 97, 165, 173
 ESPAZA PAGÈS, Mireia: 707, 1311
 ESPINET-BLANCH, Mariona: 1325
 ESTEBAN GALLEGU, M.^a Rocío: 423, 1397
 ESTEVE, Anna R.: 91, 751
 ESTEVE-GUIRAO, Patricia: 215, 151
 ESTRADA VIDAL, Ligia Isabel: 221, 283
 ETXABE, José María: 115
 EUGENIO GOZALBO, Marcia: 221, 283
 EVAGOROU, María: 179
 EZQUERRA, Ángel: 35, 305

F

FARRÉ, Andrea S.: 471
 FERNÁNDEZ CARRO, Remo: 35, 59, 305
 FERNÁNDEZ DÍAZ, Manuel: 1083
 FERNÁNDEZ DUQUE, Beatriz: 271
 FERNÁNDEZ FERRER, Gracia: 377
 FERNÁNDEZ LEYVA, Concepción: 85
 FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Sonia: 685

FERNÁNDEZ-OLIVERAS, Alicia: 109, 351, 381
 FERNÁNDEZ-ZAMUDIO, María Ángeles: 91
 FERRARI LAGOS, Enzo: 265, 277, 299
 FLORES VARGAS, Luciano: 459
 FORCADELL AZNAR, Lucía: 395
 FRAILE REY, Arántzazu: 1089
 FRANCO MARISCAL, Antonio Joaquín: 811, 923, 1199, 1463
 FRANCO-REYNOLDS, Lourdes: 241
 FUENTES CASTRO, Rocío: 653
 FUENTES SILVEIRA, María Jesús: 621
 FUERTES, Miguel Ángel: 277, 299

G

GALERA-FLORES, Rosa Esperanza: 1043
 GARCÍA, José Joaquín: 1103
 GARCÍA ALLUÉ, Ignacio: 499
 GARCÍA BARROS, Susana: 543, 1245
 GARCÍA BUITRAGO, Elena: 947, 1186, 1193, 1285
 GARCÍA CARMONA, Antonio: 1037
 GARCÍA FERNÁNDEZ, Beatriz: 299, 685
 GARCÍA GARCÍA, Eugenia: 947, 1186, 1193
 GARCÍA GÓMEZ, Soledad: 1165
 GARCÍA GONZÁLEZ, Esther: 1291
 GARCÍA LLADÓ, Àngela: 1151, 1199
 GARCÍA MORALES, José Luis: 1157
 GARCÍA PIQUERAS, Manuel: 299
 GARCÍA ROMANO, Leticia: 1049
 GARCÍA YELO, Blanca Ana: 1186, 1193
 GARCÍA-DURÁN, Desirée: 351, 381
 GARCÍA-FORNER, Anna: 941
 GARCÍA-FORTES, M^a Ángeles: 215
 GARCÍA-MARIGÓMEZ, Carmela: 915
 GARCÍA-RODEJA GAYOSO, Isabel: 511, 629
 GARCÍA-VERDUGO, José Manuel: 941
 GARCÍA-YEGUAS, Araceli: 377, 601
 GAVIDIA CATALÁN, Valentín: 255
 GIL GONZÁLEZ, Cristina: 645
 GIL PUENTE, Cristina: 271, 891, 915
 GIL SESMA, Iris: 1371
 GIRADO POLO, Carlos Mario: 799
 GIRÓN-GAMBERO, Jesús R.: 781, 849
 GOLÍAS PÉREZ, Yolanda: 543, 621, 1245
 GÓMEZ FERRAGUD, Carlos B.: 445, 909
 GÓMEZ OCHOA DE ALDA, Jesús: 1397
 GÓMEZ RAMOS, José Luis: 271, 299
 GÓMEZ SAGASTI, María Teresa: 613
 GÓMEZ, Daniel: 941
 GÓMEZ-CHACÓN, Beatriz: 1007, 1157
 GÓMIZ ARAGÓN, Marta: 745
 GÓNIMA GÓNIMA, Leonardo: 799
 GONZÁLEZ CASTANEDO, Yolanda: 837
 GONZÁLEZ GARCÍA, Francisco: 377, 727
 GONZÁLEZ GARCÍA, Francisco José: 97
 GONZÁLEZ GARCÍA, Juan A.: 583
 GONZÁLEZ GÓMEZ, David: 345, 409, 935, 983, 1031

GONZÁLEZ IGLESIAS, Óscar: 621, 1239
 GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Concepción: 775
 GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Leticia: 873
 GONZÁLEZ VELÁSQUEZ, Carolina María: 1299
 GONZÁLEZ, Belén: 1121
 GONZÁLEZ, María Teresa: 529
 GRECA DUFRANC, Ileana M.: 699, 1225, 1351
 GRIMALT-ÁLVARO, Carme: 103
 GUADALUPE, Zenaida: 971, 977
 GUAL OLIVA, Marta: 389
 GUERRERO ELECALDE, Rafael: 451
 GUERRERO FERNÁNDEZ, Alicia: 1067, 1291
 GUILARTE MORENO, Verónica: 65, 377, 583

H

HAMED AL LAL, SORAYA: 1165
 HERAS PANIAGUA, CARLOS: 867
 HERNÁNDEZ DEL BARCO, MIRIAM ANDREA: 965, 1421
 HERNÁNDEZ, MARÍA ISABEL: 825
 HERRANZ-PÉREZ, VICENTE: 941
 HERRERA SAN MARTÍN, EDITH: 203
 HERRERA-MELIN, ANA MARÍA: 1271
 HERRERO TEJÓN, PABLO: 277, 299
 HERRERO, MÓNICA: 1121
 HIDALGO VAQUERIZAS, PATRICIA: 451
 HIERREZUELO OSORIO, JOSÉ MANUEL: 849, 1199
 HIERRO MARÍN, IGNACIO: 133
 HUIDOBRO, COVADONGA: 1121

I

IBACETA GUERRA, NINA: 653
 IBÁÑEZ, ANTONIO: 941
 IDOYAGA, IGNACIO JULIO: 369, 477
 ILUNDÁIN, MARÍA: 437
 ITHURALDE, RAÚL ESTEBAN: 1211
 ITURRA TOLEDO, MÓNICA: 1271

J

JEONG, JIN SU: 345, 409, 935, 983, 1031
 JIMÉNEZ TEJADA, MARÍA DEL PILAR: 377, 817
 JIMÉNEZ VALVERDE, GREGORIO: 707, 867, 1311
 JIMÉNEZ, JUAN: 549
 JIMÉNEZ-LISO, MARÍA RUT: 589
 JIMÉNEZ-PÉREZ, ROQUE: 691, 879, 1115, 1232
 JIMÉNEZ-TENORIO, NATALIA: 953, 1043, 1383
 JURADO LÓPEZ, ALICIA: 991, 1019, 1179

L

LADRERA, RUBÉN: 971
 LAGE SILLA, LORENA: 1371
 LASO SALVADOR, SANDRA: 121, 305
 LAYTON JARAMILLO, SORAYA ELENA: 1025
 LIMIÑANA MORCILLO, RUBÉN: 1059
 LÓPEZ - GAMBOA, MARCO VINICIO: 1135

LÓPEZ BANET, LUISA: 769
 LÓPEZ CIRUGEDA, ISABEL: 271
 LÓPEZ DE LA RICA CORTÉS, MARA: 751
 LÓPEZ LOZANO, LIDIA: 1317
 LÓPEZ LUENGO, MARÍA ANTONIA: 271, 305
 LÓPEZ SANTOS, SANDRA: 879
 LÓPEZ SERRANO, MIGUEL JESÚS: 451
 LÓPEZ, MARÍA ANTONIA: 299
 LÓPEZ-FERNÁNDEZ, MARÍA DEL MAR: 811
 LÓPEZ-GAY, RAFAEL: 589
 LÓPEZ-QUIRÓS, ADRIÁN: 65
 LÓPEZ-SIMÓ, VÍCTOR: 738
 LORCA MARÍN, ANTONIO ALEJANDRO: 517
 LORENZO FLORES, MARÍA: 629
 LORENZO MARTÍN, ELVIRA: 333
 LORENZO, MARÍA GABRIELA: 469, 471, 483
 LORENZO-RIAL, MARÍA A.: 139
 LOZANO LUCIA, OSCAR RAÚL: 1259
 LOZANO MURCIEGO, ÁLVARO: 265
 LUCHA LÓPEZ, PEDRO: 395, 499
 LULL NOGUERA, CRISTINA: 403
 LUPIÓN COBOS, TERESA: 763, 781, 1097

M

MALLO-FAURE, NATALIA: 247
 MANASSERO-MAS, MARÍA ANTONIA: 1403
 MANFREDI, MARÍA BELÉN: 491
 MANZANO ZAMBRUNO, JAVIER: 714
 MARBÀ TALLADA, ANNA: 157
 MARCOS-MERINO, JOSÉ MARÍA: 423, 1393, 1397
 MARFIL-CARMONA, RAFAEL: 843
 MARÍN ESPINOSA, SERGIO: 35
 MARÍN HERRERA, BASTIAN: 1325
 MAROTO GAMERO, RAFAEL MIGUEL: 1285
 MÁRQUEZ BARGALLÓ, CONXITA: 157, 721, 1331
 MARTÍN GARCÍA, JORGE: 505, 575
 MARTÍNEZ AZNAR, M^a MERCEDES: 671, 1285
 MARTÍNEZ BORREGUERO, GUADALUPE: 563
 MARTÍNEZ CARMONA, MARINA: 769
 MARTÍNEZ GARCÍA, BLANCA: 85
 MARTÍNEZ LÓPEZ, ÁLVARO: 1239
 MARTÍNEZ LOSADA, CRISTINA: 543
 MARTÍNEZ TORREGROSA, JOAQUÍN: 1059
 MARTÍNEZ-CHICO, MARÍA: 589
 MARTÍNEZ-GALAZ, CAROLINA: 73
 MARTÍNEZ-LAPUENTE, LETICIA: 971, 977
 MARTÍN-FERNÁNDEZ, FRANCISCO DE SALES: 923
 MARTÍN-GÁMEZ, CAROLINA: 109, 351, 381
 MARTÍN-GARCÍA, JORGE: 855
 MARTÍN-PECIÑA, MARÍA: 311
 MARTÍN-SÁNCHEZ, MARÍA JESÚS: 923
 MATEO GONZÁLEZ, ESTER: 505, 732
 MATEOS JIMÉNEZ, ANTONIO: 299, 685
 MATEOS NÚÑEZ, MILAGROS: 563
 MAYORAL, OLGA: 91

MAYORAL GARCÍA-BERLANGA, OLGA: 185, 255, 289, 299
 MAZAS GIL, BEATRIZ: 429, 1359
 MEDINA QUINTANA, SILVIA: 451
 MELO NIÑO, LINA VIVIANA: 903
 MEMBRILLO DEL POZO, ALBERTO: 451, 991, 1179, 1377
 MENARGUES MARCILLA, ASUNCIÓN: 1059
 MENESES VILLAGRÁ, JESÚS ÁNGEL: 999
 MENESES, ALEJANDRA: 73
 MÉRIDA SERRANO, ROSARIO: 1205
 MÍGUEZ-RODRÍGUEZ, LUIS: 775
 MOLINA-NAVARRO, MARÍA MICAELA: 941
 MONTEIRA, SABELA F.: 665
 MORA MÁRQUEZ, MANUEL: 991, 1019, 1377, 1435
 MORAGA-TOLEDO, SYLVIA: 1325
 MORÓN MONGE, HORTENSIA: 714, 897, 1037
 MOYA LÓPEZ, CRISTINA: 271
 MOYA RIVEROS, CONSUELO: 459
 MUÑOZ DOMÍNGUEZ, ANA ISABEL: 1409
 MUÑOZ MARTÍNEZ, DANIELA: 369, 523
 MUÑOZ MUÑOZ, ALBERTO: 1186
 MUÑOZ TINOCO, MARÍA VICTORIA: 1165
 MUÑOZ-GARCÍA, ISABEL MARÍA: 451

N

NAPAL FRAILE, MARÍA: 437, 537, 607
 NARANJO CORREA, FRANCISCO: 563
 NEBOT, TERESA: 941
 NICOLÁS CASTELLANO, CAROLINA: 1059
 NIETO-RAMOS, MARINA: 1067

O

OCELLI, MARICEL: 1049
 ODETTI, HÉCTOR SANTIAGO: 491
 OLIVA, JOSÉ MARÍA: 745, 953, 1043, 1383
 OLIVARES-PETIT, CARLA: 1173
 OLIVERAS PRAT, BEGOÑA: 721
 ORTEGA LASUEN, UNAI: 793
 ORTEGA QUEVEDO, VANESSA: 271, 299, 891, 915
 ORTEGA TORRES, ENRIC: 1265
 ORTIZ CÁRCAMO, NICOLÁS: 369
 ORTIZ-REVILLA, JAIRO: 1351
 OUARIACHI-PERALTA, TANIA: 327

P

PALACIOS-AGUNDEZ, IGONE: 1365
 PALMA-JIMÉNEZ, MIRIAM: 1337
 PALOMARES PERÉZ, HILMER: 1173
 PALOMERA-ROJAS, PAMELA: 73
 PAMPLONA, SONIA: 35, 305
 PANSERA-DE-ARAUJO, MARIA CRISTINA: 1103
 PAÑOS MARTÍNEZ, ESTHER: 271, 299, 529
 PAREDES RUIZ, PEDRO: 583

PASCUAL, LUIS: 941
 PASTOR, SARA: 537
 PASTOR-MENDOZA, JULIO: 1089
 PEDRERA, OIER: 793, 861
 PEÑA ILLARRAMENDI, AINARA: 637
 PERALES-PALACIOS, JAVIER: 601
 PERDOMO ÁVILA, CAMILO ERNESTO: 929
 PÉREZ FLORES, JOSÉ LUIS: 653
 PÉREZ RODRÍGUEZ, UXÍO: 139, 1447
 PÉREZ TORRES, MIQUEL: 1331
 PÉREZ, CLAUDIA: 941
 PÉREZ-BUENO, BEATRIZ: 35, 305, 1115
 PÉREZ-CASTELLANOS, ZAIDA: 1253
 PÉREZ-MACEIRA, JORGE J.: 121
 PILAR TIERNO, SANDRA: 247
 PILOSU, VITTORIO: 423
 PINA DESFILIS, TATIANA: 91, 185
 PIPITONE VELA, CAROLINA: 1151, 1199
 PLA-PUEYO, SILA: 727
 PONCE-ANTÓN, GRACIELA: 429
 PONSODA, XAVIER: 941
 PONS-VÁZQUEZ, SHEILA: 445
 PONTES GARCÍA, ÁNGEL: 1143
 PONTES PEDRAJAS, ALFONSO: 1143
 PONZ-MIRANDA, ADRIÁN: 233, 357
 POZUELO MUÑOZ, JORGE: 757
 PUEYO ANCHUELA, ÓSCAR: 575
 PUIG MAURIZ, BLANCA: 121, 209, 1305

Q

QUEIRUGA-DIOS, MIGUEL ÁNGEL: 339
 QUESADA, ANTONIO: 311
 QUÍLEZ ROBRES, ALBERTO: 732
 QUINTANILLA GATICA, MARIO: 369, 523, 1271
 QUINTERO, TERESA: 483

R

RADUÁN, M. ÁNGELES: 941
 RAMÍREZ FLÓREZ, YURANI ANDREA: 659
 RAMÍREZ-SEGADO, ALEJANDRA: 53, 79, 145
 RAMÓN FERNÁNDEZ, FRANCISCA: 403
 RAMÓN-BALLESTA, ALEJANDRO: 727
 RAMOS MIRAS, JOSÉ JOAQUÍN: 1019, 1205, 1377, 1435
 RAMOS, DAVID: 941
 RAMOS-GARCÍA, ANA MARÍA: 727
 RAMS SÁNCHEZ, SUSANA: 727, 787
 RASINO, MICAELA: 1049
 REGODÓN MATEOS, JOSÉ ANTONIO: 1219
 REINA VÁZQUEZ, MARTA: 305
 REINA, MARTA: 35
 REINOSO-TAPIA, ROBERTO: 333, 1129
 RETANA ALVARADO, DIEGO A.: 1135, 1232
 REY CUBERO, ALEXANDRA: 1059
 REY ROZAS, RAQUEL: 1371

- REYES, JOSÉ: 299
 RÍOS QUINTERO, NOEMÍ: 459
 RIPOLLÉS, ALBA: 941
 RIVADULLA-LÓPEZ, JUAN-CARLOS: 621, 1239, 1245
 RIVERO GARCÍA, ANA: 1165, 1317
 ROBLES MORAL, F. JAVIER: 1083, 1455
 ROBREDO, BEATRIZ: 971, 977
 RODRÍGUEZ CASALS, CARLOS: 575
 RODRÍGUEZ LAGUNA, M. TERESA: 671
 RODRÍGUEZ ORTEGA, PILAR GEMA: 1179
 RODRÍGUEZ PÉREZ, LUCÍA: 1317
 RODRÍGUEZ VARGAS, NUBIA: 929
 RODRÍGUEZ-ARTECHE, IÑIGO: 671, 1089
 RODRÍGUEZ-LOINAZ, GLORIA: 115, 1365
 RODRÍGUEZ-LOSADA, NOELA: 209
 RODRÍGUEZ-MARÍN, FÁTIMA: 1067
 RODRÍGUEZ-SERRANO, MARÍA: 53, 79, 145
 ROGGIO, MARÍA ANGELINA: 1049
 ROJAS-TRIVIÑO, ALBERTO: 929
 ROJO-SABIO, ROSA: 601
 ROMERO ARIZA, MARTA: 311, 1277
 ROMERO FERNÁNDEZ, RAQUEL: 837
 ROMERO FICA, DAVID: 1173
 ROMERO LÓPEZ, MARÍA DEL CARMEN: 133, 377, 817
 ROS, GERMÁN: 671, 1089
 ROSA CINTAS, SERGIO: 1059
 ROYO-TORRES, RAFAEL: 233, 357
 RUBIO GARCÍA, SEBASTIÁN: 1019, 1377, 1435
 RUIZ CONSTÁN, ANA: 85
 RUIZ GALLARDO, JOSÉ REYES: 271, 529
 RUIZ MÉNDEZ, CAMILO: 265
 RUIZ PASTRANA, MERCEDES: 191, 305
 RUIZ, CAMILO: 263, 277, 299
 RUIZ-NAVARRO, ANA: 151
- S
- SÁEZ-BONDÍA, MARÍA JOSÉ: 505
 SÁIZ-MANZANARES, MARÍA CONSUELO: 339
 SALE, VIVIANA: 423
 SÁNCHEZ CEPEDA, J. SAMUEL: 409, 983
 SÁNCHEZ GÓMEZ, PEDRO JUAN: 1409
 SÁNCHEZ MARTÍN, JESÚS: 965, 1421
 SÁNCHEZ RUIZ, RAQUEL: 271
 SÁNCHEZ, SUSANA: 241
 SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, LUIS: 451
 SANJOSÉ, VICENTE: 909
 SANTOS MUÑOZ, LORENA: 653
 SANZ ALONSO, JOSU: 613, 637, 1429
 SANZ DE LA CAL, ESTHER: 699, 1351
 SATRÚSTEGUI MORENO, AMAYA: 732
 SEOANE, M. EUGENIA: 47
 SEPÚLVEDA PÉREZ, MARÍA BEATRIZ: 1271
 SERÓN TORRECILLA, FRANCISCO JAVIER: 575
 SESTO VARELA, VANESSA: 511, 629
 SILVA, MÁRCIA GORETTE LIMA DA: 157
 SILVA-DÍAZ, FRANCISCO: 377
 SIRY, CHRISTINA: 665
- SOLANO MARTÍNEZ, ISABEL: 321
 SOLBES MATARREDONA, JORDI: 751, 1259
 SOLÉ, CATERINA: 825
 SOLÍS RAMÍREZ, EMILIO: 1291
 SOLÍS-ESPALLARGAS, CARMEN: 363, 897
 SORIANO SOTO, MARÍA DESAMPARADOS: 403
 SOSSA AGUDELO, LAURA CAMILA: 197
 SUÁREZ LÓPEZ, RAFAEL: 299
- T
- TE HESSEN, KERSTIN: 665
 TENA, ÈLIA: 555
 THIBAUT TADEO, ELENA: 1259
 TORRES PAYÁ, INÉS: 1186
 TORRES PORRAS, JERÓNIMO: 451, 1205
 TORRES, JOSEMA: 941
 TORRES-BLANCO, VERÓNICA: 351, 381
 TORRES-PRIORIS, AGUSTINA: 109, 787
 TRIGO, MAIZA: 665
- U
- ULL SOLÍS, M. ÀNGELS: 185
 URIZ DORAY, IRANTZU: 437, 607
- V
- VALLÉS RAPP, CRISTINA: 271, 1371
 VALVERDE PÉREZ, MAGDALENA: 321
 VALVERDE-CRESPO, DANIEL: 41
 VARELA BELLOSO, GABRIELA: 477
 VARELA-LOSADA, MERCEDES: 139, 1447
 VÁZQUEZ BEN, LUCÍA: 1075
 VÁZQUEZ BERNAL, BARTOLOMÉ: 1232, 1299
 VÁZQUEZ-ALONSO, ÁNGEL: 1403
 VÁZQUEZ-DORRÍO, JOSÉ BENITO: 339
 VÁZQUEZ-PRADA BAILLET, DIEGO: 395
 VÁZQUEZ-VÍLCHÉZ, MERCEDES: 327, 377, 601
 VEGA AGAPITO, M^a VICTORIA: 891, 959, 1129
 VEGA-MARCOTE, PEDRO: 139
 VELÁSQUEZ SEMPER, FRANCISCO: 369
 VENEGAS ESPINOZA, JENNIFER: 653
 VERDUGO PERONA, JOSÉ JAVIER: 445
 VICENTE, JUAN JOSÉ: 1383
 VÍCTOR ORTEGA, MARÍA DOLORES: 965
 VILA TURA, LAURA: 721
 VILCHES PEÑA, AMPARO: 185, 289
 VÍLCHÉZ GONZÁLEZ, JOSÉ MIGUEL: 35, 59, 305, 799, 843
 VÍLCHÉZ, JOSÉ EDUARDO: 35, 59, 305
 VILLAMIL VILLAR, WILLIAM ANIBAL: 1025
 VILLAR LÓPEZ, MARÍA: 805
 VITE, NICOLAS: 299
- W
- WILMES, SARA: 665

Y

YLLANA PRIETO, FÉLIX: [345](#), [935](#)

Z

ZALDUA SARASOLA, Iñaki: [637](#)

ZAMBRANO ABAZUA, Jecsán: [1271](#)

ZUDAIRE RIPA, Isabel: [437](#), [607](#)

ZULUAGA GÓMEZ, Sara Cristina: [197](#)

LÍNEA 1

EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

LÍNEA 1. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

Comunicaciones

¿Debe intervenir la ciencia en nuestra vida cotidiana? Reflexiones de futuros docentes de Educación Primaria

Marta Reina¹, Beatriz Pérez-Bueno¹, Marta Ceballos¹, José Eduardo Vílchez¹, José Miguel Vílchez-González², Remo Fernández Carro³, Federico Agen⁴, Rafael Campillos Ladero⁴, Sergio Marín Espinosa⁴, Sonia Pamplona⁴, Ángel Ezquerro⁴

¹Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla). mreina@ceuandalucia.es; bperez@ceuandalucia.es; mceballos@ceuandalucia.es; jvilchez@ceuandalucia.es

²Universidad de Granada. jmvilchez@ugr.es

³Universidad de Castilla - La Mancha. JoseRemo.Fernandez@uclm.es

⁴Universidad Complutense de Madrid. fagen@ucm.es; rcampillos@ucm.es; smarines@pas.ucm.es; spamplon@ucm.es; angelezq@ucm.es

RESUMEN: El presente trabajo recoge la visión de los estudiantes del Grado de Educación Primaria de cuatro universidades españolas sobre dónde debería intervenir la ciencia en la vida diaria. De sus respuestas emergieron tres familias de categorías. La primera está constituida por *escenarios* como Salud, Tecnología, Alimentación, etc. Además, para algunas de estas situaciones, parte de los alumnos citaron distintas *funciones* de la ciencia y/o *límites* a la misma, estableciéndose así estas otras dos familias de categorías. Tras el análisis frecuencial y de las coocurrencias entre categorías, se obtuvo que Salud y Tecnología fueron los escenarios más citados y en los que más funcionalidad ven los alumnos que tiene la ciencia para su día a día. Sin embargo, es en el ámbito tecnológico donde más necesidad ven de establecer unos límites o condicionantes cívicos a la ciencia.

PALABRAS CLAVE: Ciencia y ciudadanía, Funcionalidad de la ciencia, Docentes en formación, Educación Primaria.

ABSTRACT: In this work, the ideas of Primary teacher trainees from four Spanish universities are collected. They were asked about the different aspects of our daily lives where science should be present. Three categories emerged, the first one being the different *scenarios* where they can find science. The other two are those of the *functions* of science and the *limits* it should have. After the analysis of frequencies and co-occurrences between the first category and the other two, it was found that Health and Technology are the most widely cited by our students and those in which they find more functionality in their daily lives. However, it is in technology where they find more need to establish limits or civic restraints on science.

KEYWORDS: Science and citizenship, Functionality of science, Teacher trainees, Primary teaching.

MARCO TEÓRICO

Es necesario formar científicamente a la población, de manera que sea crítica a la hora de interpretar y, en última instancia, decidir en múltiples cuestiones de su vida cotidiana. Esta formación, que alcanza todos los ámbitos en los que se desenvuelven los ciudadanos, empieza en la escuela. Domènech-Casal (2018) recoge el término anglosajón *Scitizenship*

para referirse a la componente científica de la ciudadanía y reflexiona sobre cómo esta dimensión debe desarrollarse desde el ámbito escolar. La propuesta que dibuja es que nuestros estudiantes crezcan desde pequeños en su capacidad de comprender para decidir y actuar con criterio. Esta visión crítica implica necesariamente estar también abierto a considerar posibles aspectos negativos derivados, por ejemplo, del mal uso de la ciencia (Caballero, Paraná y Coca, 2018). Por otra parte, ciencia y tecnología van de la mano, lo que a menudo conduce en nuestra sociedad a valorar la ciencia por su capacidad para resolver problemas (Acevedo, 2006). Así, con frecuencia importan más los resultados prácticos que la comprensión de los conceptos que hay detrás de estos y que los sustentan. Esto supone un reto en la formación científica del alumnado, pero al mismo tiempo puede ser un aliciente para ellos si se guía adecuadamente. En este sentido y centrándonos en nuestros estudiantes, futuros docentes de Educación Primaria, nos parece importante constatar si saben reconocer la ciencia presente en distintos ámbitos de la sociedad. Este debe ser el primer paso para que en su futuro desempeño profesional puedan identificar dónde hay ciencia, cómo es percibida por la población (y, previsiblemente, por sus alumnos) y contribuir a conseguir la alfabetización científica de la ciudadanía.

METODOLOGÍA

El estudio exploratorio y descriptivo que aquí se presenta forma parte de un trabajo más amplio sobre la identificación de contextos científicos en la sociedad por parte de futuros docentes de Educación Primaria. En su fase inicial, los estudiantes de este Grado debían responder a la pregunta: *¿En qué cuestiones de la vida cotidiana de los ciudadanos debe intervenir la ciencia?* Esta pregunta se formuló en el contexto de un curso para trabajar los aspectos sociocientíficos en la formación de maestros (Vílchez et al., 2021). La visión del profesorado en formación sobre esta cuestión fue recogida de forma individual, sin ninguna consigna previa, en una actividad de aula ligada a su formación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Muestra

La actividad fue realizada durante el curso 2019-2020 por 250 estudiantes (191 mujeres y 59 hombres) pertenecientes a cuatro centros universitarios españoles del Grado de Educación Primaria situados en las Comunidades Autónomas de Madrid (63,9%), Andalucía (25,7%) y Castilla y León (10,4%).

Análisis de datos

Con el apoyo del software Atlas.ti, se realizó un análisis del contenido de las respuestas y, tras un proceso iterativo de los investigadores que incluyó la contrastación con la bibliografía, se clasificó la información en familias de categorías. Para el análisis de los datos se calcularon las frecuencias de las categorías y de las coocurrencias.

RESULTADOS

Las respuestas se clasificaron en tres familias de categorías. La primera corresponde a *escenarios* de la vida cotidiana donde los estudiantes creen que debe intervenir la ciencia. Algunos alumnos por iniciativa propia fueron más allá en sus respuestas, considerando algunas de sus aplicaciones, lo que llevó a establecer una segunda categoría denominada *funciones*. Otros propusieron además ciertos *límites* al uso de la ciencia, considerándose así esta tercera categoría.

La Tabla 1 muestra los resultados preliminares de las categorías surgidas del análisis con sus correspondientes frecuencias y descripción.

Tabla 1. Descripción de las categorías y sus frecuencias.

Categoría: <i>Escenarios</i>	Descripción	Frecuencia
Salud	Medicina, bienestar (físico, mental y social), otros.	84%
Tecnología	Avances tecnológicos, TIC (hardware, software), otros.	54%
Medio Ambiente	Energías, recursos y residuos, otros.	49%
Alimentación	Alimentos, nutrición, dieta (equilibrio), procesos (conservación, cocina, envasado, aditivos, etiquetado, etc.)	44%
Educación	Formal, no formal, informal.	30%
Medios de transporte	Mencionan que la ciencia se encuentra detrás de la aparición de los distintos medios de transporte y sus avances.	24%
Acción pública	Economía, política, otros.	17%
Ramas del saber	Mencionan disciplinas científicas o sus objetos de estudio	12%
Medios de comunicación	Tradicionales, RRSS/internet, TIC (herramientas de comunicación), publicidad.	8%
Categoría: <i>Funcionalidad</i>	Descripción	Frecuencia
Funcionalidad y aplicabilidad	La intervención de la ciencia en cuestiones de la vida cotidiana puede ayudar a la formación personal y social, a la funcionalidad personal y social, investigar, arbitrar, divulgador.	45%
Categoría: <i>Límites</i>	Descripción	Frecuencia
Límites y condicionantes cívicos	Éticos/religiosos, Medioambientales, a posibles usos perversos, políticos, discutibles.	7%

Con respecto a la primera categoría, correspondiente a escenarios, Salud es la cuestión de la vida cotidiana donde más debería intervenir la ciencia según el alumnado, con una frecuencia del 84%. Tecnología, Medio Ambiente y Alimentación son, con un 54%, 49% y 44% respectivamente, los escenarios que le siguen en prioridad.

A pesar de ser futuros docentes, la frecuencia del escenario Educación alcanza el 30%, cercano al de Medios de transporte (24%).

Son menos frecuentes, 17 %, 12% y 8% respectivamente, los escenarios de Acción pública, Ramas del saber y Medios de comunicación.

Al analizar la segunda categoría, se encuentra que el 45% de los alumnos considera importante la funcionalidad que puede tener la ciencia en su vida cotidiana. En sus respuestas describen, por ejemplo, cómo la ciencia puede ayudar en la formación personal y/o social, así como en el desarrollo de competencias individuales. Otros argumentos van más en la línea de la toma de decisiones políticas y de gestión para la mejora de la calidad de vida.

Por otro lado, un menor número de alumnos (7%), pero igualmente interesante, también considera la necesidad de marcar unos límites o condicionantes cívicos a la intervención que la ciencia hace en su día a día.

Teniendo solo en cuenta las respuestas de los alumnos que atribuyeron funcionalidad a los escenarios mencionados, se decidió estudiar las coocurrencias entre ambas categorías. El resultado es que los alumnos ven mayor utilidad a la ciencia en escenarios como Salud y Tecnología, 49,6% y 41,6% respectivamente (ver Tabla 2). A continuación, se muestran dos ejemplos ilustrativos: “*Deben intervenir para descubrir nuevos medicamentos que se necesitan o para curar algunas enfermedades que aún no tienen cura*”, “*La salud, con el fin de que con mayor tecnología se podrían diagnosticar problemas o enfermedades de forma más segura y además de forma mucho más rápida*”.

Aunque con menor coocurrencia, también se puede destacar la función que los estudiantes atribuyen a la ciencia en los ámbitos de Medio ambiente, Educación y Alimentación. “*Debería intervenir en cuestiones del medio ambiente para reducir la contaminación, por ejemplo, como se está haciendo con vehículos ecológicos*”.

Tabla 2. Coocurrencias entre las categorías funcionalidad y escenarios de la ciencia.

Escenarios	Salud	Tecnología	Medio ambiente	Educación	Alimentación	Medios de transporte	Acción pública	Ramas del saber	Medios de comunicación
Funcionalidad	49,6%	41,6%	18,6%	14,2%	11,5%	9,7%	6,2%	4,4%	2,7%

En la Tabla 3 se muestra los porcentajes de las coocurrencias entre las categorías de límites y escenarios de la ciencia. De los alumnos que mencionan la necesidad de establecer límites a la ciencia, el 50% se los confiere a Tecnología. Por ejemplo, un alumno responde diciendo que *la ciencia tiene que avanzar, pero buscando un equilibrio. Esto es, estableciendo unos límites científico-tecnológicos para evitar las amenazas que supone*. Un porcentaje menor también ve preciso limitar la acción de la ciencia en escenarios como Medio ambiente (27,8%), Educación (22,2%) y Sanidad (22,2%)

Tabla 3. Coocurrencias entre categorías límites y escenarios de la ciencia.

Escenarios	Tecnología	Medio ambiente	Salud	Educación	Alimentación	Medios de transporte	Acción pública	Medios de comunicación	Ramas del saber
Límites	50,0%	27,8%	22,2%	22,2%	11,1%	11,1%	5,6%	0%	0%

CONCLUSIONES

Tal y como se ha podido comprobar, Salud es el escenario más popular en el que los futuros docentes de Educación Primaria consideran que la ciencia debería intervenir. Este dato coincide con la última encuesta realizada por la FECYT (2019), que mide la percepción social de la ciencia y la tecnología, en donde se muestra que la mayoría de los españoles están bastante interesados en temas relacionados con la medicina y la salud.

Le sigue Tecnología, lo que nos hace pensar que, para ellos, la tecnología y la ciencia forman un tándem perfecto. De hecho, la sociedad demanda más tecnología tanto para mejorar su calidad de vida como para controlar su gestión (Acevedo, 2006).

Una pista de por qué estos dos ámbitos están arriba en el ranking podría ser el hecho de que los ciudadanos, y por tanto nuestros alumnos, tienen la necesidad de desarrollar una competencia científica en estos contextos sociales tan relevantes para poder tomar decisiones adecuadas en su día a día (Ezquerro y Magaña, 2017).

No solo eso; si además atendemos a que la mayoría de los alumnos que han hablado de funcionalidad de la ciencia lo han hecho refiriéndose a estos dos escenarios, podemos pensar que relacionan su importancia con el papel que adquieren en su vida cotidiana. De hecho, esto también ocurre con Medio Ambiente, Alimentación y Educación, que son los siguientes escenarios en importancia. Esto nos hace estar de acuerdo con Acevedo-Díaz (2004) cuando afirma que cualquier educación científica debe comenzar con una declaración explícita de sus finalidades. Si un alumno comprende la utilidad de la ciencia en cuestiones de la vida cotidiana, entonces es posible que experimente un cambio en sus creencias y expectativas, valorando, por tanto, su aprendizaje.

Ocasionalmente, el desarrollo de las tecnologías produce efectos ambientales no deseados (Di Bello, 2010). Desde hace tiempo múltiples movimientos han cuestionado la neutralidad de la ciencia y el carácter necesariamente benéfico de las nuevas tecnologías (García Guerrero y Foladori, 2015). El hecho de que nuestros alumnos mencionen de forma espontánea unos límites de acción para la ciencia en su vida diaria merece un análisis más profundo que se realizará, junto con el de las funcionalidades, en estudios posteriores.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto *Identificación de Contextos Científicos en la Sociedad. Herramientas para Docentes y Ciudadanos* (RTI2018-094303-A-I00) del Ministerio de Economía y Competitividad, correspondiente al Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2019-21.

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.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.01
- Acevedo, J. A. (2006). Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 3(2), 198-219.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2006.v3.i2.03
- Caballero, I., Paraná, A. y Coca, J. R. (2018). Reflexiones teóricas sobre la necesidad de humanizar las ciencias experimentales en los procesos didácticos. *Argumentos de Razón Técnica* 21, 13-24.
<http://doi.org/10.12795/Argumentos/2018.i21.01>
- Di Bello, M. E. (2010). El problema de la utilidad social del conocimiento científico en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. *Question/Cuestión* 1(27).
<https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/question/article/view/1017>.
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1105.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i1.1105>
- Ezquerro, A. y Magaña, M. (2017). Identificación de contextos tecnocientíficos en el entorno del ciudadano: estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias* (Extra), 645-650.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT (2019). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología, 2018*. Ministerio de Ciencia e Innovación. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- García Guerrero M. y Foladori G., (2015). Los límites del enfoque técnico en las Nanotecnologías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(3), 508-519.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.08
- Vílchez, J. E., Fernández-Carro, J. R., López-Luengo, M. A. et al. (2021). Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Diseño, estructura e implementación de un curso formativo para futuros docentes. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.352-360). APICE y Universidad de Córdoba. ISBN: 978-84-09-28033-9

¿Qué criterios utiliza un conjunto de estudiantes de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) para valorar información sobre ciencia de Internet?

Daniel Valverde-Crespo¹, Antonio de Pro-Bueno².

¹IES Ricardo Ortega. daniel.valverde@um.es

²Faculta de Educación, Universidad de Murcia. nono@um.es

RESUMEN: En esta comunicación se presenta la segunda parte de un estudio descriptivo-exploratorio que constaba de varias fases. En dicho estudio se pretendía describir las competencias digitales del área de información que manifestaba un conjunto de estudiantes de 3º ESO al buscar y valorar información sobre una temática científica (la lluvia ácida) en Internet. La primera parte, ya publicada (Valverde, de Pro y González, 2020), se centró en el proceso de navegación y búsqueda de información. Esta segunda parte se centra en describir la valoración de información y, dentro de ese objetivo, en el estudio de los criterios utilizados por los participantes en sus valoraciones. Los resultados permiten conocer en qué basan sus valoraciones los participantes y conocer las competencias digitales que tienen adquiridas.

PALABRAS CLAVE: Competencia digital. Lluvia ácida. Educación Secundaria.

ABSTRACT: This paper presents the second part of a descriptive-exploratory study that consisted of several phases. The aim of this study was to describe the digital competences in the area of information that a group of 3rd course of Secondary Education students manifested when searching and evaluating information on a scientific topic (acid rain) on the Internet. The first part, already published (Valverde, de Pro y González, 2020), focused on the process of browsing and searching for information. This second part focuses on describing the evaluation of information and, within this objective, above the study of the criteria used by the participants in their evaluations. The results allow us to know what the participants base their assessments on and to know the digital competences they have acquired.

KEYWORDS: Digital competence. Acid rain. Secondary Education.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se encuentra disponible una gran cantidad de información en Internet, de cualquier calidad, sobre temáticas científicas (salud, vacunación, problemas ambientales, etc.). Dicha información se encuentra al alcance de cualquier persona y su consumo es elevado, según datos del Instituto Nacional de Estadística de España (INE, 2021).

En este sentido, se lleva alertando desde hace años de los riesgos que puede suponer la difusión de información a través de Internet, redes sociales, etc., tales como la sobresaturación informativa, problemas de fiabilidad, presencia de sesgos u omisiones, mercadotecnia, afirmaciones de tipo pseudocientífico sobre diversos temas como las vacunas, salud, nutrición, cambio climático, etc. (de Pro, 2012; Valverde, de Pro y González, 2018).

Esta situación también afecta a nuestros jóvenes ya que como muestran los datos aportados por la Fundación Española de la Ciencia y la Tecnología (FECyT, 2021), Internet es el medio más usado por los jóvenes de 15 a 24 años para acceder a información sobre ciencia y tecnología. De este modo, ser competente para saber valorar la fiabilidad de una información sobre ciencia se ha convertido en una de las necesidades que exige la sociedad y, por ello, la escolaridad debe dar respuesta a este desafío.

Así, la presente comunicación tiene el objetivo de describir las competencias que manifiesta un conjunto de estudiantes de educación secundaria cuando valora una información de Internet sobre una temática científica. De forma más concreta, el objetivo también abarcará el estudio de los criterios que los participantes utilizarán para realizar sus valoraciones.

ANTECEDENTES

Valorar la información de Internet forma parte de la competencia digital. El marco conceptual para esta competencia en Europa es el Digcomp: A Framework for Understanding and Developing Digital Competence in Europe (Ferrari, 2013). Este marco divide la competencia en cinco áreas relacionadas y esta comunicación se centra en la de información que, a su vez, tres subcompetencias: navegación, búsqueda y filtrado; evaluación; y almacenamiento y recuperación. Así, esta comunicación se centra en la “evaluación de información” que, entre otros, presenta los siguientes descriptores:

- *"Comprende la fiabilidad de las diferentes fuentes".*
- *"Juzga la validez del contenido que se encuentra en Internet o en los medios, evalúa e interpreta la información".*
- *"Evalúa la utilidad, oportunidad, precisión e integridad de la información".*

Aportaciones previas realizadas con diferentes metodologías han puesto de manifiesto las dificultades que muestran los estudiantes en edad adolescente para valorar información de Internet (Calvani et al., 2012; Colwell et al., 2013), así como para detectar errores o la presencia de publicidad en los contenidos (Valverde, 2018¹).

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

En el estudio participaron 78 participantes de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (14 – 15 años) de tres Institutos de Educación Secundaria públicos de Murcia. Todos cursaban la materia de Física y Química, obligatoria en dicho nivel educativo.

Experiencia realizada

Se propuso una experiencia, a modo de actividad, en la que los participantes tuvieron que utilizar sus competencias para buscar y evaluar información de Internet.

La actividad propuesta se llevó a cabo en sus aulas. En primer lugar, se propusieron una serie de cuestiones sobre la temática de la lluvia ácida que tendrían que resolver mediante una búsqueda de Internet individual. Cada participante dispuso de un ordenador, ordenador portátil o Tablet. Se podían seleccionar libremente un máximo de 2 sitios web para resolver las cuestiones planteadas.

¹ <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/61779>

Para el análisis de los resultados de la actividad, esta se dividió en tres fases:

- Fase 1: Proceso de búsqueda de información (Valverde, de Pro y González, 2020).
- Fase 2: Uso de la información para resolver las cuestiones (Valverde, de Pro y González, 2020)
- Fase 3: Centrada en el proceso de evaluación de las fuentes seleccionadas.

Esta comunicación se centra de forma exclusiva en la fase 3. En ella se pedía que calificaran la fiabilidad de las páginas web que habían utilizado, justificando y argumentando dicha valoración (Figura 1).

PARTE III: Por último, responde a estas cuestiones sobre las páginas web que has seleccionado.	
Género Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>	
IES:	Curso: 3° <input type="checkbox"/> 4° <input type="checkbox"/>
Por favor, indica las páginas web que has utilizado	
Página web 1	
Página web 2	
1 – Indica el grado de fiabilidad que le das a la información de cada página web que hayas seleccionado y justifica brevemente por qué le has otorgado dicha fiabilidad	
Página web 1:	
Me fío: Mucho [] Poco [] Nada []	
Indica por qué:	

Página web 2:	
Me fío: Mucho [] Poco [] Nada []	
Indica por qué:	

Figura 1. Instrumento de recogida de información.

Vaciado de la información

Para analizar y valorar los criterios y argumentos empleados por los participantes en sus respuestas se aplicó un procedimiento de categorización cerrada, elaborado a partir de los trabajos de Fornás (2003) y Martínez (2016). Con este modelo se pretende clasificar los criterios empleados y describir la adecuación con la que son utilizados de acuerdo a una referencia escolar deseable. Dicho modelo de vaciado se expone en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios para valorar la fiabilidad por estudiantes de educación secundaria (adaptado de Fornás,2003; Martínez, 2016).

Criterio	Descripción
Criterios de solidez alta	
Autoría y credenciales	El participante identifica explícitamente al responsable o responsables del contenido de una página, así como sus credenciales y/o datos de contacto. Asigna mayor fiabilidad a autores colectivos de instituciones oficiales (investigadores, universidades, etc.) que a individuos.
Independencia e imparcialidad	El participante señala de forma explícita la presencia o ausencia de opiniones, mensajes publicitarios, sesgos, etc.
Fuentes de procedencia	El participante explicita si el contenido proporciona sus fuentes bibliográficas (referencias, enlaces, etc.). Además, valora la fiabilidad o pertinencia de dichas fuentes.
Inteligibilidad	El participante valora la fiabilidad apoyándose en el contenido del sitio web.

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

	<ul style="list-style-type: none"> - Lenguaje y comprensibilidad: Identifica la claridad en la expresión de las ideas y en la facilidad de su comprensión por parte del lector. - Corrección lingüística: Identifica corrección o incorrección ortográfica y gramatical. - Originalidad y alteraciones: Identifica si el contenido es original o es inspirado, copiado, etc., de otras fuentes o bien si se trata de extractos, resúmenes, etc., de otras fuentes. - Consistencia: Detecta la presencia de errores, contradicciones internas, etc., como un aspecto negativo a la fiabilidad.
Método de Publicación	Identifica o conoce los filtros o medios que debe superar el contenido para ser publicado
Criterios de solidez media	
Vigencia	El participante identifica la fecha de creación del contenido y valora su actualidad.
Utilidad	El participante identifica que el contenido se adapta a sus necesidades o si pertenece al tipo de audiencia al que está destinado.
Popularidad	El participante identifica la popularidad de la web por su reputación, fama, amplia difusión de sus contenidos, etc.
Conocimientos previos	El participante alude a sus conocimientos sobre el contenido.
Comparación entre webs	El participante compara el contenido de dos o más páginas web.
Criterios de solidez baja	
Uso previo de forma exitosa	El participante se refiere a usos anteriores que ha hecho de la página web que le proporcionan un grado de confianza sobre la misma.
Posicionamiento en buscadores	El participante indica que el sitio web se encuentra entre los primeros enlaces propuestos por los buscadores de Internet.
Criterios sin solidez	
Otros criterios	El participante expresa criterios que no permiten realizar una valoración explícita o justificada de la fiabilidad.

RESULTADOS

Para resolver las tareas implicadas en las fases 1 y 2 del estudio (Valverde, de Pro y González, 2020), los participantes seleccionaron las páginas web que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Páginas web elegidas por los participantes.

Página web	Frecuencia (F%)	Página web	Frecuencia (F%)
National Geographic	39,1%	Epa.gov	5,8%
Wikipedia	23,7%	Inecc	3,8%
LaReserva.com	12,8%	Otras	14,7%

Como se observa, las más seleccionadas fueron la página web de National Geographic y Wikipedia. La categoría de “Otras” abarca un conjunto de páginas web que fueron elegidas con una frecuencia inferior a 3 participantes (menos del 2%).

Después, en la fase 3, cada participante tenía que valorar la fiabilidad de las páginas web que había seleccionado y utilizado de acuerdo a tres posibilidades: Mucha, Poca o Nada. Los resultados se recogen en la Figura 2.

Como se observa, la mayoría de valoraciones hacia la fiabilidad fueron positivas en todas las páginas web. Ningún participante indicó no encontrar nada de fiabilidad, lo que permite interpretar que los participantes depositan su confianza en la información que han buscado.

Los estudiantes tenían, además, que justificar estas valoraciones de la fiabilidad. Los criterios obtenidos en sus respuestas (agrupados según el referencial expuesto en la Tabla 1) se exponen en la Tabla 3.

En primer lugar, se observa que la mayoría de criterios empleados tienen una solidez alta lo que, a priori, puede suponer una situación deseable. Sin embargo, se va a describir a continuación cómo son usados los criterios.

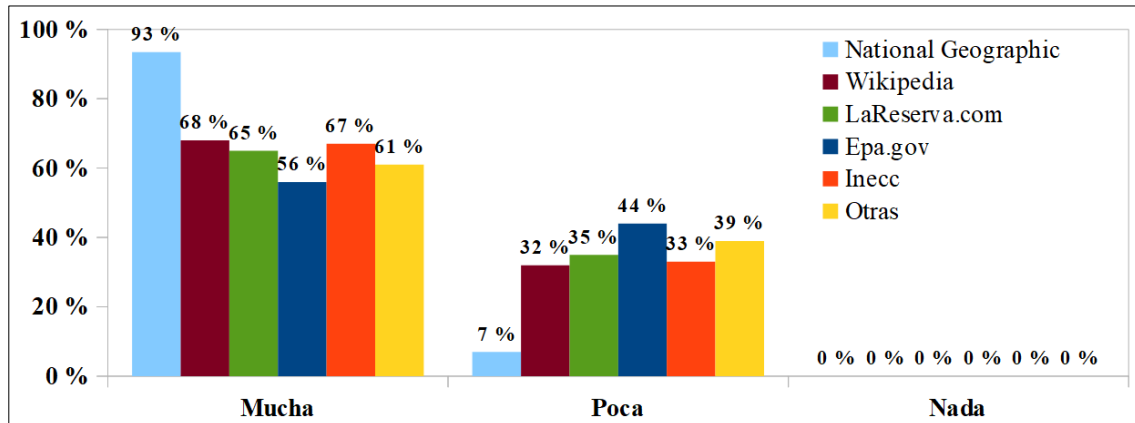


Figura 2. Valoraciones de la fiabilidad.

Tabla 3. Criterios utilizados por los participantes.

Criterio	Frecuencia (%)	Criterio	Frecuencia (%)
Popularidad	27,7%	Utilidad	2,3%
Autoría y credenciales	22,6%	Fuentes de procedencia	1,7%
Inteligibilidad	14,1%	Conocimientos previos	0,6%
Uso previo de forma exitosa	6,2%	No sabe	2,3%
Comparación	2,8%	Otros	19,8%
Criterios agrupados según solidez:			
Solidez alta	Solidez media	Solidez baja	Sin solidez
38,4%	33,3%	6,3%	22%

Se han utilizado de forma mayoritaria dos criterios: “Popularidad” y “Autoría y credenciales”. En el primer caso, aluden a que el sitio web es fiable por su fama o por su gran difusión. Esta cuestión resulta de importancia porque que un contenido sea popular indica cierta aceptación, pero no hay una relación inequívoca entre popularidad y fiabilidad.

En el segundo caso, con “Autoría y credenciales”, a priori utilizan criterio de alta solidez, pero un análisis más profundo de sus respuestas revele ciertas carencias. Utilizan este criterio, pero, salvo en algunos casos, no son capaces de identificar de forma explícita los autores y sus credenciales. En su lugar, confunden que la fuente es de autoridad por ser popular y en casi ningún caso diferencian entre el tipo de sitio web utilizado (revista de divulgación, blog, página de una institución oficial, etc.). También se debe indicar que reconocen con mayor facilidad la autoría cuando el contenido se encuentra en la página web de alguna institución (universidad, instituto oficial, etc.), en los escasos casos donde han sido capaces de hacerlo.

Cuando utilizan el criterio de “Inteligibilidad” lo hacen aludiendo a la comprensibilidad del contenido (fácil lectura, explicación sencilla, etc.) pero en ningún caso se valora la corrección ortográfica del mismo ni su consistencia interna.

También utilizan el criterio “uso previo” para justificar su valoración, en algunos casos en combinación con el de popularidad. Esto puede resultar preocupante porque indica que

los estudiantes pueden depositar su confianza en contenidos que les hayan sido útiles de forma previa - para resolver tareas escolares – y en si se trata de un sitio web popular, sin usar criterios de mayor solidez.

El resto de criterios empleados lo hacen con frecuencia mucho menor, destacamos que algunos son de alta solidez, como es detectar la presencia de unas fuentes de procedencia en la página web que consultan (aunque en ningún caso valoran esas fuentes).

Por último, la categoría de “Otros” (aproximadamente un 20%) engloba un conjunto de criterios que no permiten justificar la fiabilidad. Se trata de respuestas cortas y superficiales que suelen indicar aspectos como “fiable”, “completa”, “interesante”, etc. sin aportar mayor argumentación. Esto puede indicar que un amplio conjunto de participantes tiene dificultades para valorar la fiabilidad de una página web, lo que resulta preocupante.

CONSIDERACIONES FINALES

Esta comunicación permite conocer cómo un conjunto de estudiantes valora la información de Internet. Los resultados apuntan a una serie de carencias en sus competencias adquiridas y que pueden servir de base para orientar el desarrollo de propuestas educativas para hacer frente a esta realidad.

REFERENCIAS

- Calvani, A., Fini, A., Ranieri, M. y Picci, P. (2012). Are young generations in secondary school digitally competent? A study on Italian teenagers. *Computers & Education*, 58, 797- 807.
- Colwell, J., Hunt, S. & Reinking, D. (2013). Obstacles to Developing Digital Literacy on the Internet in Middle School Science Instruction. *Journal of Literacy Research*, 45(3), 295-324.
- FECyT (2021). *10.ª Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología – 2020*. Informe completo.
- Fornás, R. (2003). Criterios para evaluar la calidad y fiabilidad de los contenidos en Internet. *Revista Española de Documentación Científica*, 26(1), 75-80.
- INE (2021). [Población que usa Internet de manera frecuente \(al menos una vez a la semana\)](#).
- Martínez, L.J. (2016). Cómo seleccionar información de la web. En Martínez, L.J. (Coord.) *Cómo buscar y usar información científica. Guía para estudiantes universitarios 2016*, (pp.15-24). Unican.
- Pro, A. de (2012). Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por lo tanto, de su enseñanza. En Pedrinaci, E. (Coord.) *Once ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*, (pp. 171-194). Graó.
- Valverde, D., de Pro A. y González, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2105.
- Valverde, D., de Pro, A. y González, J. (2020). Competencia digital de estudiantes de Secundaria al buscar y seleccionar información sobre ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 81-103. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2833>

¿Qué elementos de naturaleza de la ciencia podría aprender nuestro alumnado con fenómenos meteorológicos extremos?

M. Eugenia Seoane¹, Ileana M. Greca², Irene Arriasecq³, Agustín Adúriz-Bravo⁴

¹ECienTec-CIC-, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
mseoane@exa.unicen.edu.ar

²Facultad de Educación, Universidad de Burgos. imgreca@ubu.es.

³ECienTec-CIC-, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
irenearr@exa.unicen.edu.ar

⁴CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

RESUMEN: Los fenómenos meteorológicos extremos parecen constituir un buen ejemplo de lo que se llama “ciencia postnomal”, cuyos problemas solo pueden resolverse con el uso de una red intrincada de disciplinas. En este trabajo se discute, a partir de la revisión de literatura relevante y de entrevistas a destacadas científicas, qué aspectos del quehacer científico asociados a tales fenómenos podrían abordarse en la escuela secundaria desde el enfoque de “*parecidos de familia*” para la naturaleza de la ciencia. La introducción de estas discusiones proporcionaría una visión actualizada de la actividad científico-tecnológica con el objetivo de que el alumnado pueda analizar la información que recibe cada día y sobre las cual debe posicionarse como ciudadano activo.

PALABRAS CLAVE: fenómenos meteorológicos extremos, meteorología, naturaleza de la ciencia, enseñanza de la ciencia.

ABSTRACT: Extreme weather phenomena seem to constitute a good example of what is called “postnomal science”, whose problems can only be solved with the use of the intricate network of disciplines. This paper discusses which aspects of the scientific work associated to those phenomena can be addressed in secondary school from the approach of “family resemblances” to the nature of science. The introduction of these discussions would provide an updated view of scientific and technological activity so that students can analyse the information they receive every day and on which they must position themselves as active citizens.

KEYWORDS: extreme weather events, meteorology, nature of science, science education

INTRODUCCIÓN

El abordaje de la ciencia en el aula desde la perspectiva de la naturaleza de la ciencia (NdC) propicia la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2013). Desde este enfoque se plantea como relevante que los ciudadanos conozcan qué es y cómo se produce y funciona la ciencia actualmente. Para ello, consideramos que es interesante tomar tópicos científicos actuales como eje central de una narrativa interdisciplinar en los que, claramente, pueda observarse que la toma de decisiones de los ciudadanos depende de su comprensión de cómo se produce y valida el conocimiento en esos tópicos y que permitan una generalización de la NdC. La meteorología, base para el estudio de fenómenos climáticos extremos, es un área científica de relevancia para comprender la compleja forma en que se produce el

conocimiento actualmente y en el que se conectan, en una red intrincada (*seamless web*) y sin fronteras claras, áreas como matemáticas, física, tecnología e ingeniería junto con consideraciones económicas, políticas y sociales. A pesar de no ser un área a la que los historiadores de la ciencia le hayan dedicado demasiada atención, la meteorología fue una de las primeras disciplinas científicas en la que los métodos numéricos transformaron la práctica de sus científicos y representó el paso emblemático de la matematización al modelado, a partir del uso del ordenador. Además, como relata Dalmedico (2001), el Proyecto Meteorológico de Princeton, que se desarrolla inmediatamente después del final de la Segunda Guerra Mundial y fue creado en parte por von Neumann, fue concebido explícitamente como un medio para transformar el entorno social en el que se llevaba a cabo la investigación, transformándose de un esfuerzo individual a uno esencialmente colectivo, en el que la comunidad científica comienza a gerenciar grandes proyectos científicos y tecnológicos.

La meteorología involucra el estudio de sistemas complejos. En estos sistemas, los científicos no pueden hacer predicciones completamente certeras, sino solo acercarse a una explicación parcial del fenómeno y a una predicción más o menos exacta de su comportamiento futuro. En los procesos de modelización de estos fenómenos surgen interrogantes tanto para los modeladores como para quienes los interpretan, donde las simulaciones son necesarias, pero no suficientes para abordarlos (Ayestarán y Funtowicz, 2010). Este tipo de interrogantes forma parte de la denominada *ciencia posnormal (CPN)*. En la CPN surgen distintos tipos de “incertidumbre” (técnica, metodológica, epistemológica) que están presentes en las decisiones que se ponen en juego en la propuesta de solución. La CPN propone una extensión de la comunidad de evaluadores más allá de los expertos acreditados, reconociendo que el conocimiento útil a la resolución de las cuestiones complejas, prácticas y políticas de una sociedad es inclusivo y plural. A medida que crece la incertidumbre o lo que se pone en juego, se reconoce la necesidad de extender los evaluadores de calidad. Por ello es tan relevante que los ciudadanos se formen para comprender qué está en juego, dado que es posible que deban, en un momento dado, tomar decisiones, preferiblemente informadas. Para poder utilizar ciertos aspectos estudiados por la meteorología, como los fenómenos meteorológicos extremos, en la elaboración de propuestas multirreferenciales /interdisciplinarias en el aula para esa formación necesaria de los ciudadanos, es necesario analizar qué aspectos de NdC podrían ser abordados. El objetivo de este trabajo es presentar dicho análisis, que será usado como fuente de situaciones para el diseño de una secuencia didáctica para mejorar la alfabetización científica del alumnado de Secundaria.

EL ABORDAJE DEL PARECIDO DE FAMILIA

En un esfuerzo por determinar un marco filosófico para la NdC que sea capaz de transmitir la riqueza y la dinamicidad de la ciencia y que no se reduzca a una enumeración simplista de características, Irzik y Nola (2011) adoptaron el enfoque de “parecidos de familia” de Ludwig Wittgenstein. El enfoque considera las diferentes ciencias naturales como entidades culturales en un contexto de una “familia” con muchas características compartidas que son similares entre las ciencias, así como otros rasgos específicos que hacen que cada ciencia sea única. Esta propuesta da cabida tanto a las características generales como a los rasgos específicos que definen el quehacer científico, asumiendo que no es posible determinar un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para definirlo. Así, la ciencia puede entenderse como un sistema cognitivo y social cuyas actividades de investigación tienen una serie de objetivos que se logran con la ayuda de metodologías y reglas metodológicas y sistemas de certificación y difusión del

conocimiento, y que pueden ser diferentes de una rama del conocimiento a otra. Estos elementos están en consonancia con unas normas institucionales, sociales y éticas. Cuando el alineamiento es exitoso, la ciencia “*en última instancia produce conocimiento y sirve a la sociedad*”. En nuestra opinión, este marco es apropiado para analizar los aspectos epistemológicos de la meteorología que podrían ser considerados en el aula.

METODOLOGÍA

En primer lugar, realizamos una revisión narrativa de la literatura sobre la ciencia meteorológica, considerando investigaciones centradas en el estudio, análisis y divulgación de fenómenos meteorológicos extremos (Rodríguez Jiménez et al., 2004, Petersen, 2012), en la percepción y uso de la incertidumbre de los pronósticos meteorológicos (Kox, 2017), así como los aspectos sociales que influyen en la toma de decisiones frente a eventos meteorológicos extremos (Kox and Thieken, 2017, Alley et al., 2019). A partir de esa revisión, analizamos los elementos epistemológicos particulares que caracterizarían la meteorología como sistema cognitivo y como sistema social, siguiendo la adaptación que hacen Erduran y Dagher (2014) de la propuesta original de Irzk y Nola (2011). Para validar los elementos elegidos, se usaron las entrevistas realizadas por tres de los autores de este trabajo a dos relevantes meteorólogas argentinas, reconocidas a nivel internacional, identificándose en su discurso aspectos emergentes de la revisión narrativa. Así, el origen de las afirmaciones que aparecen en la tabla emerge de la revisión de la literatura y de las entrevistas realizadas.

RESULTADOS

La Tabla 1 sintetiza las definiciones de cada aspecto de NdC propuesto por Erduran & Dagher y las características obtenidas de la revisión, que sería relevante abordar para una mejor comprensión de la NdC si se usase la meteorología como tópico generador.

Del cuadro, podemos inferir cómo la meteorología constituye un claro ejemplo de “seamless web” y de ciencia posnormal. El estudio de fenómenos meteorológicos extremos incluye prácticas y toma de decisiones complejas que se traducen en problemas tecnocientíficos que también son complejos. Estos fenómenos son abordados desde distintas disciplinas como: matemática (parametrización y modelización numérica de las ecuaciones que rigen cada fenómeno natural), física (análisis de procesos físicos, toma de datos de los océanos, del aire, de las nubes, etc.), tecnología e ingeniería (utilización de superordenadores y diseño de simulaciones computacionales para estudiar los fenómenos meteorológicos). En esta “seamless web” intervienen, también, disciplinas sociales como: economía (financiación de las investigaciones y proyección económica de costos y pérdidas frente a ocurrencia de determinados eventos meteorológicos), o la comunicación social (comunicación de la incertidumbre de aspectos tecnológicos, metodológicos y epistémicos; comunicación de los pronósticos para la toma de decisiones).

Tabla 1. Dimensiones del sistema cognitivo-epistémico y del sistema social-institucional de la actividad científica según Erduran y Dagher (2014) y su representación en la meteorología.

Dimensiones del sistema cognitivo-epistémico	Aspectos epistemológicos que podrían abordarse
--	--

Finalidades y valores: “La empresa científica se sustenta en la adhesión a un conjunto de valores que guían las prácticas científicas. Estos objetivos y valores suelen ser implícitos y pueden incluir precisión, objetividad, coherencia, escepticismo, racionalidad, simplicidad, adecuación empírica, predicción, comprobabilidad, novedad, fecundidad, compromiso con la lógica, viabilidad y poder explicativo”.

En la meteorología se busca fundamentalmente mejorar la previsión, dado que su precisión proporciona numerosos beneficios para la sociedad, desde avisos meteorológicos para fenómenos extremos con el fin de proteger a la población hasta la planificación agrícola y el monitoreo sobre energías renovables, entre otros.

Prácticas científicas: “La empresa científica abarca una amplia gama de prácticas cognitivas, epistémicas y discursivas. Las prácticas científicas como la observación, la clasificación y la experimentación utilizan una variedad de métodos para recopilar datos de observación, históricos, o datos experimentales. Las prácticas cognitivas, como explicar, modelar y predecir, están estrechamente vinculadas a prácticas discursivas que involucran argumentación y facilitación”.

Las prácticas científicas características de la meteorología incluyen: observación mediante la teledetección satelital de la atmósfera y la superficie y el uso del modelado numérico (que incluye procesos físicos como toma de datos del aire, de los océanos, de las nubes, etc.) a partir de superordenadores potentes; uso de series históricas.

Inherente a estas prácticas está el concepto de incertidumbre: tanto la incertidumbre “aleatoria” por desconocimiento (en tiempo real) del estado de la atmósfera como la incertidumbre “epistémica”, dado el conocimiento incompleto sobre los factores que influyen en las observaciones meteorológicas y modelos informáticos. Así, las prácticas discursivas, siempre involucran la comunicación de la incertidumbre, en términos de probabilidades, frecuencias o intervalos de confianza, descripciones verbales o representaciones gráficas.

Métodos y reglas metodológicas: “Los científicos se involucran en una investigación disciplinada mediante el uso de una variedad de métodos de observación, investigación y análisis para generar evidencia confiable y construir teorías, leyes y modelos en una disciplina científica determinada, que se guía por reglas metodológicas particulares. Las metodologías científicas son de naturaleza revisionista, con diferentes métodos que producen diferentes formas de evidencia, lo que lleva a comprensiones y explicaciones más coherentes de los fenómenos científicos”.

Los métodos usados en la meteorología actual incluyen la modelización computacional, simulaciones, métodos de análisis numérico, parametrización, asimilación de datos (técnicas híbridas), técnicas de visualización (mapas del tiempo o animaciones de imágenes satelitales), datos de radares, utilización de los datos satelitales geostacionarios (GOES) para la predicción y los alertas

Conocimiento producido: “Las teorías, leyes y modelos (TLM) son productos interrelacionados de la empresa científica que generan y/o validan el conocimiento científico y brindan explicaciones lógicas y consistentes para desarrollar la comprensión científica. El conocimiento científico es holístico y relacional, y los TLM se conceptualizan como una red coherente, no como fragmentos de conocimiento separados y desconectados”.

El típico conocimiento producido en la meteorología incluye el ajuste recursivo de los modelos, a partir del insumo de nuevos instrumentos y de comprensiones teóricas reelaboradas; desarrollos de nuevos softwares de simulación; nuevas técnicas de visualización; así como aplicaciones para el tiempo.

Dimensiones del sistema social-institucional

Aspectos epistemológicos que podrían abordarse

Actividades profesionales: “Los científicos participan en una serie de actividades profesionales que les permiten comunicar su investigación, incluida la asistencia y presentación en congresos, la redacción de manuscritos para revistas revisadas por pares, la revisión de artículos, el desarrollo de propuestas para subvenciones y la obtención de fondos”.

Los científicos que investigan sobre fenómenos meteorológicos pueden trabajar en instituciones públicas o privadas, asesorar en consultorías y aplicar sus conocimientos en recursos hídricos, energéticos, prevención de catástrofes, etc.

Ethos científico: *“Se espera que los científicos cumplan con un conjunto de normas tanto dentro de su propio trabajo como durante sus interacciones con colegas y científicos de otras instituciones. Estas normas pueden incluir escepticismo organizado, universalismo, comunalismo y desinterés, libertad y apertura, honestidad intelectual, respeto por los sujetos de investigación y respeto por el medio ambiente”.*

El “Climategate” puso en tela de juicio algunas de las características del ethos clásico. Para algunos, en excepcionales momentos de controversia, los científicos están dispuestos a transgredir todas estas normas. Para otros, este hecho puso de manifiesto que la ciencia es competitiva, vengativa, imperfecta y, de hecho, política. La ciencia, en otras palabras, está repleta de los mismos defectos humanos que caracterizan a todas las demás actividades sociales.

Certificación y difusión social: *“Al presentar su trabajo en conferencias y escribir manuscritos para revistas revisadas por pares, el trabajo de los científicos es revisado y evaluado críticamente por la comunidad. Esta forma de control de calidad social ayuda a la validación de nuevos conocimientos científicos por parte de la comunidad científica en general”.*

En 2009 se estableció un Marco Común para los servicios meteorológicos, para fortalecer la producción, disponibilidad y aplicación a nivel mundial de los servicios de predicción meteorológicos. La comunidad mundial comparte recursos de trabajo como modelos, acceso a satélites y resultados de radares.

Valores sociales de la ciencia: *“La empresa científica encarna varios valores sociales, incluidos la utilidad social, el respeto al medio ambiente, la libertad, la descentralización del poder, la atención a las necesidades humanas y la igualdad de autoridad intelectual”.*

Los estudios meteorológicos tienen un valor social y económico muy alto: según un informe de 2021 de la ONU, el coste de 50 años de desastres naturales relacionados con el clima y la meteorología es de dos millones de muertes y de 3,64 billones de dólares en pérdidas.

Organizaciones e interacciones sociales: *“La ciencia está organizada socialmente en diversas instituciones, incluidas universidades y centros de investigación. La naturaleza de las interacciones sociales entre los miembros de un equipo de investigación que trabaja en diferentes proyectos se rige por una jerarquía organizativa. En un contexto organizacional más amplio, la ciencia se ha relacionado con la industria y las fuerzas de defensa”.*

Como en las otras áreas científicas, existe una asociación internacional, la Asociación Internacional de Meteorología y Ciencias Atmosféricas, una de las ocho asociaciones que se ocupan del sistema terrestre y su entorno y que conforman la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica. Por otra parte, en la elaboración de pronósticos trabajan en conjunto las ciencias sociales y la investigación atmosférica.

Estructuras de poder político: *“La empresa científica opera dentro de un entorno político que influye en la dirección y el uso de la ciencia. Los resultados de la ciencia no siempre son beneficiosos para las personas, los grupos, las comunidades o las culturas”.*

La meteorología tiene una estrecha relación con los organismos públicos, dado que sus avisos de alerta a corto plazo se comunican a los tomadores de decisiones, los medios de prensa y a la población en general. Y la eficacia de sus pronósticos e informes puede evitar grandes daños. Por ello, muchos de los servicios nacionales de predicción del tiempo dependen de los Ministerios de Defensa.

Financiación: *“La empresa científica está mediada por factores económicos. Los científicos necesitan financiación para llevar a cabo su trabajo, y los órganos rectores a nivel estatal y nacional proporcionan niveles significativos de financiación a las universidades y los centros de investigación. Como tal, estas organizaciones influyen en los tipos de investigación científica financiada y, en última instancia, realizada”.*

Las inversiones en la previsión meteorológica son muy altas (e.g. el uso de superordenadores y de satélites); por ello hay subsidios asociados a los presupuestos de defensa. También el sector privado ofrece servicios meteorológicos y cobra por los mimos. En algunos casos puede ser necesario que el sector público cobre tasas. Por ejemplo, cuando se proporciona servicios meteorológicos a medida para grupos pequeños de usuarios especializados. Esta financiación “particular” podría influir en el servicio general.

Como se adelantó, un concepto relevante para la CPN, y la meteorología en particular, es el de incertidumbre. Funtowicz y Ravetz (1990) plantean que la incertidumbre en sí no es tanto un problema científico, ya que cada disciplina científica tiene sus métodos para gestionarla, sino fundamentalmente político: cuánta incertidumbre pueden tolerar las instituciones y el sistema político. Existe una relación entre incertidumbre, conocimiento,

y la idea de calidad; cuán buenas son las cuantificaciones que se realizan en relación con un propósito o un objetivo dependen muchas veces de una negociación sociopolítica.

CONCLUSIONES

La comprensión sobre la NdC, así como la relación entre ciencia, tecnología y sociedad han sido consideradas, desde hace muchos años, componentes fundamentales de la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente (Aikenhead, 2015). Sin embargo, es fácil comprobar que estas componentes epistemológicas son escasamente abordadas en la educación. Teniendo en cuenta que los estudiantes serán responsables de la toma de decisiones en temas socio-científicos y productores/consumidores de nueva información, conocimientos y tecnologías, parece relevante que comprendan que la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática están inextricablemente entrelazadas y forman parte de una red social en la que política, economía y cultura constituyen elementos centrales.

En el camino para que los ciudadanos comprendan esa “seamless web” que es la empresa científico-tecnológica actual, las características que hemos revisado aquí en relación con la meteorología, así como otras que pueden surgir del análisis de otras áreas de conocimiento, no pueden ni deben reducirse a un conjunto de enunciados para la enseñanza. La NdC debe organizarse en torno a “asuntos” a partir de los cuales elaborar una comprensión global utilizando, necesariamente, abordajes multirreferenciales anclados en narrativas que los aborden. La propuesta es plantear problemas que interpelen a los estudiantes como ciudadanos y los preparen para actuar de forma responsable en pro de un mundo más sostenible y justo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aikenhead, G. (2015). Humanist perspectives on science education. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 467–471). Springer.
- Alley, R.B; Emanuel, K.A. y Zhang, F. (2019) Advances in weather prediction. Better weather and environmental forecasting will continue to improve well-being. *Science*, 365, 6425.
- Amador Rodríguez, R.Y. y Adúriz-Bravo, A. (2013). Naturaleza de la ciencia: Acuerdos teóricos en la comunidad iberoamericana de didáctica de las ciencias. En C. Silva, C. y M.E. Brzezinski Prestes (orgs.). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: Abordagens históricas e filosóficas* (pp. 309-317). Tipographia Editora Expressa.
- Ayestarán Uriz, I. y Funtowicz, S. (2010). Ciencia postnormal, problemas ambientales complejos y modelos de información. *Ludus vitalis*, 18, 33, 25-48.
- Dalmedico, A. D (2001). History and Epistemology of Models: Meteorology (1946–1963) as a Case Study. *Archive for History of Exact Sciences*, 55, 395–422.
- Erduran, S. y Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualising the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Springer.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1990). *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Kluwer Academic Publishers.
- Irzik, G. y Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7–8), 591–607.
- Kox, T. (2017). *Perception and use of uncertainty in severe weather warnings*. Doctoral thesis. Faculty of Science, University of Potsdam.
- Kox, T. y Thieken, A. (2017). *To Act or Not to Act? Factors Influencing the General Public's Decision to Take Protective Action against Severe Weather*. American Meteorological Society. DOI: 10.1175/WCAS-D-15-0078.1
- Petersen A. (2012). *Simulating Nature*. Second Edition. CRC Press.

¿Qué opinan los responsables políticos sobre la gestión del agua en Melilla? Implicaciones para la enseñanza de la ciudadanía

Alejandra Ramírez-Segado¹, María Rodríguez-Serrano² y Alicia Benarroch³

¹Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. alermzsgd@ugr.es

²Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. aliciabb@ugr.es

³Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. mariarodriguez@ugr.es

RESUMEN: La cultura tradicional del agua entiende el problema de gestión del agua como un problema de oferta, es decir, de necesidad de crear nuevas infraestructuras y aumentar la explotación de los recursos hídricos para satisfacer la demanda, mientras que, para la Nueva Cultura del Agua el problema reside en la demanda, debido a su excesivo consumo y uso irracional del agua. En este trabajo, se hace frente al reto de conocer qué tendencias en la toma de decisiones relacionadas con el agua tienen diez dirigentes políticos y responsables de la gestión del agua en la Ciudad Autónoma de Melilla. Para ello, se ha utilizado, como técnica de recogida de información, la entrevista. Los resultados indican que los entrevistados tienen amplios conocimientos sobre el agua, su problemática en la ciudad y su gestión, pero están más acorde con la forma más tradicional de gestión del agua.

PALABRAS CLAVE: Políticos, Gestión del agua, Cultura del agua, Nueva Cultura del Agua, Sostenibilidad.

ABSTRACT: The traditional water culture considers the problem of water management as a problem of supply, that is to say, a need to create new infrastructures and increase the exploitation of water resources in order to satisfy demand, whereas, the New Water Culture focuses the question on the demand, due to its excessive consumption and irrational use of water. In this work, we cope with the challenge of knowing the tendencies in decision-making related to water provided by ten political leaders and those responsible for water management in the Autonomous City of Melilla. With this aim in view, the interview has been used as an information gathering technique. The results show that the interviewees have extensive knowledge about water, its issues in the city and its management, although they are more in line with the traditional way of dealing with water management.

KEYWORDS: Politicians, Water management, Water culture, New Water Culture, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

Según el informe de “Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España”, elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (MAGRAMA, 2017), los recursos hídricos disponibles en nuestro país sufrirán una acentuada reducción conforme avance el siglo XXI. La reserva hidráulica española está al 41,8% de su capacidad total, un 15,59% menos con respecto al año 2020. España

no se encontraba en esta situación desde el 2017 cuando atravesaba una de las sequías más duras de los últimos años (época en la que estaba declarada la situación de sequía en el Duero, el Júcar y el Segura). Sin embargo, aunque en España el fenómeno de las sequías es un problema recurrente, la falta de aguas pluviales no es la causa de todos nuestros males, pues nuestro país presenta un largo historial de sobreexplotación de los recursos hídricos.

Tradicionalmente la política hidráulica que se ha llevado a cabo en el territorio nacional ha ido encaminada hacia la construcción de grandes obras hidráulicas, en una asociación tan estrecha que ambos conceptos parecen ser equivalentes. Como se recoge en el Libro Blanco del Agua en España, la expresión de política hidráulica se acuña a finales del siglo pasado en un momento en el que el país estaba inmerso en una fuerte crisis política, económica y social y todo el esfuerzo del Estado iba dirigido hacia la construcción de grandes presas y canales con el objetivo de satisfacer las necesidades del sector agrícola (MITECO, 2000). Esa vinculación, explicable y justificada en aquel momento histórico, entre el concepto de política hidráulica y la construcción de obras hidráulicas (presas, canales y embalses) para aumentar la superficie agrícola, se ha mantenido a lo largo del tiempo. De hecho, el consumo urbano e industrial supone apenas el 15% del consumo de agua de nuestro país, mientras que alrededor del 70% de los recursos hídricos del país se destinan a la agricultura (PWC, 2019).

Las respuestas tradicionales de nuevas infraestructuras para lograr la seguridad hídrica en un país como España se enfrentan a una cada vez mayor resistencia social y por ende política. Precisamente en oposición a la propuesta en el Plan Hidrológico Nacional al trasvase de aguas desde el río Ebro hacia la costa de levante se inicia un movimiento social y nace el concepto Nueva Cultura del Agua (NCA). Como señala Gómez (2012), la NCA dio paso al debate ambiental, económico y político de la gestión del agua al introducir la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso y consumo del agua, así como un aprovechamiento ecológicamente sostenible del recurso y sustituir la gestión basada en el incremento incesante de la oferta por una gestión de la demanda.

Este trabajo forma parte de un proyecto ambicioso por el que el fin último es favorecer la enseñanza sobre la cultura del agua deseable para la ciudadanía del Siglo XXI. A la luz de distintos informes que se han presentado en el ámbito internacional, se pretende promover una ciudadanía activa, capaz de hacer un uso racional del agua y de involucrarse en la toma de decisiones sobre las cuestiones científicas y tecnológicas asociadas a la gestión sostenible del agua. En este contexto, presentamos los resultados iniciales de un diagnóstico realizado entre responsables políticos de la Ciudad Autónoma de Melilla (CAM), acerca de la cultura del agua. Tratamos de conocer qué nivel de conocimientos sobre la NCA tienen los políticos y responsables de la gestión del agua, dicho de otra manera, el grado en que sus decisiones sobre la gestión del agua están alineadas con la NCA.

MARCO TEÓRICO

Desconocida por muchos, Melilla es una ciudad multicultural con problemas de gestión y abastecimiento de agua. Presenta un consumo de agua bastante alto; concretamente en el año 2020, el consumo de agua de los melillenses fue de 251 litros por habitante y día (OTRH, 2021), cifra que casi duplica al consumo medio nacional que se sitúa en los 133 litros por habitante y día (INE, 2020). Precisamente, con la finalidad de garantizar el suministro de la ciudad, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir aprobó a finales del siglo pasado, la construcción de una planta desalinizadora y, muy recientemente, la

ampliación del cuarto módulo de dicha instalación con el objetivo de alcanzar una producción final de 30.000 m³/día.

Si bien a corto plazo, dichas instalaciones pueden parecer beneficiosas, los inconvenientes que generan (costes energéticos y medioambientales, principalmente) (Vörösmarty et al., 2018), hacen que, desde la perspectiva de la NCA, se apoyen otras alternativas a veces más complejas, pero también más sostenibles e integradas.

En el marco teórico de esta investigación Benarroch et al. (2021), diferenciaron siete contextos teóricos, agrupados en cuatro bloques de contenidos, tal y como se muestra en la Tabla 1, en los que se identifican las principales diferencias entre la NCA y la visión tradicional, lo que se ha denominado como vieja cultura del agua.

Tabla 1. Contextos y bloques que diferencian entre la vieja y la NCA

Contexto	Contenido	Bloque	Título del Bloque
1	Desequilibrio hídrico vs equilibrio natural	1	Protección del recurso hídrico
2	Factor productivo vs activo eco-social	2	Dimensiones del agua
3	Gobernabilidad del agua vs gobernanza del agua	2	Dimensiones del agua
4	Gestión de la oferta vs gestión de la demanda	3	Gestión del agua
5	Coste-beneficio vs coste-efectividad	3	Gestión del agua
6	Agua como derecho humano vs deber humano	4	Acciones personales asociadas al agua
7	Consumismo vs consumerismo	4	Acciones personales asociadas al agua

METODOLOGÍA

Instrumento

La entrevista de tipo semiestructurada fue el instrumento elegido para recabar información acerca de los conocimientos que sobre la NCA tienen los políticos y responsables de la gestión del agua en la CAM. En esta tipología de entrevista, el investigador puede alterar el orden y la forma de efectuar las preguntas además de modificar el número de cuestiones a realizar (Buendía, 2001).

Para el diseño del guión de la entrevista (ver Tabla 2) se tuvo como base el cuestionario sobre la NCA elaborado y validado por el departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla (Benarroch et al., 2021).

Tabla 2. Guión de la entrevista semiestructurada

Nº	Preguntas
1	En el año 2018, el consumo de agua de los melillenses fue de 340 litros por habitante y día (Oficina Técnica de Recursos Hídricos, 2018), cifra que casi triplica al consumo medio nacional que se sitúa en los 133 litros por habitante y día (INE, 2018). ¿Qué explicación le darías a esta diferencia? ¿Crees que el hecho de que la ciudad tenga una diversidad cultural puede estar influyendo en el alto consumo de agua?
2	¿Crees que hay alguna solución para reducir el consumo de agua en Melilla?
3	¿Estás conforme con las tarifas del agua que se aplican en Melilla?
4	Según datos de 2017, el consumo de agua en España sigue siendo uno de los más altos de Europa (AQUASTAT-FAO, 2017). ¿Qué explicación le darías a esta diferencia? ¿Crees que hay alguna explicación cultural?
5	La desaladora es una instalación con graves efectos medioambientales y, además, el agua de la desaladora sale cara para el gobierno de la ciudad. ¿Crees que es necesaria su ampliación con la construcción del cuarto módulo?
6	¿Crees que podríamos apostar por invertir más en otras medidas? ¿Cuáles propondrías? (Sugerir la construcción de redes independientes de recogida de aguas pluviales. Indagar en si conocen este sistema).

- 7 En un estudio sobre la ciudadanía melillense, hemos encontrado que una mayoría piensa que el agua es escasa tanto en nuestro Planeta Tierra, como en España y en Melilla. ¿Qué opinas de esto? ¿Piensas que el agua está mal repartida?

Descripción de la muestra

Un total de diez dirigentes políticos y responsables de la gestión del agua en participaron en esta parte de la investigación. Las personas entrevistadas ejercen o han ejercido cargos políticos y ocupan o han ocupado puestos de trabajo relacionados con la gestión del agua en la CAM. La muestra obtenida fue mayoritariamente masculina (80%) con un rango de edad comprendido entre los 38-67 años. En cuanto al nivel de formación, casi la totalidad de nuestros entrevistados (90%) cursó estudios superiores y el 10% restante estudios medios. Por último, tan solo uno de los entrevistados pertenecía a una cultura diferente a la europea, concretamente a la cultura bereber (1%).

Procedimiento

En un primer lugar, se procedió a la selección de los entrevistados y, posteriormente se llevaron a cabo los pasos necesarios para efectuar cada una de las entrevistas propiamente dichas. Todas las entrevistas fueron grabadas, previo consentimiento del informante, para poder realizar la posterior transcripción de las mismas. También se pidió a cada una de las personas entrevistadas que realizaran el cuestionario sobre la NCA, que fue suministrado previamente al comienzo de las entrevistas.

Una vez transcritas las entrevistas se procedió a su análisis, seleccionando unidades de información que posteriormente fueron clasificadas en lo que se ha denominado como modalidades de respuesta.

RESULTADOS

Para esta comunicación se presenta la modalidad de respuesta más frecuente de cada una de las preguntas realizadas.

Por lo que se respecta a la diferencia de consumo de agua entre el territorio nacional y el contexto melillense (Pregunta 1), los entrevistados señalan como principal causa la modalidad *Estructurales 1*, es decir, consideran que se debe a las pérdidas que se producen en la red de suministros de agua de la ciudad debido a que es antigua y está obsoleta. Veamos unos ejemplos de respuesta que utilizan este tipo de explicación:

Lo primero, por una parte serían las roturas de la red de abastecimiento y distribución (ENT 6).

La propia red de canalización de tuberías con las pérdidas que tenemos, que rozamos el 20% (ENT 10).

Para reducir el consumo de agua en la ciudad (Pregunta 2), nuestros encuestados consideran fundamental llevar a cabo campañas de concienciación (*Educativas*):

Es fundamental la concienciación general, creo que en el tema de aguas es muy importante encontrar la fórmula para concienciar a la población adulta, porque la mayoría que puede tomar medidas en ese aspecto es la población adulta y es la más complicada, pero también hacer un trabajo importante en los peques (ENT 3).

En cuanto a la Pregunta 3 referida a las tarifas, los entrevistados no están conformes con el sistema tarifario que se aplica en Melilla, pues creen que el precio del agua es muy bajo (*Disconformes 1*), como se puede ver en los siguientes ejemplos de respuesta:

Melilla tiene la tarifa más baja de España cuando la producción es la más cara de España (ENT 2).

Es el agua más barata de toda España (ENT 9).

Con relación a la diferencia de consumo entre España y el resto de países europeos (Pregunta 4), la modalidad de respuesta *Climáticas*, es el factor principal señalado como causa del mayor consumo de agua en nuestro país:

El clima nuestro es más veraniego y de gastar más agua... como va a ser lo mismo, por ejemplo en Inglaterra que está todo el día lloviendo que aquí (ENT 5).

Los dirigentes políticos y gestores de la CAM entrevistados concuerdan que la decisión de ampliar la desaladora con el cuarto módulo (Pregunta 5), es una medida necesaria y coinciden mayoritariamente en la modalidad *Necesaria 1*, de dejar descansar los pozos y que los acuíferos se recarguen de nuevo de manera natural, para justificar su apoyo a la ampliación de la instalación a pesar del impacto ambiental que conlleva:

El reto que tiene que tener este gobierno, la ciudad y esta Consejería de medioambiente sin duda alguna es que los pozos ya no sean esenciales...el aporte que hagan esos pozos para el consumo del ciudadano, porque esos pozos se tienen que regenerar y como te digo los pozos están sobreexplotados. La única vía que tenemos es la desaladora (ENT 1).

En relación a otras medidas que se podrían llevar a cabo en la ciudad como alternativa a la desaladora (Pregunta 6), apuestan por medidas dirigidas a mejorar el suministro de agua a través de la renovación de la red, modernización y automatización del sistema de contadores (*Medidas 3*):

En mi opinión nosotros tenemos que atacar por todos los sitios al problema, o sea, lo primero que tenemos que intentar hacer es bajar el consumo que tenemos, reducir el consumo que tenemos de alguna forma, entonces la sectorización de la red y las nuevas infraestructuras van a ayudar mucho... eso nos va a permitir controlar un poco más el fraude, tener menos pérdidas físicas y tener mucho control y ser más rápidos (ENT 8).

Por último, respecto a si consideran que el agua es escasa y está mal repartida (Pregunta 7), la modalidad de respuesta más extendida entre los dirigentes políticos y responsables de la gestión del agua entrevistados es la modalidad *Insuficiente*, es decir, piensan que el agua es escasa, como se muestra en los siguientes ejemplos de respuesta:

Escasez de agua a nivel global, yo creo que sí, que cada vez hay menos, hay mucha agua en el mar, lo que no hay es agua dulce (ENT 4).

Yo he puesto que en Melilla sí [es escasa]...Y sí creo que está un poquito mal repartida (ENT 7).

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los dirigentes políticos y responsables de la gestión del agua en la CAM participantes en esta investigación demostraron tener amplios conocimientos de la problemática que existe en la ciudad de Melilla entorno al consumo de agua. En general, son bastante conscientes tanto de los problemas de la red (antigua y obsoleta), como de la necesidad de dejar descansar los pozos y de la falta de concienciación de los melillenses y consideran que un punto clave para bajar el alto consumo de la ciudad reside en concienciar a la

ciudadanía. No obstante, un pensamiento local y compartimentalizado está en la base de la gestión que llevan o llevarían a cabo. Para nuestros entrevistados, el agua es escasa y, por tanto, la ampliación de la desaladora es perentoria, por lo que el daño al medio ambiente está justificado cuando se trata de cubrir la necesidad de obtener más agua para abastecer y asegurar el suministro de la ciudad.

Por otra parte, también son conscientes del hecho de que las tarifas en Melilla son bajas y ello ocasiona una falta de presión hacia un consumo responsable del ciudadano melillense, salvo su mayor o menor grado de concienciación al respecto. Sin embargo, aunque nuestros entrevistados saben que es necesario cambiar el régimen tarifario son reticentes a hacerlo, pues es una medida impopular, que supondría un coste político y por tanto una pérdida de votos.

Sería imprescindible que este colectivo entendiera en qué medida la sociedad está expuesta a los riesgos hídricos, e integrara el recurso del agua en su toma de decisiones, incluyendo una intervención en las escuelas para integrar la NCA en nuestro sistema educativo y colaborara con otros usuarios del agua y grupos de interés para abordar riesgos compartidos y aprovechar oportunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M. y Ramírez-Segado, A. (2021). The New Water Culture versus the traditional. Design and validation of a questionnaire to discriminate between both. *Sustainability*, 13 (4), 2174. <https://doi.org/10.3390/su13042174>
- Buendía, L. (2001). La investigación por encuesta. En L. Buendía Eisman, P. Colás Bravo, y F. Hernández Pina (Eds.). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía* (pp. 119-156). McGraw-Hill.
- Gómez, A.C. (2012). Movimiento social por una Nueva Cultura del Agua en España. *Espacios Públicos*, 15(35), 96-113.
- INE. (2020). Encuesta sobre el Suministro y el Saneamiento del agua. Año 2018. *Instituto Nacional de Estadística*. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=125473617_6834&menu=ultiDatos&idp=1254735976602
- MAGRAMA. (2017). Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente*. http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf
- MITECO. (2000). Libro Blanco del Agua. *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/7D08175D-29A4-40F9-A0CB-E70AB46EA8C9/126193/Indice.pdf>
- OTRH. (2021). *Estadísticas Agua Año 2021*. [Documento impreso].
- PWC. (2019). El futuro del sector agrícola español. Claves para construir un sector sostenible económica, social y medioambientalmente. *Price Waterhouse Coopers*. <https://www.pwc.es/es/publicaciones/assets/informe-sector-agricola-espanol.pdf>
- Vörösmarty, C.J., Rodríguez-Osuna, V., Cak, A.D., Bhaduri, A., Bunn, S.E., Corsi, F., Gastelumendi, J., Green, P., Harrison, I., Lawford, R., Marcotullio, P.J., McClain M., McDonald, R., McIntyre, P., Palmer, M., Robarts, R., Szöllösi-Nagy, A., Tessler, Z., y Uhlenbrook, S. (2018). Ecosystem-based water security and the Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecohydrology y Hydrobiology*, 18(4), 317-333. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.07.004>

¿Tienen los docentes en formación distinta percepción sobre pseudociencias y supersticiones que la población general?

José Miguel Vílchez-González¹, José Eduardo Vílchez², Remo Fernández Carro³, Beatriz Pérez-Bueno², Marta Ceballos Aranda², Marta Reina², Mercedes Ruiz Pastrana⁴, Sandra Laso Salvador⁴, María Antonia López Luengo⁴, Ángel Ezquerra⁵

¹Universidad de Granada. jmvilchez@ugr.es

²Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla). jvilchez@ceuandalucia.es, bperez@ceuandalucia.es; mceballos@ceuandalucia.es, mreina@ceuandalucia.es

³Universidad de Castilla - La Mancha. JoseRemo.Fernandez@uclm.es

⁴Universidad de Valladolid. mercedes.ruiz@uva.es, sandra.laso@uva.es, mariaantonia.lopez@uva.es

⁵Universidad Complutense de Madrid. angelezq@ucm.es

RESUMEN: Las creencias del profesorado parecen una cuestión clave para la alfabetización científica de los ciudadanos. En este trabajo se administró una encuesta a 578 docentes en formación de cinco universidades españolas sobre sus creencias en pseudociencias y supersticiones. Se presenta un análisis descriptivo de las mismas, así como una comparación con la población general. Hemos encontrado que, en contra de lo deseable, las creencias de este tipo de los docentes en formación no se separan mucho de su grupo etario.

PALABRAS CLAVE: actitudes hacia la ciencia; pseudociencias; supersticiones; formación de profesorado; alfabetización científica.

ABSTRACT: Beliefs among teaching staff appear to be a key matter in the scientific literacy of citizens. In this work, a survey was administered to 578 pre-service teachers at five Spanish universities. A descriptive statistical analysis was used to study our sample. Furthermore, a comparative study was applied with a general sample. We have found that, on the contrary to what was desirable, beliefs among pre-service teachers are not far from those of their age group in the population at large.

KEYWORDS: attitudes about science; pseudoscience; superstitions; pre-service teachers training; scientific Literacy.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de ciencia y sobre ciencia que la ciudadanía necesita para tomar decisiones en contextos cotidianos es conocido como alfabetización científica. El desarrollo y la implementación de este concepto constituye uno de los objetivos de la educación científica (Bybee, 1991; Hodson, 2003; Feinstein, 2011). Así lo reconocen organismos como la UNESCO (1999) o la European Commission (EC, 2007), y evaluaciones internacionales como PISA (OECD, 2019a, 2019b). En el contexto español encontramos el informe de la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE, 2011) o las Encuestas sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2019), bianuales desde

2003. Toda esta información nos está permitiendo conocer cuál es el nivel de conocimiento científico, la percepción y la actitud que la sociedad tiene hacia la ciencia y la tecnología, y cómo han ido evolucionando estos factores.

No parece sencillo determinar cuáles son los niveles deseables de alfabetización científica (Shen, 1975; Bybee, 1997); de hecho, ni siquiera hay consenso sobre cómo fijar estos niveles (Wynne, 1995; Yearley, 1994) ni los medios necesarios para alcanzarlos. Sin embargo, los ciudadanos habitualmente se ven obligados a interactuar con la ciencia y la tecnología en su quehacer diario (Ezquerro et al., 2017).

Son muchos los factores que influyen en la situación del ciudadano frente a la toma de decisiones sobre cuestiones de ciencia. Un colectivo que juega un papel importante es el del profesorado de ciencias. Tienen la responsabilidad de promover en sus estudiantes el desarrollo de las habilidades necesarias para enfrentarse a cuestiones sociocientíficas en nuestra sociedad (Simonneaux, 2014; Feinstein et al., 2013; Hodson, 2011; Turgut 2011).

Por otra parte, los estudios sobre comprensión pública de la ciencia nos indican que las sociedades desarrolladas muestran un apoyo general hacia la ciencia, aunque con matices. También nos advierten de que la actitud de una persona hacia la ciencia depende poco de su nivel de conocimientos científicos (Bak, 2001; Wynne, 1995). Podemos encontrar tanto grupos que la respaldan sin conocerla, incluso sin tener un gran interés por ella, como otros que la conocen bien y la apoyan. Del mismo modo, podemos encontrar grupos que la rechazan independientemente de su nivel de conocimientos. De forma análoga, quienes defienden las pseudociencias o las supersticiones no son necesariamente las personas que rechazan o desconocen la ciencia (Astin, 1998; Kemppainen et al., 2018).

Nos preocupa que las creencias en pseudociencias y supersticiones puedan comprometer las funciones y habilidades que el profesorado de ciencias debe desarrollar para contribuir a la alfabetización científica de la población. Los docentes en formación pertenecen socialmente a los grupos con estudios y de ingresos intermedios (Fjaer et al., 2020); es decir, justo aquellos que no consideran una contradicción apoyar a la ciencia y mantener la creencia en la homeopatía o la acupuntura. Por otra parte, es sabido que no todo el profesorado conoce bien la forma en que funciona la ciencia (Lederman, 1999), ni tampoco es capaz de integrar en el aula de modo deseable los avances en NdC (Vázquez-Alonso et al., 2013), ni tampoco identifican la demarcación entre el conocimiento científico y el que no lo es (Boudry et al., 2015). Podrían, por tanto, transmitir a sus estudiantes ideas inadecuadas sobre la ciencia, y de ahí el interés por conocer las percepciones de los docentes sobre pseudociencias y supersticiones.

Parece legítimo, por tanto, plantearse como objetivos de investigación: a) identificar las creencias del profesorado en formación hacia las pseudociencias y las supersticiones; y b) analizar los factores involucrados en esos patrones. En esta comunicación presentamos los resultados correspondientes al primero de los objetivos.

METODOLOGÍA

Instrumento

Los datos para el estudio se recogieron mediante la encuesta *Percepción de la Ciencia y la Tecnología entre Maestros en Formación* (PCYTMF), una réplica casi exacta de la *Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología* (EPSCYT) de 2016 de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2017). Aunque el propósito final de la investigación es desarrollar un análisis explicativo, en esta comunicación se presenta un análisis descriptivo, a partir de la batería P15. En ella se solicita el grado de

identificación con una serie de creencias relacionadas con pseudociencias (parapsicología, acupuntura, astrología y homeopatía) o supersticiones (curanderos y números de la suerte). Se han obtenido frecuencias y porcentajes, y se han comparado los resultados con los del grupo etario de la población general que ofrece la FECYT (2017).

Participantes y contexto

La encuesta se administró a 578 estudiantes universitarios: 84 de Educación Infantil, 306 de Educación Primaria, 95 del Máster de Profesorado de Educación Secundaria (MPES) y 93 de otros Grados, como Pedagogía. La muestra pertenece a cinco universidades: Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Castilla-La Mancha, Centro Cardenal Spínola CEU de Sevilla, Universidad de Granada y Universidad de Valladolid. Aunque se trate de una muestra por conveniencia, abarca una amplia distribución geográfica y diferencias sociodemográficas, lo que la hace representativa del universo de la formación inicial de profesorado en España.

RESULTADOS

Como vemos en la Tabla 1, los estudiantes de educación creen más en la acupuntura, la homeopatía, los fenómenos paranormales y los números de la suerte que en los horóscopos y los curanderos, en una proporción sorprendentemente alta de creyentes.

Tabla 1. Identificación con diferentes creencias laicas. Pregunta 15 (P15) del PCYTMF

*“Por favor, dínos si te identificas con cada una de las siguientes afirmaciones: ¿Te identificas **muy poco, poco, algo, bastante o mucho** con lo que se dice?”*

	Porcentajes válidos	muy poco	poco	algo	bastante	mucho
P15.1 <i>Creo en los fenómenos paranormales</i>		35.8	24.0	20.9	12.5	6.7
P15.2 <i>La acupuntura funciona</i>		19.7	26.5	31.1	17.1	5.6
P15.3 <i>Sucede lo que pronostican los horóscopos</i>		53.8	21.5	17.3	5.5	1.9
P15.4 <i>Los productos homeopáticos son efectivos</i>		34.7	24.4	27.4	11.6	1.9
P15.5 <i>Confío en los curanderos</i>		53.6	24.7	14.2	5.5	1.9
P15.6 <i>Hay números y cosas que dan suerte</i>		38.0	22.5	21.0	14.0	4.5

Las creencias de los encuestados son similares a las de la población general, y a las de la población de 15 a 24 años (Rogero-García y Lobera, 2017, p. 216). Este aspecto es bastante llamativo, dado que son estudiantes con un nivel de estudios ligeramente superior al de su grupo de edad. Además, nuestros estudiantes creen más en todas las supersticiones, pero creen menos en la acupuntura y la homeopatía.

La Tabla 2 compara con mayor precisión la proporción de creyentes dentro del mismo grupo de edad. El patrón sigue siendo el mismo con la suma de las respuestas "algo", "bastante" y "mucho" en cada variable (primera columna). La segunda columna solo incluye a los docentes de infantil y primaria en formación, y la tercera y la cuarta muestran los resultados de la EPSCYT 2016 de la población total y su cohorte de 18 a 23 años.

Como se observa, los estudiantes de educación creen más que la población en general en la mayoría de las supersticiones y algo menos en algunas pseudociencias (acupuntura y homeopatía), aunque es en estas en las que más creen, al igual que el público en general. Comparando la segunda columna, compuesta en su mayoría por estudiantes entre 18 y 23 años, con la cuarta, se observa que los docentes en formación parecen creer más que la población de su cohorte. Esto parece estar en contra de asumir que una educación superior

y una clase social concreta inmunizan a los individuos contra estas creencias. También la comparación de las dos primeras columnas muestra que la pequeña proporción de profesores de secundaria en formación tiende a moderar esa fuerte tendencia en nuestra muestra: los estudiantes más jóvenes sí creen más en todos los credos. Puede ser un efecto de la edad o del nivel educativo.

Tabla 2. Suma de “algo”, “bastante” y “mucho” en diferentes bases de datos y cohortes

Porcentajes válidos	PCYTMF		EPSCYT 2016	
	Todos	Menos MPES	Todos	18-23 años
<i>Creo en los fenómenos paranormales</i>	40.1	45.4	22.7	28.3
<i>La acupuntura funciona</i>	53.8	55.6	68.5	65.3
<i>Sucede lo que pronostican los horóscopos</i>	24.7	29.0	14.9	19.6
<i>Los productos homeopáticos son efectivos</i>	40.9	46.3	59.0	57.7
<i>Confío en los curanderos</i>	21.6	24.8	23.0	24.3
<i>Hay números y cosas que dan suerte</i>	39.5	44.7	28.0	31.7

CONCLUSIONES

Nuestros resultados muestran que los docentes en formación españoles que forman parte de la muestra no se separan de su grupo etario en cuanto a creencias en pseudociencias y supersticiones. Esto es sorprendente ya que se trata de un grupo que está recibiendo una educación universitaria y tiene mejor formación que la población general. Suelen creer más en algunas supersticiones y ligeramente menos en algunas pseudociencias como la acupuntura y la homeopatía. Lo esperable normativamente sería que los futuros docentes confiaran menos en creencias supersticiosas y pseudocientíficas. Pero si esa actitud fuera anterior, sería difícil que su ilustración científica y sus estudios limitasen tales creencias. Serían resultado de dinámicas sociales más amplias, como la forma en que uno termina perteneciendo a un grupo social.

Estos resultados tienen implicaciones en la formación del profesorado de ciencias y en la alfabetización científica de la población. Consideramos que es necesario que la enseñanza de las ciencias se aproxime más al entorno cotidiano, que incorpore elementos del contexto social de los estudiantes; también, que la ciencia escolar contribuya a enseñar que las supersticiones y pseudociencias no son un conocimiento confiable. Para ello, los futuros profesionales de la educación deben incorporar en su formación estos elementos de ciencia en sociedad y sobre el propio funcionamiento de la ciencia. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que estas creencias no científicas son persistentes y difíciles de erradicar. Por tanto, al igual que desde hace unas décadas ocurre con las ideas previas, deben ser tenidas en cuenta en el diseño de propuestas de aula y ser utilizadas como recurso para hacer que las futuras generaciones tengan una mejor comprensión sobre el funcionamiento de la ciencia.

En una segunda fase de este estudio pretendemos determinar a qué se puede deber esto y qué variables podrían influir. Para proceder a este análisis explicativo se están definiendo nuevas variables a partir de otras baterías de preguntas de la encuesta. Todo parece apuntar a que la actitud hacia las pseudociencias y supersticiones depende de la cultura científica, de la edad y de cuestiones religiosas. Pero también, especialmente, de cierto interés o actitudes previas por determinados temas (frívolos o serios) que tiene que ver

con un tipo de personalidad o socialización, relativamente independientes del nivel de estudios. Por otra parte, al contrario de lo que sugiere la literatura, no parece haber influencia del sexo de acuerdo con nuestros datos. De cualquier modo, debemos profundizar en esa segunda parte del estudio para ultimar conclusiones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto: “Identificación de Contextos Científicos en la Sociedad. Herramientas para Docentes y Ciudadanos, SCIxSOC” (RTI2018-094303-A-I00) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019-21).

REFERENCIAS

- Astin, J. A. (1998). Why patients use alternative medicine. *Journal of the American Medical Association*, 279(19), 1548–1553. <https://doi.org/10.1001/jama.279.19.1548>.
- Bak, H. J. (2001). Education and public attitudes toward science: Implications for the “deficit model” of education and support for science and technology. *Social Science Quarterly*, 82(4), 779-95. <https://doi.org/10.1111/0038-4941.00059>
- Boudry, M., Paglieri, F. y Pigliucci, M. (2015). The fake, the flimsy, and the fallacious: Demarcating arguments in real life. *Argumentation*, 29, 431–456. <https://doi.org/10.1007/s10503-015-9359-1>
- Bybee, R. W. (1991). Science-Technology-Society in science curriculum: The policy-practice gap. *Theory into Practice*, XXX(4), 294-302. <https://doi.org/10.1080/00405849109543515>
- Bybee, R. W. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En W. Gräber y C. Bolte (Eds.). *Scientific literacy. An international symposium* (pp. 37-68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Confederación de Sociedades Científicas de España, COSCE (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas de España*. COSCE.
- European Commission, EC. (2007). High Level Group on Science Education (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission.
- Ezquerro, A., Fernández-Sánchez, B., Magaña, M. y Mingo, B. (2017). Analysis of scientific contents of household cleaning products’ labelling and its language implications. *Journal of Turkish Science Education*, 14(1) 73-88. <https://doi.org/10.12973/tused.10191a>. ISSN: 1304-6020
- Fjær, E. L., Landet, E. R., McNamara, C. L. y Eikemo, T. A. (2020). The use of complementary and alternative medicine (CAM) in Europe. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-02903-w>
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1), 168–185.
- Feinstein, N. W., Allen, S. y Jenkins, E. (2013). Outside the pipeline: Reimagining science education for nonscientists. *Science*, 340(6130), 314-317. <https://doi.org/10.1126/science.1230855>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. (2019). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología, 2018*. Ministerio de Ciencia e Innovación. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future*. Springer Science & Business Media.
- Kemppainen, L. M., Kemppainen, T. T., Reippainen, J. A., Salmenniemi, S. T. y Vuolanto, P. H. (2018). Use of complementary and alternative medicine in Europe: Health-related and sociodemographic determinants. *Scandinavian Journal of Public Health*, 46(4), 448-455. <https://doi.org/10.1177/1403494817733869>
- Lederman, N. G. (1999). Teachers’ understanding of the nature of science: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

- [https://doi.org/10.1002/\(SICD\)1098-2736\(199910\)36:8%3C916::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICD)1098-2736(199910)36:8%3C916::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-A)
- OECD (2019a). *PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD (2019b). *PISA 2018 Results (Volume II): Where all students can succeed*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>
- Rogero-García, J. y Lobera, J. (2017). Márgenes difusos: La confianza en las pseudociencias. En J. Lobera (Ed.), *Percepción social de la ciencia y la tecnología, 2016* (pp. 208-224). Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Shen, B. S. P. (1975). Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, 63(3), 265-268. <https://www.jstor.org/stable/27845461>
- Simonneaux L. (2014). Questions Sociales et Vives et Socio-Scientific Issues: New trends of research to meet the training needs of postmodern society. En Bruguière C., Tiberghien A. y Clément P. (Eds.) *Topics and Trends in Current Science Education. Contributions from Science Education Research*, vol-1. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7281-6_3
- Turgut, H. (2011). The context of demarcation in nature of science teaching: The case of astrology. *Science & Education*, 20, 491-515.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO (1999). *Declaration On Science and the Use of Scientific Knowledge*. Adopted by the World Conference on Science, 1 July 1999. Budapest, Hungary.
- Vázquez-Alonso, Á., García-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A. y Bennàssar-Roig, A. (2013). Science teachers' thinking about the nature of science: A new methodological approach to its assessment. *Research in Science Education*, 43(2), 781-808. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9291-4>
- Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. In S. Jasanoff, G. E. Markle, J.C. Petersen y T. Pinch (Comps.), *The Handbook of Science and Technology* (pp. 361-389). SAGE.
- Yearley, S. (1994). Understanding science from the perspective of the sociology of scientific knowledge: an overview. *Public Understanding of Science*, 3, 245-258. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/3/3/001>

Cambio Climático: retos y problemas en la Formación del Profesorado de Educación Secundaria

Veronica Guilarte^{1*}, Adrián López-Quirós^{2*}

¹Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. Universidad de Granada, España. veronicaguilarte@ugr.es.

²Department of Geoscience/iClimate Centre, Aarhus University, Dinamarca. alquiros@geo.au.dk.

*Ambos autores han contribuido por igual.

RESUMEN: En la actualidad, las consecuencias del cambio climático presentan uno de los desafíos más serios a los que se enfrenta nuestra sociedad. Al respecto, la educación para el cambio climático es un factor fundamental para el desarrollo de conocimientos sobre el cambio climático. A partir de una muestra compuesta por 130 profesores de Educación Secundaria en formación de la Universidad de Granada, Campus de Melilla, se han recogido datos que abarcan las diferentes dimensiones de conocimiento, creencias y actitudes sobre el cambio climático. Los resultados presentados en este trabajo indican que un 83% del profesorado en formación cree en la existencia del cambio climático, y reconocen su causa antrópica. Sin embargo, todavía responden a conceptos erróneos y conocimientos distorsionados sobre las causas, consecuencias y acciones sobre el cambio climático, afectando su disposición a actuar al respecto. Como consecuencia, se pone de manifiesto la necesidad de actualizar el currículo de Educación Secundaria, ya que se focaliza fundamentalmente en las explicaciones científicas del fenómeno más que en los aspectos sociales o prácticos de dicha problemática.

PALABRAS CLAVE: Profesorado en formación; Conocimientos; Cambio climático.

ABSTRACT: The consequences of climate change present one of the most pressing issues of our time. Consequently, climate change education is a key factor for the development of climate change knowledge. A sample of 130 Secondary school pre-service teachers at the Universidad de Granada, Melilla Campus, allowed to collect a dataset covering the different dimensions of knowledge, beliefs and attitudes about climate change. The results presented in this study display that 83% of pre-service teachers believe in the existence of climate change and recognize its anthropic cause. However, they still have different misconceptions as well as distorted knowledge about the causes, consequences and actions regarding climate change, which affect their willingness to act accordingly. Consequently, the Secondary School Curriculum needs to be updated, since it is mainly focused on scientific explanations of the phenomenon rather than on the social or practical aspects of the problem.

KEYWORDS: Pre-service teachers; Knowledge; Climate change.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático presenta uno de los grandes desafíos a los que se enfrenta actualmente la sociedad, afectando las consecuencias de los cambios en el clima a toda la población mundial. De hecho, se prevén impactos y riesgos más intensos en las próximas décadas (Nowack et al., 2020), los cuales afectarán gravemente al medioambiente, y con ello a la disponibilidad de agua y alimentos, representando una amenaza para la seguridad y estabilidad de la sociedad tal y como es concebida en la actualidad. Al respecto, en 2015 una totalidad de 195 países pactaron en el ‘*Acuerdo de París*’ abordar la mitigación de los impactos y riesgos del cambio climático limitando el calentamiento global por debajo de 1.5°C. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), en su último informe (IPCC, 2021), confirma que el calentamiento global antropogénico ya ha alcanzado 1.1°C. El IPCC denuncia la necesidad de una acción internacional urgente, ya que el calentamiento global podría superar los 1.5°C en los próximos 20 años.

Por otro lado, para la adaptación y resiliencia de la población mundial a los impactos y efectos derivados del cambio climático, el IPCC (2021) señala la necesidad de políticas educativas orientadas a la sensibilización e integración de cuestiones climáticas en la educación formal, no formal e informal. Al respecto, Muttarak y Lutz (2014) ponen de manifiesto que la alfabetización climática (la educación sobre el cambio climático) debería tratarse como un factor fundamental para mitigar la vulnerabilidad de las sociedades a los impactos y riesgos del cambio climático, además de potenciar su capacidad de adaptación. Por ello, la educación sobre el cambio climático en la etapa escolar es básica para el desarrollo de conocimientos y creencias en este campo (Schreiner et al., 2005). En este contexto, diferentes estudios demuestran que un conocimiento sólido sobre el cambio climático ayuda al profesorado a cumplir con el objetivo de la alfabetización climática (McNeal et al., 2017). Además, otros autores ponen de manifiesto que las creencias del profesorado sobre las causas del cambio climático influyen en su alumnado (Stevenson et al., 2016). Sin embargo, estudios recientes señalan una preocupación mundial relacionada con la falta de recursos/motivación del profesorado de Educación Secundaria para cumplir el objetivo de la alfabetización climática (Dawson, 2012; Herman et al., 2017; McNeal et al., 2014, 2017). Esta preocupación se confirma en investigaciones realizadas con el profesorado en formación donde se identifican importantes brechas en el conocimiento (Khalid, 2001). No obstante, Dawson (2012) señala un aumento palpable en la proporción de docentes con un conocimiento de las causas y efectos del cambio climático más sólido; aunque se observa que la alfabetización climática del encuestado depende de la población observada (Herman et al., 2017). Incluso los docentes que comprenden las causas del cambio climático a menudo tienen un conocimiento limitado de sus efectos, así como de los planes de actuación para remediar sus impactos (McNeal et al., 2014).

En lo que respecta al conocimiento en relación con las causas y consecuencias del cambio climático, el profesorado en formación presenta dificultades en la comprensión de determinados conceptos, que a su vez se ajustan a aquellos conceptos erróneos observados en la población mundial (Liu et al., 2015). Uno de los conceptos erróneos más observados entre el profesorado es una confusión significativa entre el efecto invernadero y el calentamiento global (Arslan et al., 2012). Otro de los conceptos erróneos reconocido es la atribución de la responsabilidad del calentamiento global al deterioro de la capa de

ozono (Khalid, 2001; Arslan et al., 2012). Por su parte, el profesorado, además, atribuye el cambio climático a la contaminación atmosférica (Arslan, et al., 2012).

MÉTODO

Diseño de la investigación, contexto, participantes e instrumento

Estudio descriptivo con un enfoque de investigación cuantitativo. A su vez, adopta un diseño transversal, ya que los datos analizados se han recogido en un momento preciso (cursos 2020-2021 y 2021-2022), y en el que participa alumnado del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas de la Universidad de Granada (Campus de Melilla). El procedimiento de selección ha seguido un muestreo no probabilístico (disponible o de conveniencia). Para ello se han seleccionado los diferentes grupos que en los cursos 2020-2021 y 2021-2022 han cursado el máster. En cuanto al número de participantes, la muestra se compone de 130 profesores en formación, lo que supone más de un 90% del alumnado del máster de ambos cursos académicos. La edad de los encuestados varía de 22 – 49 años (\bar{x} = 28 años). Destacar a su vez que sólo un 13% ha indicado haber recibido algún curso o formación adicional sobre la temática del cambio climático.

El instrumento de análisis utilizado ha consistido en un cuestionario validado ya existente desarrollado por Tobler et al. (2012). Se trata de un cuestionario de respuesta cerrada de 41 ítems que abarca 4 dimensiones del conocimiento sobre el cambio climático: a) conocimiento sobre el cambio climático y sus causas, b) conocimiento sobre el efecto invernadero, c) conocimiento sobre las consecuencias esperadas del cambio climático, y d) conocimientos relacionados con la acción sobre el cambio climático. Los ítems de estas 4 dimensiones se corresponden con ítems de respuesta cerrada del tipo: verdadero / falso / no sé. Adicionalmente, Seroussi et al. (2019) han adicionado 2 ítems de respuesta cerrada en relación con la dimensión creencia sobre el cambio climático y 5 ítems de escala Likert vinculados a la dimensión actitud hacia el cambio climático. Este último cuestionario, fue traducido al castellano y sometido a un juicio de expertos donde se evaluó su coherencia, claridad y redacción. Participaron 5 docentes del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada, 2 profesores del IES Francisco Umbral (Madrid), y 3 participantes de grupos de investigación de paleoclima de distintos países europeos (CSIC: España, Universidad de Aarhus: Dinamarca y Universidad de Bordeaux: Francia). Es interesante destacar que todos los expertos, además de inglés, dominan el idioma español, garantizando la adecuada adaptación del instrumento (Borsa et al., 2012). La retroalimentación de los expertos se consideró en la traducción/adaptación del cuestionario al idioma español, pero se mantuvieron las dimensiones del cuestionario original. Únicamente se incluyó un ítem en la dimensión actitud de acuerdo con los comentarios de los expertos. Seguidamente, se llevó a cabo un estudio piloto con 15 profesores de secundaria del IES Francisco Umbral (Madrid) con el objetivo de identificar los ítems que presentaban dificultades de comprensión. De este análisis se obtuvo el cuestionario final que se encuentra disponible en: <https://forms.gle/xcbku2kwJhR3y2Ua9>.

La consistencia interna tanto del cuestionario completo, como de los ítems correspondientes a los diferentes tipos de escala: tipo verdadero, falso, no sé y tipo Likert fueron estimadas empleando SPSS v.24, a través del coeficiente Alfa de Cronbach,

obteniéndose un valor de $\alpha = 0.861$ para el cuestionario completo, y valores de $\alpha = 0.857$ para los ítems de la primera escala y $\alpha = 0.890$ para los ítems de la escala tipo Likert.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, los resultados obtenidos en este estudio para el profesorado en formación siguen la tendencia observada en estudios previos (Leiserowitz et al., 2012; Tobler et al., 2012; Lambert y Bleicher, 2013; Stevenson et al., 2016; Seroussi et al., 2019). El profesorado en formación demuestra estar bien informado sobre la relación de causalidad entre el aumento de CO₂ y el cambio climático antropogénico. Al respecto, > 76% del profesorado en formación conoce que el CO₂ es un gas de efecto invernadero, y > 83% sabe que se emite cuando se queman combustibles fósiles. De igual forma, > 90% conoce que la concentración global de CO₂ en la atmósfera ha aumentado durante los últimos 250 años (Fig. 1). Por otro lado, demuestra un conocimiento sólido al relacionar en la actualidad el cambio climático principalmente con fuentes antrópicas (> 92%), y que el aumento de CO₂ es la causa principal del cambio climático en la actualidad (> 70%; Fig. 1). Sin embargo, se observa cierta distorsión del conocimiento para preguntas específicas. E.g., para la afirmación de que *'los gases de efecto invernadero retienen, en parte, la radiación térmica de la Tierra'*, un 14% del profesorado en formación del itinerario científico y un 29% del correspondiente a otros itinerarios desconocía la respuesta (Fig. 1). Esto significa que el profesorado probablemente entendió solo una parte de la explicación en relación con el efecto invernadero, y pocos entendieron todo el proceso.

Según estudios recientes (Stevenson et al., 2016; Seroussi et al., 2019), gran parte de los encuestados parece no conocer correctamente el fenómeno natural del efecto invernadero. De igual forma, nuestros datos indican que > 63% del profesorado en formación considera el deterioro de la capa de ozono como causa principal del efecto invernadero o no conoce la respuesta (Fig. 1), lo que confirma la persistencia del concepto erróneo (Tobler et al., 2012; Seroussi et al., 2019). Por otro lado, los datos obtenidos en este estudio corroboran la persistencia del concepto erróneo de que el aumento global de CO₂ atmosférico genera un incremento de radiación ultravioleta y con esto un riesgo mayor a padecer cáncer de piel (> 80% proporcionan respuestas erróneas o desconoce la respuesta; Fig. 1). Posiblemente, esta idea esté influenciada por la confusión generada entre el profesorado en formación de la relación entre la cantidad de dióxido de carbono y el deterioro de la capa de ozono, tal y como se ha identificado en estudios previos con el profesorado en formación (Khalid, 2001; Arslan et al., 2012). De forma similar, a partir de este estudio se confirma el hallazgo de que, si bien > 98% del profesorado está bien informado sobre el aumento global del nivel del mar esperado debido al deshielo de las regiones polares, > 54% desconoce o presenta ideas erróneas de la contribución del aumento de la temperatura en la expansión oceánica (Fig. 1). Además, se observan importantes brechas en el conocimiento sobre las consecuencias esperadas del cambio climático, como las relacionadas con diferencias regionales o con la salud (Fig. 1).

En comparación con datos publicados en estudios anteriores al *Acuerdo de París* firmado en 2015 (e.g., Tobler et al., 2012), el conocimiento del profesorado sobre el cambio climático parece haber aumentado significativamente en los últimos años, siguiendo así la tendencia recientemente observada por Stevenson et al. (2016) o Seroussi et al. (2019). Sin embargo, en cuanto al conocimiento con relación a otros gases de efecto invernadero,

como el vapor de agua o el metano, el profesorado demostró un mayor desconocimiento (el 72% desconoce la contribución del vapor de agua, mientras que el 66% no conoce la del metano; Fig. 1). Estos resultados, en parte, coinciden con la hipótesis inicial, teniendo en cuenta que la información proporcionada por los medios de comunicación sobre los gases de efecto invernadero destacan al CO₂ como el gas de efecto invernadero y principal responsable del cambio climático (Lineman et al., 2015). Esto explicaría por qué el profesorado encuestado manifiesta un conocimiento sólido con relación a la temática del CO₂, mientras que su conocimiento sobre otros gases de efecto invernadero es menor.

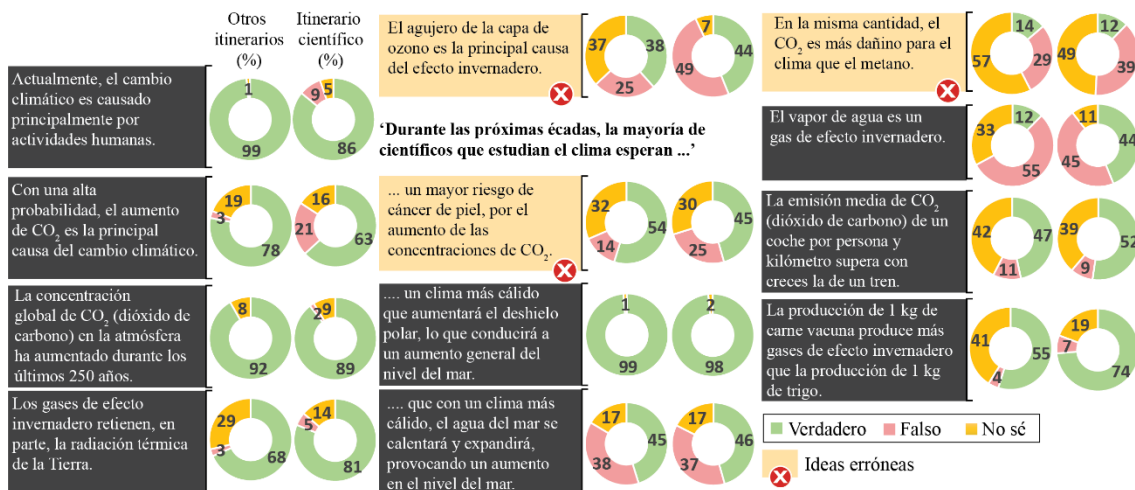


Figura 1. Preguntas destacadas del estudio llevado a cabo.

Por otro lado, con el propósito de poder determinar el nivel de conocimiento del profesorado en formación, se han establecido 4 niveles de conocimiento mediante una escala Likert, teniendo en cuenta la sistemática española de calificaciones: nivel bajo (<50% de las respuestas correctas), nivel medio (50-70% respuestas correctas), nivel medio-alto (71-85% respuestas correctas) y nivel alto (> 85% respuestas correctas). Esta codificación nos permite comparar el nivel de conocimientos sobre el cambio climático en las 4 dimensiones previamente indicadas: a) conocimiento y causas, b) conocimiento del efecto invernadero, c) consecuencias y d) conocimiento relacionado con la acción. Así, los resultados de la prueba de Mann-Whitney nos muestra diferencias significativas entre el profesorado del itinerario científico y del profesorado de otros itinerarios en las dimensiones: b) conocimiento del efecto invernadero c) conocimiento de las consecuencias del cambio climático y d) conocimientos relacionados con la acción sobre el cambio climático. Adicionalmente, y considerando el nivel de conocimientos globales, es decir considerando sus cuatro dimensiones, se puede indicar que únicamente el 1.8% del profesorado en formación del itinerario científico y el 0% del profesorado de otros itinerarios presenta un nivel alto de conocimiento. El profesorado del itinerario científico muestra mayoritariamente un nivel de conocimientos entre medio (42%) y medio-alto (35%). Sin embargo, el profesorado de otros itinerarios muestra principalmente un nivel de conocimientos entre bajo (45%) y medio (48%), lo que manifiesta un conocimiento únicamente moderado del futuro profesorado sobre el cambio climático, a pesar de ser esta temática uno de los principales objetivos de los ODS. Estos resultados indican que, en España, tanto la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), como el Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), como las instituciones educativas, deben

umentar la conciencia del profesorado a participar en prácticas responsables, y cursos de formación relacionados con el clima, con el objetivo de mejorar los conocimientos sobre esta temática. Además, estos resultados ponen en aviso el probablemente menor conocimiento del profesorado de Educación Primaria sobre esta temática, al proceder en su mayoría de itinerarios no científicos, a diferencia del profesorado de Educación Secundaria que imparte mayoritariamente los contenidos medioambientales.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este estudio muestran que la mayor parte del profesorado en formación creen que el cambio climático existe y reconocen su causa antrópica. Sin embargo, todavía responden a conceptos erróneos y conocimientos distorsionados sobre las causas y consecuencias del cambio climático, afectando su disposición a actuar al respecto. Estos resultados abogan por una mejora en la formación del profesorado sobre la problemática del cambio climático, poniendo especial atención a las consecuencias que pueden afectar el desarrollo de la sociedad tal y como la concebimos hoy día, así como en las posibles formas de actuación para mitigar sus impactos y riesgos. De hecho, se comprueba que el currículo se centra en las explicaciones científicas del fenómeno más que en los aspectos sociales o prácticos de la problemática, por lo que eventualmente el profesorado desarrolla una mejor comprensión de las causas del cambio climático, pero no de sus consecuencias directas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arslan, H.O., Cigdemoglu, C. y Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(1), 1667-1686.
- Borsa J. C., Damásio B. F. y Bandeira D.R. (2012). Cross-Cultural Adaptation and Validation of Psychological Instruments: some considerations. *Paidéia* 22(53), 423-432. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-43272253201314>.
- Dawson, V. (2012). Science Teachers' Perspectives about Climate Change. *Teaching Science*, 58(3), 8-13.
- Herman, B.C., Feldman, A. y Vernaza-Hernandez, V. (2017). Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers' Knowledge and Teaching of Climate Change Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 451-471.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. In Press.
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers' misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 102-120.
- Lambert, J.L. y Bleicher, R.E. (2013). Climate Change in the Preservice Teacher's Mind. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 999-1022.
- Leiserowitz, A., Smith, N. y Marlon, J.R. (2012). *American Teens' Knowledge of Climate Change*. New Haven CT and Fairfax, VA: Yale University. Yale Project on Climate Change Communication and George Mason University.
- Lineman, M., Do, Y., Ji-Yoon, K. y Gea-Jae, J. (2015). Talking about Climate Change and Global Warming. *PLoS One*, 10(9), e0138996. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138996>.
- Liu, S., Roehrig, G., Bhattacharya, D. y Varma, K. (2015). In-Service Teachers' Attitudes, Knowledge and Classroom Teaching of Global Climate Change. *Science Educator*, 24, 12-22.
- McNeal, K.S., Walker, S.L. y Rutherford, D. (2014). Assessment of 6- to 20-Grade Educators' Climate Knowledge and Perceptions: Results from the Climate Stewardship Survey.

- Journal of Geoscience Education*, 62(4), 645-654. <https://doi.org/10.5408/13-098.1>.
- McNeal, P., Petcovic, H. y Reeves, P. (2017). What is motivating middle-school science teachers to teach climate change? *International Journal of Science Education*, 39(8), 1069-1080.
- Muttarak, R. y Lutz, W. (2014). Is education a key to reducing vulnerability to natural disasters and hence unavoidable climate change? *Ecology and Society*, 19(1), 42.
- Nowack, P., Runge, J., Eyring, V. y Haigh, J.D. (2020). Causal networks for climate model evaluation and constrained projections. *Nature Communications*, 11, 1415.
- Schreiner, C., Henriksen, E.K., Kirkeby H. y Pål, J. (2005). Climate Education: Empowering Today's Youth to Meet Tomorrow's Challenges. *Studies in Science Education*, 41, 3-49.
- Seroussi, D-E., Rothschild, N., Kurzbaum, E., Yaffe, Y. y Hemo, T. (2019). Teachers' Knowledge, Beliefs, and Attitudes about Climate Change. *International Education Studies*, 12(8), 33-45. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n8p33>.
- Stevenson, K.T., Peterson, M.N. y Bradshaw, A. (2016). How Climate Change Beliefs among U.S. Teachers Do and Do Not Translate to Students. *PLoS One*, 11(9), e0161462.
- Tobler, C., Visschers, V. y Siegrist, M. (2012). Consumers' knowledge about climate change. *Climatic Change*, 114(2), 189-209. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0393-1>.

Concepciones sobre la relación entre el género y la ciencia de formadores de formadores sensibles al género

Pamela Palomera-Rojas¹, Alejandra Meneses² y Carolina Martínez-Galaz³

¹Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

pamela.palomera@umce.cl

²Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. amensea@uc.cl

³Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule. cmartinezg@ucm.cl

RESUMEN: Esta investigación busca identificar las concepciones sobre la relación entre el género y la ciencia de formadores(as) de formadores(as) reconocidos por la comunidad académica por ser sensibles a las temáticas sobre la perspectiva de género. Se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo, a través de un estudio de casos compuesto por ocho formadores(as) de formadores(as), pertenecientes a dos universidades de Chile, ubicadas en la zona centro sur del país. La producción de datos se llevó a cabo por medio de entrevistas llamadas *dilemas pedagógicos*, las cuales se enfocaron en presentar contextos que implican la toma de decisiones frente a la planificación, implementación y experimentación en sus prácticas de enseñanza; destacando la tensión entre los estereotipos de género y la claridad pedagógica en la explicación.

PALABRAS CLAVE: Género, Enseñanza de las ciencias, Formadores(as) de formadores(as), Concepciones.

ABSTRACT: This research seeks to identify the conceptions about the relationship between gender and science of trainers of trainers recognized by the academic community for being sensitive to gender issues. It was carried out from a qualitative approach, through a case study composed of eight trainers of trainers, belonging to two universities in Chile, located in the central-south zone of the country. The data production was carried out through interviews called pedagogical dilemmas, which focused on presenting contexts that involve decision making in planning, implementation and experimentation in their teaching practices, highlighting the tension between gender stereotypes and pedagogical clarity in the explanation.

KEYWORDS: Gender, Science education, Trainers of trainers, Conceptions.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, ha habido una creciente preocupación entre la comunidad académica e instituciones públicas y privadas, por la disminución del interés en la ciencia de las y los jóvenes y en especial de las niñas, y sus actitudes negativas hacia estas áreas del conocimiento (Kang, Keinonen & Salonen, 2019; UNESCO, 2016). Hay consenso además que tal situación tendría consecuencias en el desarrollo de mujeres para las áreas STEM, debilitando la participación femenina y fuerza laboral vinculada con estas disciplinas y afectando a largo plazo la disminución de brechas de género en el mundo del trabajo (OECD, 2014).

En este sentido, el profesorado de ciencias tiene un efecto importante en las expectativas y desempeños de niños y niñas en la clase, a través de los tipos de interacciones que ocurren entre docentes y estudiantes, y cómo dichas interacciones dependen de las concepciones y creencias que tiene el profesorado sobre la ciencia y los estereotipos de género que presentan (Gunderson, Ramirez, Levine & Beilock, 2012). Lo que se reporta al respecto, es que predomina una visión donde lo masculino está por sobre lo femenino, revelándose de manera directa en la asignación de roles y participación de niños y niñas en el aula de ciencias (Lavy & Sand, 2018; Melo-Letelier & Martínez, 2017). Esta distribución sesgada, contribuye por lo general, a que los docentes reproduzcan prácticas de enseñanza que limitan el aprendizaje de la ciencia de las niñas (Hussénius, 2014), lo que no necesariamente ha sido abordado en la Formación Inicial Docente (FID) de ciencias de forma explícita (Scantlebury 2012).

Hay consenso en que la equidad de género, entendida como la capacidad legal, social y política para la defensa de la igualdad de derechos y de las garantías en el desarrollo de hombres y mujeres en diversos contextos (UNESCO, 2016), es un objetivo prioritario de progreso educativo, social y sostenible, lo que ha impactado en las políticas públicas de diversas naciones de manera directa (Hägglund & Leuze, 2020). Lo que ha sucedido en Chile a diferencia de otros países, es que aún no se cuenta con una política de género exclusiva, que permita la implementación de acciones gubernamentales que atiendan a lograr esta equidad e igualdad de manera transversal, reduciendo la implementación de acciones y programas a la buena voluntad de las instituciones socioeducativas (Duarte y Rodríguez, 2019) y bajo la premisa de trabajar solo con propuestas orientadoras (MINEDUC, 2019), pero que de ninguna forma, son políticas instaladas.

Pese a esta realidad, de no contar con una política de equidad e igualdad de género transversal en diversas áreas de desarrollo, igualmente se demanda a la formación docente la responsabilidad de educar con perspectiva de género (MINEDUC, 2019; UNESCO, 2016), lo que incluye incorporar este enfoque en la educación, lo que también impacta en la educación científica. A nivel de la FID de ciencias, es la Universidad y los programas de formación de profesores quienes tienen el desafío de impulsar nuevas visiones y prácticas formativas relacionadas con la equidad de género y que contribuyan a una educación no sexista, en diversos espacios de la formación profesional docente (Camacho, 2018).

Formar futuros docentes en este escenario, implica incorporar nuevas perspectivas formativas en la FID de ciencias, para lo cual el formador de formadores es clave. Coincidimos con Zabalza (2007) al señalar que muchos docentes universitarios solo se ven a sí mismos desde la perspectiva de su conocimiento científico/disciplinar, pero la actividad profesional requiere de conocimientos especializados para llevar a cabo la formación, y sobre todo el conocimiento profesional vinculado a la práctica educativa (Martínez & Medina, 2017). Más concretamente, hoy se demanda a los formadores un nuevo perfil docente que incentive entre el estudiantado aprendizajes significativos, habilidades de pensamiento superior y el aprender a aprender a lo largo de la vida; en contextos de diversidad y equidad de género (Hussénius, Andersson & Gullberg; 2015). Sin embargo, no hay suficiente evidencia de cómo este nuevo perfil debe desarrollarse en el formador de formadores, en especial, considerando que la mayoría de ellos provienen del campo disciplinar y con escaso conocimiento en los nuevos temas. Aunque existen estudios sobre el género y la educación científica, (Camacho, 2017; Espinoza & Taut, 2016), la mayoría está centrado en el profesorado en ejercicio y su trabajo en aula, con

pocas investigaciones que aborden la formación de estos docentes y el impacto que tiene el formador de formadores en la FID (Hussénius, 2014; Scantlebury 2012).

De esta manera, el estudio se centra en una línea de investigación vinculada a la relación entre el género y la educación científica, asumiendo que dicha relación corresponde a una construcción e interpretación social y cultural que se resignifica permanentemente, producto de las propias concepciones y experiencias, y se expresa en acciones cuando las personas, que en este caso educan en ciencias y forman profesores, interactúan en diferentes contextos (Sinnes, 2006; West & Zimmerman, 1987). Así, es de interés conocer en profundidad de qué manera aquellos docentes reconocidos por la comunidad académica por incorporar la perspectiva de género en la educación científica, elaboran y estructuran ese conocimiento profesional fruto de la experiencia, el contexto situado y la adopción de posturas epistemológicas (Haraway; 1995), que les permite impartir prácticas educativas, en espacios formativos diversos. Por lo tanto, resulta de interés comprender cómo dichas concepciones se materializan en decisiones pedagógicas (Crawford, 2006; Mimbbrero & Cámara, 2014) y su potencial impacto en la formación inicial docente. Por consiguiente, el objetivo de este estudio es identificar las concepciones sobre la relación entre el género y la ciencia de formadores(as) de formadores(as) reconocidos por la comunidad académica por ser sensibles a las temáticas sobre la perspectiva de género.

METODOLOGÍA

Esta investigación se aproxima desde un enfoque cualitativo y se materializa en un estudio de casos en profundidad, que de acuerdo con Yin (2018), fueron elegidos por su trayectoria y formación, lo que brinda una mirada específica acerca de las concepciones sobre la relación entre el género y la ciencia. Para acceder a los participantes se establecieron una serie de atributos, entre los que destacan: 1) realizar docencia en el ámbito disciplinar, formación práctica o didáctica de la formación inicial docente de ciencias (física, química o biología); 2) ser reconocidos por la comunidad universitaria (académicos/as, estudiantado, equipos de gestión) como formadores sensibles a las temáticas sobre perspectiva de género; y 3) mostrar interés y disponibilidad para participar de forma voluntaria del estudio. De esta forma, se concretaron ocho casos pertenecientes a dos universidades de Chile con amplia trayectoria en la formación inicial docente, ubicadas en la zona centro sur del país. En este contexto, se consultó en una primera instancia al estudiantado y profesorado, a través de un cuestionario en línea, por aquellos(as) formadores(as) que fuesen reconocidos por su sensibilidad a las temáticas de género.

La producción de datos se llevó a cabo por medio de entrevistas, las cuales se enfocaron en presentar contextos que implican la toma de decisiones frente a ellos. Se utiliza el concepto de *dilema pedagógico*, que describe los momentos en que el profesorado se enfrenta a diversas alternativas válidas al momento de enseñar y que requieren de una reflexión y posicionamiento frente a estos para poder decidir (Kavanagh, Conrad & Dagogo-Jack, 2020). El instrumento aplicado a los y las participantes estaba compuesto por tres *dilemas pedagógicos*, los cuales seguían una estructura que buscaba relevar sus decisiones sobre la planificación, implementación y experimentación en sus prácticas de enseñanza; así como la tensión entre los estereotipos de género y la claridad pedagógica en la explicación. Para el caso de este trabajo, se presentan los resultados preliminares, correspondiente al primer dilema pedagógico, que se relaciona con la planificación de la enseñanza. En este dilema pedagógico, se le presentan dos imágenes similares, cargadas de estereotipos y se les hace una pregunta gatilladora, la que hace referencia a que decidan

cual utilizarían en su clase para explicar el concepto asociado y que argumenten sobre su decisión; luego se les realizan una serie de preguntas de seguimiento que tensionan sus argumentos.

Una vez que el estudio fue aprobado por el comité de ético científico, el trabajo de campo se llevó a cabo durante el segundo semestre del 2021, donde se sostuvieron entrevistas a través de una plataforma digital segura, debido a las condiciones sanitarias en el contexto de pandemia. Para resguardar la confidencialidad de los y las participantes, se grabó solo el audio de la entrevista, el que fue transcrito posteriormente; todos los archivos y documentos emanados del proceso, fueron anonimizados y se designó una nomenclatura, correspondiente a una letra y número (ejemplo “P1”).

Se realizó un análisis sobre la enunciación del discurso de los y las participantes. Para ello, se trabajó con objetos discursivos y la subjetividad del lenguaje, particularmente se observó la connotación y los elementos que acompañan al objeto del discurso en sí mismo (Filinich, 2016). Particularmente, se levantaron categorías a partir de: (1) marcadores textuales sobre que dicen en sus decisiones; (2) sobre como eligen el recurso para generar su explicación, considerando cuestiones actitudinales; y (3) acerca del grado de certeza que tienen al momento de seleccionar uno de los recursos presentados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producto del análisis de los dilemas se levantaron 11 categorías, distribuidas en 3 dimensiones, las que se pueden observar en la tabla 1, así como la distribución de las unidades de significado. Cabe destacar que, en esta oportunidad solo se presentan los resultados preliminares asociados al primer dilema pedagógico expuesto a los y las participantes, el que se relaciona con la planificación y selección de materiales, para la construcción de explicaciones científicas.

El profesorado sensible a las temáticas relacionadas con la perspectiva de género al momento de decidir sobre los recursos a utilizar y a como estructurar su explicación, es decir a que dicen y como justifican su elección, se muestra una tendencia a aproximarse a través de la claridad y nitidez de las imágenes, formas y colores representativos; en un segundo acercamiento se encuentra la precisión conceptual que transmiten dichos recursos; y en último caso se encuentran las cuestiones asociadas al género, prevaleciendo en su explicación el contenido disciplinar por sobre los estereotipos que pudiesen representar y transmitir dichos recursos.

En el proceso de cómo llegan a dar su respuesta existen diversos elementos a considerar, entre ellos, la cantidad de intervenciones realizadas donde su discurso se adorna de expresiones que cuestionan sus propias respuestas en un proceso iterativo. En este contexto, el profesorado le cuesta tomar una decisión clara y concreta sobre la elección del material, mostrándose dubitativo, incluso en muchas ocasiones resistiéndose a tomar una decisión frente al material presentado. Si bien el profesorado se aproxima a los recursos desde la forma y la claridad conceptual que proyectan, en el proceso de selección se muestra la tensión que estas imágenes generan en ellos, pero que no verbalizan de forma explícita.

En cuanto al grado de certeza de sus afirmaciones, el profesorado muestra en principio un alto grado de conocimiento sobre la situación presentada. Aunque a lo largo de su discurso en general pasan por distintos estados, de duda, resistencia, tensión, entre otros, son capaces de desarrollar argumentos que validen su respuesta.

Tabla 1. Definiciones operacionales de categorías de análisis y porcentajes de unidades de significado

DIMENSIÓN	CATEGORÍA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	PORCENTAJE DE US
¿Qué dicen?	Color	El/la formador/a se aproxima al recurso a partir de la claridad de la imagen, su nitidez en las formas y colores representativos.	10,3
	Género	Existe un posicionamiento de el/la formador/a desde la representación del género para describir el recurso	6,9
	Contenido	El/la formador/a describe el recurso enfocándose en el contenido disciplinar, privilegiando la precisión conceptual que pueda transmitir.	8,1
¿Cómo eligen?	Duda	Existe incertidumbre en la elección del recurso, el/la formador/a cuestionando la propuesta realizada, así como su propia decisión, los que se expresan en silencios prolongados, actitud pensativa, oraciones inconclusas.	19,5
	Tensión	Los recursos presentados generan incomodidad en el/la formador/a, ya que se contraponen a sus creencias o formas de enseñanza.	4,6
	Resistencia	Negación u oposición por parte de el/la formador/a en la elección del recurso, ya que no representan sus creencias o formas de enseñanza.	12,6
	Turno de intervención	Cantidad de intervenciones que realiza el/la formador/a para seleccionar el recurso.	24,1
	Seguridad	Da cuenta del control que tiene el/la formador/a sobre la selección y uso del recurso que ha elegido.	1,2
Grado de certeza	Baja certeza	El/la formador/a demuestra un conocimiento inseguro sobre la situación, lo que dificulta su elección pudiendo tomar una decisión apresurada que en el transcurso de su discurso va cambiando o la coloca en duda.	4,6
	Certeza media	El/la formador/a demuestra un conocimiento sobre la situación presentada, que le permite tomar una decisión sobre la elección del recurso, pero a lo largo de su discurso cuestiona su elección.	2,3
	Alta certeza	El/la formador/a demuestra un gran conocimiento sobre la situación presentada, tomando una pronta decisión sobre la selección del recurso, pudiendo argumentar y defender su postura a lo largo de su discurso.	5,8

Finalmente, podemos dar cuenta que el profesorado sea reconocido por la comunidad académica por su sensibilidad a las temáticas relacionadas con la perspectiva de género, no implica necesariamente que logre materializarlo en sus prácticas de enseñanzas. Lo anterior, debido a que si bien tiene una visión de género, que atiende a la diversidad del estudiantado, se encuentra aún en un estado inicial de la reflexión sobre la práctica con perspectiva de género. En este sentido, los dilemas pedagógicos, presentados al profesorado hacen emerger sus creencias más profundas y pese a que tienen una sensibilidad hacia las temáticas sobre la perspectiva de género, sus concepciones tienen ciertas mixturas, las que operan de acuerdo al contexto en el que se desempeñan.

Estos antecedentes nos demuestran que se debe tener en consideración los distintos escenarios donde se desempeña el profesorado, ya que sus concepciones sobre la relación entre el género y la ciencia, puede tener ciertos matices que se reflejan en sus decisiones al momento de diseñar, planificar e implementar una clase. Dado lo anterior, es que se debe poner especial énfasis en sus prácticas de enseñanza, ya que esta sensibilidad observada por la comunidad puede generar un falso discurso de igualdad que se proyecte sus interacciones en el aula.

REFERENCIAS

- Camacho, J. (2017). Identificación y caracterización de las creencias de docentes hombres y mujeres acerca de la relación ciencia-género en la educación científica. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 63-81.
- Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Nomadías*, (25), 101-120.
- Crawford, M. (2006). *Transformations. Women, Gender and Psychology*. McGraw-Hill
- Duarte, D. y Venegas, R. (2019). Políticas de igualdad de género en la educación superior chilena. *Revista Rumbos TS. Un espacio crítico para la reflexión en Ciencias Sociales*, (19), 41-72.
- Espinoza, A. y Taut, S. (2016). El Rol del Género en las Interacciones Pedagógicas de Aulas de Matemática Chilenas. *PSYKHE*, 25(2), 1-18.
- Filinich, M. I. (2016). *Enunciación*. Eudeba.
- Gunderson, E., Ramirez, G., Levine, S. y Beilock, S. (2012). New Directions for Research on the Role of Parents and Teachers in the Development of Gender-Related Math Attitudes: Response to Commentaries. *Sex Roles*, 66-191.
- Hägglund, A. y Leuze, K. (2020). Gender differences in STEM expectations across countries: how perceived labor market structures shape adolescents' preferences. *Journal of Youth Studies*, 1-21.
- Haraway, D. (1995). Conocimientos situados: La cuestión científica en el feminismo y el privilegio de la perspectiva parcial. En D. Haraway (Ed.). *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza* (pp. 313-345). Cátedra.
- Hussénius, A. (2014). Science education for all, some or just a few? Feminist and gender perspectives on science education: a special issue. *Cultural Studies of Science Education*, 9 (2) 255–262.
- Kavanagh, S. S., Conrad, J. y Dagogo-Jack, S. (2020). From rote to reasoned: Examining the role of pedagogical reasoning in practice-based teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 89.
- Lavy, V. y Sand, E. (2018). On the origins of gender gaps in human capital: Short-and long-term consequences of teachers' biases. *Journal of Public Economics*, 167, 263-279.
- Martínez, C. y Medina, J. (2017) Concepciones y prácticas del profesorado universitario de Ciencias: un estudio de casos en la enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias (Extra)*, 2763-2768.
- Melo-Letelier, G. y Martínez, C. (2017). Creencias de profesoras de primaria sobre el rol de la mujer en las ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias (Extra)*, 5619-5623.
- Mimbrero Mallado, M. C. y Cámara Marín, S. (2014). Cultura y clima de género como conceptos deslindables para el análisis de las organizaciones. En *V Congreso Universitario Internacional Investigación y Género* (pp. 1378-1387). SIEMUS (Seminario Interdisciplinar de Estudios de las Mujeres de la Universidad de Sevilla).
- MINEDUC (2019). *Comisión por una educación con equidad de género. Propuesta de acción*. Recuperado de <https://equidaddegenero.mineduc.cl/assets/pdf/propuestas-compressed.pdf>
- OECD (2014). *Cerrando las brechas de género: Es hora de actuar* CIEDESS <https://doi.org/10.1787/9789264208582-es>
- Scantlebury, K. (2012). Still part of the conversation: Gender issues in Science Education. En B. Fraser, K. Tobin y C. J. McRobbie (Eds). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 499-512). Springer.
- Sinnes, A. (2006). Three approaches to gender equity in science education. *Nordic Studies in Science Education Nordina*, 20(3), 72-83
- UNESCO (2016). *Informe de seguimiento sobre la educación en el mundo. Resumen sobre género. Creación de futuro sostenible para todos*. UNESCO
- West, C. y Zimmerman, D. (1987). *Doing Gender. Gender and Society*, 1(2), 125-151.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications*. SAGE.

Cultura del agua en los libros de texto

Alicia Benarroch¹, Alejandra Ramírez-Segado² y María Rodríguez-Serrano²

¹Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. aliciabb@ugr.es

²Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. alermzsgd@ugr.es

³Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. mariarodriguez@ugr.es

RESUMEN: La cultura del agua viene determinada por las costumbres, las actitudes y los valores, tanto individuales como compartidos socialmente, que adoptamos las personas respecto al agua. En este trabajo, se afronta el análisis de la cultura del agua que se transmite en 10 libros de texto españoles de 3º de ESO. Con este fin, se elaboró un instrumento taxonómico fundamentado en las corrientes de la Nueva Cultura del Agua frente a la tradicional. Los resultados indican una alta dispersión en la imagen cultural que sobre el agua ofrecen los libros, aunque globalmente se manifiesta una tímida tendencia hacia la cultura más tradicional.

PALABRAS CLAVE: Libros de texto, Cultura del agua, Nueva Cultura del Agua, Sostenibilidad.

ABSTRACT: Water culture is determined by customs, attitudes and values, both individual and socially shared, that people adopt with respect to water. In this paper, we analyse the water culture transmitted in 10 Spanish textbooks designed for students aged 14-15 years old. To this end, a taxonomic instrument was developed based on the differences between the New Water Culture and the traditional one. The results indicate a high dispersion in the cultural image of water, although overall there is a timid tendency towards the more traditional culture.

KEYWORDS: Textbooks, Water culture, New Water Culture, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

En el último mes del 2021, ha tenido lugar una nueva inundación de miles de hectáreas de terrenos colindantes a la cuenca del río Ebro, lo que ha reabierto el debate sociocientífico que periódicamente es motivo de multitud de titulares en los medios de comunicación sobre el trasvase del Ebro, sus pros y sus contras. Se trata de un ejemplo interesante de controversia científica, que se relaciona con otras inundaciones en el tiempo de este mismo río, como la del 2015, y conecta con otros trasvases peninsulares como el del Tajo-Segura.

Según Sáez et al. (2021), “resulta fundamental debatir con los estudiantes los planteamientos de la Nueva Cultura del Agua frente a los antiguos paradigmas” (p. 69), entre los que cabe citar las propuestas de trasvases ante la escasez de agua de algunas zonas, junto a otros tantos temas de interés social que también suelen ser objeto de debate, como la bondad de los pantanos, la desigual disponibilidad de agua entre regiones y la necesidad de corregirla (la España seca y la España húmeda), la asociación entre nuestra forma de alimentarnos y las necesidades de agua, etc.

¿Se afrontan estos temas en las aulas? Ya que los libros de texto son los recursos didácticos más utilizados en ellas (Fernández y Caballero, 2017) cabe preguntarse, cuál es la imagen cultural del agua que estos transmiten. Por ello, en este trabajo, se afronta el análisis de la cultura hídrica o cultura del agua que se transmite en los libros de texto

españoles diseñados para estudiantes de 15 años de edad, último curso con un curriculum común.

A través de un instrumento taxonómico fundamentado en las corrientes de la Nueva Cultura del Agua (NCA, en adelante) frente a la tradicional, se pretende caracterizar los libros de texto y desvelar la imagen que estamos transmitiendo a nuestros estudiantes en relación con esta sustancia fundamental para la vida.

MARCO TEÓRICO

La denominación de Nueva Cultura del Agua (en adelante, NCA) surgió a mediados de los años noventa del siglo pasado como un movimiento social de oposición al trasvase del Ebro. Aunque se alimenta en sus comienzos de movimientos ecologistas, poco a poco se fue refiriendo a toda una forma diferente de tratar los temas relacionados con la gestión del agua. Lo que supuso la entrada en escena del movimiento defensor de la NCA fue la Declaración Europea por la Nueva Cultura del Agua, en el año 2005, por la que se exigía al parlamento europeo que cumpliera con la Directiva Marco del Agua, que había entrado en vigor el 22 de diciembre del 2000. Fue también la reacción social al Plan Hidrológico Nacional, aprobado en el 2001, cuyo principal proyecto era el trasvase del Ebro.

Benarroch, Rodríguez-Serrano y Ramírez-Segado (2021) sintetizaron en siete ideas principales las diferencias entre la visión tradicional del agua, denominada vieja cultura del agua, y la visión desde un desarrollo sostenible que promueve la NCA. Éstas son:

- Contexto 1. Desequilibrio hídrico vs equilibrio natural. Desde la NCA, se considera que la singularidad hídrica de cada territorio debe entenderse como el resultado de un equilibrio natural que debe ser alterado lo menos posible por las actividades antropomórficas. El agua no es escasa, o no debería serlo si se hiciera una buena gestión de ella (Arrojo, 2008).
- Contexto 2. Factor productivo vs activo eco-social. La NCA defiende la necesidad de valorar el agua como un activo eco-social, concepto que considera que el agua no solo posee un valor productivo, sino que también tiene un valor o una función social y ambiental (Aguilera, 2006).
- Contexto 3. Gobernabilidad del agua vs gobernanza del agua. Frente a la tradicional gestión gubernamental del agua, la NCA apuesta por una gobernanza participativa, en cuyo caso, la responsabilidad en el proceso de toma de decisiones no es sólo público, sino colectivo y compartido (Ferrer y Pérez, 2010).
- Contexto 4. Gestión de la oferta vs gestión de la demanda. El modelo de gestión tradicional del agua se ha basado en subsanar el desequilibrio hidrológico, a base de grandes obras hidráulicas, para satisfacer la creciente demanda de la población. Frente a este modelo, la NCA sostiene que la gestión sostenible del agua debe basarse en el control de su consumo (Aguilera, 2006), tanto en cantidad como en calidad.
- Contexto 5. Coste-beneficio vs coste-efectividad. La NCA deja a un lado el análisis coste-beneficio y exige aplicar el análisis coste-efectividad. Esto es, las decisiones que afectan al agua no deben estar condicionadas a un balance monetario de costes y beneficios, sino que se deben valorar los costes ambientales y del recurso, aplicando el principio de quien contamina, paga; y, en situaciones de escasez, el coste de oportunidad, esto es, el valor que adquiere un recurso cuando su disponibilidad es menor que la demanda (Pérez-Lázaro, 2015).
- Contexto 6. Agua como derecho humano vs deber humano. El agua tiene múltiples utilidades y funciones vinculadas a rangos éticos de diferente nivel que podrían

organizarse en cuatro categorías: agua-vida, agua-ciudadanía, agua-economía y agua-delito.

- Contexto 7. Consumismo vs consumerismo. Las tradicionales estrategias de gestión del agua basadas en la oferta no incentivan el ahorro ni la eficiencia en su uso (Castelltor, 2015). En cambio, en la gestión de la demanda se incentiva aumentar la eficiencia, para contribuir a disminuir el consumo, ahorrar agua y favorecer la regeneración natural y la conservación del recurso.

METODOLOGÍA

Instrumento

El instrumento utilizado para el análisis de los libros de texto se muestra en Benarroch et al. (2022). Se trata de una estructura taxonómica que mantiene los siete contextos vistos en el marco teórico y 15 subcontextos. Para cada subcontexto, se trató de generar una escala cuantitativa que permite asignar un valor numérico entero entre el uno y el tres a cada una de las Unidades de Enseñanza-Aprendizaje (UEA) identificadas en los libros de texto, con el fin de caracterizar su potencial formativo y su congruencia con la NCA. El valor de uno indica que la concepción planteada en la UEA está enmarcada en la cultura tradicional del agua, y el valor de tres, por el contrario, que está enmarcada en la NCA. Lógicamente, el valor numérico dos representa un estado intermedio.

Descripción de la muestra de libros

La muestra utilizada está formada por 10 textos españoles de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, que fueron seleccionados por ser las editoriales empleadas con más frecuencia en el contexto melillense, donde se desarrolla la investigación. En cuanto a las asignaturas, cinco de los libros son de Biología y Geología y otros cinco son de Geografía e Historia, que son las asignaturas de secundaria que absorben mayor carga curricular sobre la cultura del agua en el currículum español.

Procedimiento

Se procedió a seleccionar las UEA sobre la cultura del agua, consideradas estas como las unidades de contenido que están relacionadas con cualquiera de los apartados contemplados en la taxonomía de análisis. Para ello, se realizaron unas sesiones de entrenamiento por videoconferencia, en las que participaron las tres autoras de este trabajo y dos investigadores externos, a partir de un manual elegido al azar. En esta fase, se encontraron algunas dificultades que tuvieron que ser resueltas por la vía del consenso.

Una vez seleccionadas las UEA, procedimos a adjudicar un indicador taxonómico a cada una de ellas. Este proceso fue realizado por los cinco investigadores participantes, en primer lugar, de forma individual. Posteriormente, se realizaron varias reuniones por videoconferencia para resolver las discrepancias. Conviene aclarar que, tras el consenso, todas las UEA quedaron adscritas a un único subcontexto.

RESULTADOS

El número de UEA identificadas en cada uno de los libros analizados se muestra en la Tabla 1. Llama la atención, ante todo, la alta dispersión incluso entre libros de una misma asignatura. Concretamente, las horquillas de UEA son [19-39] para los manuales de Geografía e Historia; y [2-18] para los de Biología y Geología. Estos resultados indican que, aun cuando hay un currículum común, los autores hacen desarrollos particulares y realizan transmisiones de contenidos muy distintas. Particularmente, llama la atención la

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

escasa transmisión cultural que se realiza desde la enseñanza-aprendizaje de la Biología y Geología Nos preguntamos si es que las Ciencias Experimentales no son portadoras de valores culturales.

Tabla 1. Número de UEA identificadas en los libros de texto españoles

Geografía e Historia	Biología y Geología
Libro 1 (Anaya): 27	Libro 6 (Anaya): 2
Libro 2 (Santillana): 39	Libro 7 (Luis Vives): 5
Libro 3 (Vicens-Vives): 20	Libro 8 (Oxford): 5
Libro 4 (Oxford): 19	Libro 9 (Santillana): 3
Libro 5 (Luis Vives): 19	Libro 10 (SM): 18
Total de UEA: 124	Total de UEA: 33
Total UEA: 157	

El número de subcontextos y niveles taxonómicos se muestran en la Tabla 2. La última columna aloja la media ponderada, un valor numérico global del libro, que indica su tendencia más o menos cercana a la NCA. Una media ponderada de uno es indicativa de un libro transmisor de una vieja cultura del agua y una media de tres sería todo lo contrario, un libro alineado con una NCA.

Tabla 2. Subcontextos y niveles taxonómicos sobre la NCA tratados en los libros de texto

	C1.1	C1.2	C2.1	C2.2	C2.3	C3.1	C3.2	C4.1	C4.2	C5.1	C5.2	C6.1	C6.2	C7.1	C7.2	Total																												
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	□																									
Geografía e Historia																																												
L1	1	1		1	1		2	1	1		3			2			2		4			2	1	2		2	1	9	9	9	2.0													
L2	4	1	1	1	1	1	1	2	2	3				1	2				9	1		2			1	1	1	1	1	1	1	1.8												
L3			1	1		1	1				2								1			3	2		1		2		4	1	5	8	7	2.1										
L4			4		2		1		2										4			1	1		2		2	8	1	1		1.6												
L5			1	2					1	2			1	2	1				7	1								9	8	2	1.6													
T	5	2	1	1	9	3	2	1	5	4	1	5	6	3	5	2			2	2	6		2	7	2	2	1	6	1	7	1	9	3	4	8	2	1.8							
Biología y Geología																																												
L6																			2													2	3.0											
L7				2																		3							3		2	1.8												
L8										1												2			2			2	2	1	1.8													
L9				2																									1	2	2.7													
L10	1			1	4					2	1											6					1		2	7	4	7	2.0											
T	1			1	8					2	2											1	2				3		2	1	2	1	2.1											
	6	2	1	1	10	11	2	1	5	4	1	7	8	3	5	2			2	3	8			3	8		3	8	2	2	1	6	1	10	1	9	5	6	0	5	4	4	3	1.9
	9		2		3	10	15		3	7			13									42		1	7		11		14		15	7	1	1.8										
	31		28				10				13				42				8				25				157																	

La media ponderada de los diez libros es de 1.8, la misma que la de los manuales de Geografía e Historia, frente a la media de 1.9 que adquieren los manuales de Biología y Geología. Se puede afirmar que, globalmente, los libros son transmisores de una cultura algo más cercana de la vieja que de la NCA.

Un análisis de mayor interés es el que se relaciona con los contextos trabajados. Por orden de prevalencia, estos son: C5, C1, C2, C7, C4, C3 y C6. Algunos de ellos (por ejemplo, C5 y C6) muestran una tendencia más frecuente hacia la vieja cultura del agua, pero otros (C1, C7, C4 y C3) la tienen en sentido contrario. En el caso del contexto C2, se da una circunstancia particular. En el subcontexto 2.2. es más frecuente una valoración del agua desde la perspectiva exclusivamente económica, lo que se alinea con una vieja cultura del agua. En el subcontexto 2.3, en cambio, las actividades de reflexión tratan de destacar la importancia del agua para las personas desde múltiples puntos de vista, alineándose con la NCA.

Conviene destacar que los contextos C4.1 y C5.1 no aparecen en los libros de texto. En otras palabras, en ellos no se plantea la disyuntiva entre la ampliación de la oferta o la demanda del agua ante el exceso de su consumo (C4.1), ni se referencian los costes diferenciados del agua según sus usos (C5.1).

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La conclusión más sobresaliente es que no podemos afirmar de forma contundente cuál es la tendencia más marcada que transmiten los libros de texto. Cada libro transmite una imagen particular acerca de la cultura del agua y contempla contextos y subcontextos distintos. No obstante, la tendencia general es una leve inclinación hacia la vieja cultura del agua.

Esta falta de postura definida podría ser una consecuencia de la falta de un debate más amplio entre la sociedad y los gobiernos, e incluso de la falta de una postura ideológica concreta en los currículos oficiales de los respectivos países, lo que podría conducir a los autores de los libros de texto a promover posturas también amorfas y eclécticas, que no entren en conflicto con las opiniones más extendidas (Pérez y Meneses, 2020).

Por otro lado, el número de UEA contemplados en los libros de Geografía e Historia es muy superior al de Biología y Geología. Nos preguntamos si los libros de Ciencias Naturales son portadores de una pobre visión acerca de los valores culturales del agua o si se están mostrando a los estudiantes de una forma menos contextualizada y aséptica culturalmente frente a los libros de Ciencias Sociales.

En definitiva, no todo está mal en los libros de texto. Al menos, en lo que se refiere a la cultura hídrica, hay ciertos contextos para los que las tendencias más frecuentes se alinean en la NCA, tratando de vencer a la cultura tradicional. Pero otros que no aparecen y otros para los que falta una mayor decisión y una apuesta más firme por una cultura hídrica a favor de un futuro que es el único posible. Así, por ejemplo, debería quedar más claro en los libros de texto, que:

- El consumo de agua se ha disparado y el agua ha dejado de ser un recurso renovable. Hemos de priorizar la preservación del agua que tenemos.
- El agua no es un bien económico, sino que tiene un valor patrimonial importante. La protección de su calidad debe primarse frente a la explotación.
- La responsabilidad del agua es de toda la ciudadanía, del estilo de vida en los países más desarrollados y del crecimiento demográfico en los menos desarrollados.
- Se debe reducir el consumo de agua y no tratar de satisfacer cualquier demanda.
- Las tarifas de agua deben analizarse cuidadosamente de modo que se garantice el derecho al agua-vida, pero se penalice seriamente un consumo excesivo del agua.
- Quien contamina debe dejar de hacerlo (se arriesga a una sanción importante).
- Nuestro estilo de vida (hábitos consumistas y alimenticios) está íntimamente relacionado con el consumo de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, F. (2006). Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. *Polis*, 14, 1-17.
- Arrojo, P. (2008). La Nueva Cultura del Agua del siglo XXI. En *Caja Azul de la Tribuna del Agua*, Expo Zaragoza 2008 (pp.1-46). Zaragoza, España. https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/palabras/Arrojo_ES.pdf

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

- Benarroch, A., Castro-Velásquez, F.E., Clavijo-Cuervo, V.J. y Ramírez-Segado, A. (2022). La cultura del agua en los libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1501.
doi: http://10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.il.1501
- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M. y Ramírez-Segado, A. (2021). The new water culture versus the traditional. Design and validation of a questionnaire to discriminate between both. *Sustainability*, 13 (4), 2174. <https://doi.org/10.3390/su13042174>
- Castelltor, A. (2015). Actividades que contribuyen a la promoción de una nueva cultura ambiental del agua. *Comunicações*, 22(2), 363-389. <https://doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v22n2ep363-389>
- Fernández M.P. y Caballero P.A. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (1), 201-217. <https://doi.org/10.6018/reifop/20.1.229641>
- Ferrer, G. y Pérez, B. (2010). El agua, patrimonio de todos. Una excursión por los principios de la Directiva Marco del Agua. Álava, España: Kantauriko Urkidetza. https://www.kantaurikourkidetza.net/pdf/El_agua_patrimonio_de_todos.pdf
- Pérez S. y Meneses J.A. (2020) La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17 (2), 2101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2101
- Sáez, M.J., Gil Quílez, M.J., Martínez-Peña, M.B. y Carrasquer Zamora, J. (2021). *Las tres letras de RÍO. Fundamentos y recursos para trabajar en el aula*. Prensas de la Universidad de Zaragoza.

Divulgación de la Geología, despertar y acompañar vocaciones desde una perspectiva de género

Manuela Chamizo Borreguero¹, Ana Ruíz Constán¹, Blanca Martínez García¹ y Concepción Fernández Leyva¹

¹Comisión Mujeres y Geología de la Sociedad Geológica de España. mujeresygeología@gmail.com

RESUMEN: El abandono de la Geología en los planes de estudio está dando lugar a una merma en el conocimiento de esta Ciencia. Esta tendencia, junto con la ausencia de referentes femeninos en el ámbito de la Geología, ha motivado a la Comisión Mujeres y Geología a lanzar proyectos de divulgación y mentorazgo en el ámbito de la Geología que ayuden a mitigar estas deficiencias. Las *GEOCHARLAS* son una iniciativa para la divulgación de la Geología que busca acercarla a los centros educativos y al público general por todo el territorio nacional y despertar vocaciones entre el alumnado. Adicionalmente, ofrece un programa de mentorazgo que permite poner en contacto a estudiantes de carrera y secundaria y jóvenes investigadores o profesionales de la Geología con Geólogas expertas, proporcionando la posibilidad de compartir experiencias, analizar y reflexionar sobre la inserción y la práctica profesional y ofrecer una orientación que permita encaminar vocaciones.

PALABRAS CLAVE: Geología, Mujeres, Divulgación, Mentorización

ABSTRACT: The neglect of geology in school curricula is leading to a decline in this Science. This tendency, together with the absence of female references in Geology, has motivated the Women and Geology Commission to launch outreach and mentoring projects in the field of Geology to help mitigate these deficiencies. The *GEOCHARLAS* are an initiative to spreading of Geology knowledge that aims to bring it closer to schools and the general public throughout the national territory and to awaken vocations among students. In addition, it offers a mentoring programme that puts undergraduate and high school students and young researchers or professionals in Geology in contact with expert female Geologists, providing the possibility of sharing experiences, analysing and reflecting on professional insertion and practice, and offering guidance to help guide vocations.

KEYWORDS: Geology, Women, Outreach, Mentoring

INTRODUCCIÓN

La presencia cada vez menor de las Ciencias de la Tierra en general, y de la Geología en particular, en los currículums de enseñanza obligatoria (primaria y secundaria) desde finales de los 90, ha causado un retroceso en la cultura científica de la población en estas materias (Pedrinaci *et al.*, 2013). Sin embargo, el conocimiento de los fenómenos naturales que gobiernan los procesos geológicos se revela como trascendental en temas que constituyen grandes retos sociales de nuestros tiempos: la educación medioambiental, la sostenibilidad, el correcto aprovechamiento de los recursos naturales y/o geológicos y la prevención de riesgos, entre otros. Entender estos elementos y su interconexión es fundamental, ya que afectan en gran medida al desarrollo de nuestra sociedad.

A este problema socio-cultural, no exclusivo de nuestro país, hay que añadir el marcado sesgo de género existente en el mundo científico. En España, el interés por la ciencia es casi la mitad en mujeres (9.9 %) que en hombres (18.8 %) según la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2020. A esto hay que añadir que menos del 30% del personal investigador del mundo son mujeres, sesgo mucho más relevante en las áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). En este sentido, cada vez más estudios avalan que los estereotipos de género y la ausencia de referentes femeninos son las razones principales por las que la presencia de mujeres es tan reducida (UNESCO, 2019).

OBJETIVOS

En 2009, la problemática derivada de la combinación de estos dos factores motivó la creación de la Comisión Mujeres y Geología en el seno de la Sociedad Geológica de España (Alonso Zarza *et al.*, 2008) con los objetivos de: i) luchar y velar por la igualdad de oportunidades, ii) dar visibilidad al papel de las mujeres geólogas y iii) poner de manifiesto las barreras visibles e invisibles que encontramos en el desarrollo de nuestra actividad profesional. En sintonía con estos objetivos, desde la Comisión Mujeres y Geología se han promovido múltiples jornadas de sensibilización y mesas redondas asociadas a la conmemoración de fechas clave como el 11F (Día internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia) y el 8M (Día Internacional de la Mujer) con el objetivo de analizar y promover el papel de las mujeres en la Geología y reivindicar la relevancia histórica de mujeres pioneras en esta Ciencia. De este análisis, surgió la necesidad de poner en marcha actividades de carácter divulgativo para todos los públicos que incluyesen una perspectiva de género en la actividad docente (*GEOCHARLAS*) y un programa de mentorización para dar apoyo a futuras profesionales (*Geólogas en Red*).

LÍNEAS DE TRABAJO Y DISEÑO DE ACTIVIDADES

Geocharlas, llevando la Geología a todos los rincones

En el curso académico 2018/2019 se puso en marcha *GEOCHARLAS*, una iniciativa para la divulgación de la Geología que busca acercarla a los centros educativos y al público no especializado. El objetivo principal de esta actividad es dar a conocer y poner en valor la labor de las geólogas y geólogos en distintas áreas del conocimiento desde una perspectiva atractiva y despertar el interés del público en general en esta Ciencia. En paralelo, esta actividad pretende ofrecer referentes femeninos y acercar ejemplos atractivos de mujeres profesionales para minimizar el efecto que el ideario tradicional ha establecido con respecto al papel de la mujer en el mundo de la Ciencia, y de la Geología en particular. Estos estereotipos de género definen roles que, sin lugar a dudas, establecen límites en las metas y expectativas de las niñas y mujeres más jóvenes marcando su desarrollo y dando lugar a situaciones de desigualdad y discriminación.

GEOCHARLAS coordina una red de especialistas (60% mujeres / 40% hombres) en diferentes ramas de la Geología que realizan, de forma altruista, actividades muy diversas: charlas, talleres, debates, salidas de campo... ([Geocharlas | MujeresyGeología \(mujeresygeologia.wixsite.com\)](http://Geocharlas | MujeresyGeología (mujeresygeologia.wixsite.com))). Se trata de actividades gratuitas de distinta temática (básica y aplicada) orientadas a los diferentes niveles educativos y público en general. La distribución geográfica de los especialistas por prácticamente la totalidad del territorio nacional (Fig. 1) permite que las actividades sean mayoritariamente presenciales. Aunque las grandes ciudades concentran el mayor número de especialistas, *GEOCHARLAS*, incluida dentro del proyecto *Geolodía*, cuenta con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología - Ministerio de Ciencia e Innovación, lo que

permite facilitar el acceso de los centros educativos de áreas rurales a las actividades. Por otro lado, el inicio de la pandemia supuso un reto a la continuidad de la iniciativa que se superó reforzando las actividades online y ofertando distintos recursos didácticos y divulgativos adicionales en la web.

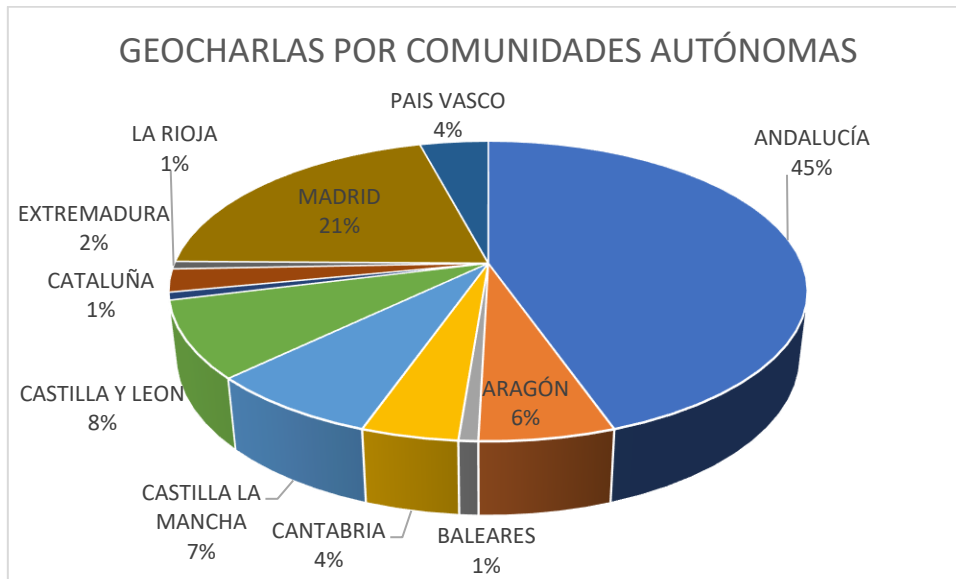


Figura 1. Distribución de *GEOCHARLAS* por Comunidades Autónomas hasta diciembre de 2021.

Desde su puesta en marcha y hasta finales del 2021, un total de 8770 personas han asistido a alguna de estas actividades, fundamentalmente realizadas a demanda de centros educativos de Infantil, Primaria y Secundaria, aunque también se han solicitado desde distintas asociaciones culturales e incluso centros penitenciarios (Fig. 2). Se ha prestado especial atención a los niveles educativos inferiores, que suelen contar con menor oferta de actividades científicas.

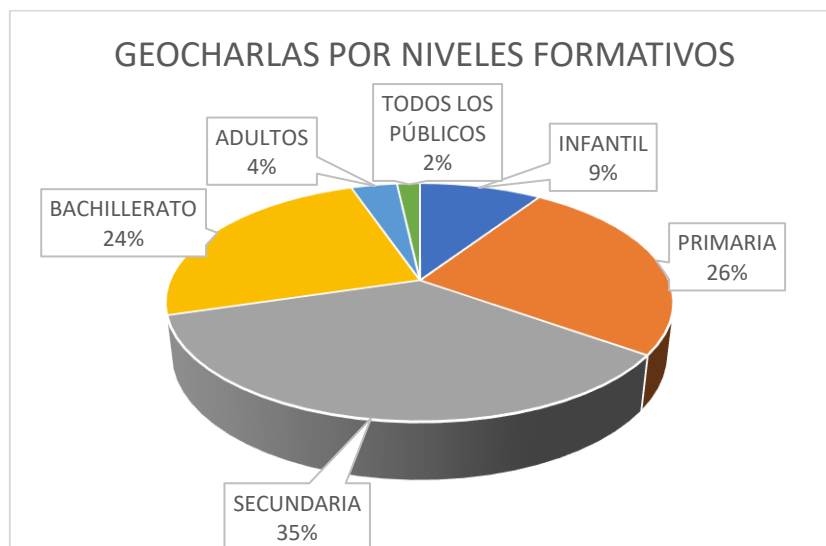


Figura 2. Distribución de *GEOCHARLAS* por niveles educativos

Geólogas en Red, orientando vocaciones

En los últimos tiempos, son cada vez más frecuentes las iniciativas que incorporan la mentorización o asesoría como elemento estratégico del periodo de iniciación a la práctica

profesional o a la formación doctoral, así como en la actividad docente, con el objetivo de dinamizar sus propias estrategias de cambio pedagógico y metodológico. La mentorización es un proceso de aprendizaje individual guiado, que establece una relación temporal de colaboración con profesionales de experiencia consolidada. Esta relación constituye una fuente de conocimientos, sabiduría y/o estímulo que pueden ser factores vitales para el éxito profesional.

En el año 2020 la Comisión Mujeres y Geología lanza el Programa de Mentorización *Geólogas en Red* como uno de los elementos fundamentales para favorecer el proceso de desarrollo, integración y visibilización de la mujer en su entorno laboral ([Geólogas en red | Mujeres y Geología \(mujeresygeologia.wixsite.com\)](http://Geólogas en red | Mujeres y Geología (mujeresygeologia.wixsite.com))). El programa está orientado tanto a alumnado, desde secundaria a grado universitario, que se encuentra en el momento de elegir sus estudios futuros como a jóvenes investigador@s o incluso jóvenes profesionales de la Geología con dudas acerca de su desarrollo profesional. Para asesorarles y acompañarles en el proceso se cuenta con geólogas experimentadas, con capacidad y competencia profesional, que ejercen de mentoras y sirven de referente y de inspiración. Se pretende así crear una red de apoyo, información y orientación que permita identificar y conocer los principales obstáculos y barreras para el pleno desarrollo profesional y constituir un vehículo potenciador de la integración de la Mujer en la Geología.

El programa *Geólogas en Red* cuenta con 36 mentoras, que provienen de diversos sectores y áreas de conocimiento y a las que se les ha facilitado formación y recursos para el desarrollo del proceso de mentorización. Desde los inicios del programa se han recibido un total de 19 solicitudes de participación a través de un formulario en el que la persona que solicita la mentorización responde a una serie de preguntas que permiten analizar tanto su perfil como sus inquietudes. En paralelo, las mentoras responden también a un cuestionario que facilita la realización de los emparejamientos de la forma más efectiva.

Las inscripciones al programa de mentorización están abiertas de forma permanente, por lo que las incorporaciones son graduales (Tabla 1). Se ha previsto que el programa de mentorización se desarrolle durante un año natural, prorrogable en caso de que la mentorizada y la mentora lo consideren oportuno.

Tabla 1. Periodos de incorporación al programa de mentorización y fecha prevista de valoración

Inicio de la participación	Nº de Participantes	Valoración del programa
1er cuatrimestre 2021	5	Abril 2022
2º cuatrimestre 2021	3	Agosto 2022
3er cuatrimestre 2021	6	Diciembre 2022
1er cuatrimestre 2022	2	Abril 2023

RESULTADOS PRELIMINARES

Desde su puesta en marcha hasta finales de 2021, las solicitudes de la actividad *GEOCHARLAS* se han multiplicado por cinco, existiendo momentos con una alta demanda de ponentes femeninas en las fechas cercanas a la celebración del 11F y 8M. Con posterioridad a la realización de las *GEOCHARLAS*, y con el objetivo de que los solicitantes de la actividad puedan evaluar diferentes aspectos de la misma, se realiza una encuesta que nos permite conocer el grado de satisfacción y/o las carencias del programa. Esta información nos facilita ir adaptando nuestra oferta a las demandas del profesorado

de los centros peticionarios. En términos generales, la actividad se adecua a las expectativas de los centros (Tabla 2), el nivel de explicaciones es coherente en relación al nivel del público asistente y la actividad ha conseguido cambiar positivamente la opinión previa del público sobre la Geología. La totalidad de los centros solicitantes han manifestado su interés en volver a repetir la actividad y un 14% de los centros ya las solicitan anualmente. Como elementos a mejorar consideramos fundamental ampliar la red de conferenciantes en algunas comunidades autónomas con el objetivo de llegar a un mayor número de centros educativos y aumentar la oferta de recursos didácticos online que puedan servir de apoyo a la docencia.

Tabla 2. Valoraciones sobre la actividad de *GEOCHARLAS* hasta diciembre de 2021

Valoración	1- En desacuerdo, 6 Totalmente de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
La actividad se adecua a las expectativas	0	0	3.75%	10%	27.50%	58.75%
Las explicaciones se adaptaron al nivel del público	0	0	0	10%	30%	60%
La actividad ha cambiado positivamente tu opinión sobre la Geología	0	0	11.26%	8.45%	36.63%	43.66%
Volverías a repetir la actividad	0	0	0	0	0	100%

En cuanto al programa de mentorización Geólogas en Red, aunque aún no se tienen datos que permitan valorar cuantitativamente los resultados obtenidos durante el proceso de mentorización, se viene realizando un seguimiento periódico del programa a fin de verificar el buen funcionamiento de los emparejamientos y obtener una valoración cualitativa de la actividad, que nos permite ir corrigiendo las posibles deficiencias del programa que serán subsanadas en las próximas convocatorias.

De forma preliminar, en base a los datos recogidos en los formularios, se puede concluir que existe una necesidad de orientación y/o apoyo en los periodos de transición entre las distintas etapas formativas. Se da un claro predominio (47.4%) de solicitantes con edades comprendidas entre 21 y 25 años (Fig. 3) lo que equivale a los últimos años de formación universitaria y primeros años como doctorandas o de actividad profesional. En cuanto a las motivaciones que llevan a inscribirse en este programa destaca la necesidad de orientación con respecto a las opciones y caminos que se abren al finalizar la carrera, con una clara demanda de obtener esta información desde la experiencia, en primera persona, de una profesional que ya haya recorrido ese camino.

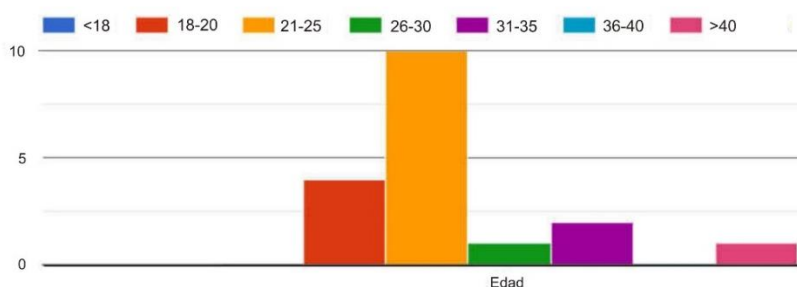


Figura 3. Distribución por edades de solicitantes del programa de mentorización *Geólogas en Red*

En relación a los momentos en los que las solicitantes más han echado en falta una figura mentora (Fig. 4), destacan la etapa final de los estudios de secundaria (57.9%), durante el inicio de los estudios universitarios (36.8%) y en el periodo de finalización de los estudios universitarios, en el que este porcentaje llega al 42% y que constituye el mayor volumen de participantes en el programa *Geólogas en Red*. La limitada muestra de participantes y la premisa de que la mayoría de ellas tengan una edad de 21-25 años puede condicionar que la opción relacionada con la maternidad muestre una baja incidencia.

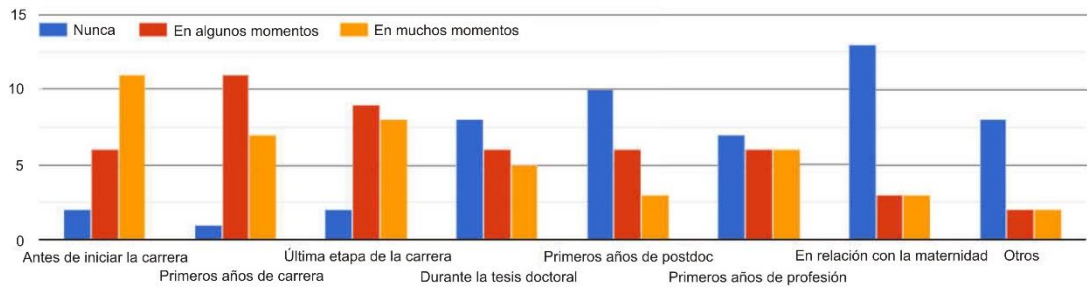


Figura 4. Distribución, por etapas formativas y profesionales, en los que las solicitantes han sentido la necesidad de recurrir a una figura mentora.

REFERENCIAS

- Alonso Zarza, A.M., Álvarez Marrón, J., Calonge, A., Díaz, C., Díez Balda, M.A., Gil-Peña, I. y Gómez, M.I. (2008). *Mujeres y Geología en España*. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria. *GeoTemas 10*, 589
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (2020). *10ª Encuesta de percepción social de la Ciencia y la Tecnología. Informe de Resultados*. Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J. C., Martínez, E. M. F., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López Ruiz, J., Mata-Perelló, J. M., Pascual, J. A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 21 (2), 117-129.
- UNESCO (2019) *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (85 p.)

El póster denuncia como estrategia para incorporar el desperdicio alimentario en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria

Tatiana Pina¹, Adriana Antón-Peset¹, María Calero¹, Anna R. Esteve¹, María Ángeles Fernández-Zamudio², Olga Mayoral^{1,3}

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València. tatiana.pina@uv.es, adriana.anton@uv.es, maria.calero@uv.es, anna.esteve@uv.es

²Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Moncada (Valencia). fernandez_marzam@gva.es

³Jardín Botánico de la Universitat de València, Universitat de València. Olga.Mayoral@uv.es

RESUMEN: El desperdicio alimentario está considerado como un gran reto global, un problema de una gran relevancia ambiental, social y económica y que, sin embargo, prácticamente no se aborda en los centros educativos. La finalidad del trabajo que se presenta es conocer el interés del alumnado del Grado en Maestro/a en Educación Primaria (Universitat de València) hacia esta temática e implicarlo, mediante la elaboración de pósteres denuncia, en el análisis de la dimensión de esta problemática, así como en la búsqueda de posibles medidas para su reducción, vinculándolas a diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible.

PALABRAS CLAVE: Desperdicio alimentario, pósteres denuncia, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), formación inicial del profesorado, Educación para la Sostenibilidad

ABSTRACT: Food waste is considered a major global challenge, a problem of great environmental, social and economic relevance, which, however, is hardly addressed in schools. The aim of the work presented here is to find out the interest of students of the Degree in Primary School Education (University of Valencia) towards this issue and involve them, through the development of posters denouncing the problem, in the analysis of the dimension of food waste, as well as in the search for possible measures for its reduction, linking them to different Sustainable Development Goals.

KEYWORDS: Food waste, denunciation posters, Sustainable Development Goals (SDGs), initial teacher training, Education for Sustainability

INTRODUCCIÓN

Los modelos actuales de producción y consumo han originado una situación de crisis climática, social y económica que supone una amenaza para el bienestar, tanto de las personas, como del planeta (Worldwatch Institute, 1984-2017; 2004), una situación que Bybee (1991) describió ya hace décadas como de “emergencia planetaria”. En este contexto, el desperdicio alimentario emerge como un gran desafío global, estrechamente relacionado con múltiples problemas socioambientales interconectados como el cambio

climático, la contaminación, la explotación y degradación de los ecosistemas o las grandes desigualdades sociales, entre otros (Calero et al., 2019).

A nivel general, la pérdida y el desperdicio de alimentos se entienden como la disminución de alimentos destinados al consumo humano al ser eliminados de la cadena de suministro alimentario (FAO, 2019). En 2011, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) publicó el informe *Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention* según el cual un tercio de todos los alimentos producidos a nivel mundial se pierde o se desperdicia (FAO, 2011). Y solo en la Unión Europea, según el estudio más reciente, este valor se sitúa en 88 millones de toneladas anuales, una media de 173 kg de alimentos por habitante cada año, correspondiendo el 54% de esta cantidad al desperdicio alimentario generado en los hogares (47±4 millones de toneladas anuales) (Stenmarck et al., 2016).

Se trata, por tanto, de un gran reto al que se debe dar respuesta de manera urgente, tanto desde las instituciones públicas y privadas, como desde la comunidad científica y educativa, y siempre desde el prisma de la Sostenibilidad. En esta línea, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada por las Naciones Unidas (ONU, 2015), incluye en sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) esta temática. En concreto, este problema es contemplado en la meta 12.3 del ODS 12 (Producción y Consumo responsables) que propone, para 2030, “reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir la pérdida de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha” (ONU, 2015).

La propia Agenda 2030 reconoce a la educación como catalizador para la transición a la Sostenibilidad (ONU, 2015); en este sentido, analizar, visibilizar, sensibilizar y especialmente educar sobre el desperdicio de alimentos y sus consecuencias es una estrategia fundamental para combatirlo (Goonan et al., 2014; Antón-Peset et al., 2021). De ahí la importancia de implicar al profesorado en este cambio. Si bien el desperdicio de alimentos no se incluye de manera explícita en el currículo de la Educación Infantil o Primaria, ni tampoco en los libros de texto, la educación alimentaria sí forma parte del programa educativo, por lo que puede suponer una oportunidad para formar al alumnado en el consumo responsable de alimentos, planteando el estudio del desperdicio alimentario como un concepto transversal, y desde el que sin duda se pueden abordar diferentes ODS. Y para educar al alumnado es necesario que el profesorado y el futuro profesorado previamente conozcan el problema y sean capaces de integrarlo en el currículo impulsando de este modo la Educación para la Sostenibilidad (EDS).

Para tal fin se propone introducir esta temática en la formación inicial del profesorado a través de una propuesta didáctica activa basada en la elaboración de pósteres en los que analicen, de manera cooperativa, la pérdida o el desperdicio de alimentos generado en un contexto cercano. Los carteles o pósteres son un material gráfico de enorme potencial didáctico ya que permiten organizar, analizar y presentar de forma clara y eficaz la información, al tiempo que refuerzan los conceptos relevantes y consolidan los conocimientos que se adquieren antes y durante su realización, promoviendo un aprendizaje significativo (Bernal, 2010; Díaz Perea y Muñoz Muñoz, 2013; Calderón Mondragón y Farrach Úbeda, 2018). Además, potencian la creatividad y, si se realizan de manera cooperativa, permiten la participación e integración de todos los miembros de la clase y favorecen la competitividad positiva, ya que el alumnado se esfuerza en aumentar la calidad del trabajo que va a ser expuesto (Bernal, 2010). Pero, sobre todo, si el contenido de estos pósteres está relacionado con cuestiones sociocientíficas relevantes,

relacionadas con su entorno próximo, anima y motiva al alumnado a profundizar en el tema, desarrollando habilidades de investigación.

Por tanto, la investigación llevada a cabo pretende dar respuesta a la siguiente cuestión general: ¿Hasta qué punto la participación del profesorado en formación inicial en una propuesta didáctica sobre el desperdicio de alimentos favorece la comprensión de esta problemática y, sobre todo, la necesaria implicación para avanzar hacia un consumo responsable? Es por ello que la hipótesis que ha orientado la investigación que aquí se presenta ha sido que: *“Implicar al futuro profesorado de Educación Primaria en la elaboración de unos pósteres denuncia sobre el desperdicio alimentario, así como en la búsqueda de posibles medidas para su reducción, vinculándolas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, favorece un mayor conocimiento, sensibilización e implicación en esta temática desde el prisma de la Sostenibilidad.”*

METODOLOGÍA

La propuesta didáctica en torno al desperdicio alimentario fue implementada y evaluada con un total de 136 estudiantes pertenecientes a tres grupos de 4º curso de la asignatura de “Didáctica de las Ciencias: medio ambiente, biodiversidad y salud” del Grado en Maestro/a en Educación Primaria de la Universitat de València durante el curso 2021-22.

En esta intervención el alumnado debía elaborar por grupos, y utilizando la herramienta online colaborativa de diseño gráfico Canva, un póster denuncia sobre las pérdidas o el desperdicio de alimentos generado en su entorno próximo. Una vez escogido el contexto, y siguiendo las indicaciones facilitadas en clase y en tutorías grupales, debían tratar de estimar el desperdicio generado y representarlo gráficamente, investigar sobre si se estaban implementando algunas medidas para reducirlo y cuáles eran, así como sugerir posibles iniciativas o acciones, vinculadas con los ODS, tanto desde la perspectiva de una ciudadanía activa como de futuro profesorado.

En cada uno de los grupos de la asignatura se dedicaron entre dos y cuatro sesiones de clase para el diseño y realización de los pósteres, contando con que el alumnado debía realizar una parte importante del trabajo fuera de las aulas. Una vez acabados e impresos los pósteres en cartón pluma, se expusieron en la entrada de la Facultad de Magisterio y se destinó una sesión de clase a la visita de la exposición, en la que cada grupo explicó ante el resto de participantes el contenido de su póster y el trabajo realizado para su elaboración. Así mismo, se les instó a que explicaran el contenido de los pósteres a todas las personas que se detuvieran a verlos.

Previamente a la elaboración de los pósteres se preguntó al alumnado a través de un cuestionario online si había oído hablar del desperdicio alimentario y qué importancia le confería. Tras finalizar la exposición se le solicitó que reflexionara y contestara a otro cuestionario online en el que se le preguntaba cómo le había influido la elaboración del póster denuncia como ciudadano/a y como futuro profesorado. Además, se le volvió a preguntar qué importancia le confería a esta temática, si el trabajo realizado le había ayudado a comprender mejor la problemática socioambiental asociada al desperdicio de alimentos y cuál era el nivel de satisfacción con la propuesta realizada.

RESULTADOS

El 38,2% del alumnado que respondió al cuestionario online inicial (n=110 estudiantes) indicó estar al corriente de lo que suponía el desperdicio alimentario, un 55,5% indicó que le resultaba familiar y un 6,4% manifestó no haber oído hablar de esta temática.

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

Todo el alumnado (n=136) participó en la propuesta didáctica presentando un total de 26 pósteres escritos en las tres lenguas en que se imparte docencia (valenciano, castellano e inglés). Los contextos de denuncia escogidos fueron el campo (3 pósteres); almacenes de fruta (1); establecimientos de venta mayorista y una cooperativa (2); establecimientos de venta minorista, en los que se analizan supermercados (2), ultramarinos (1) y mercados municipales (1); servicios de restauración, incluyendo cafeterías y restaurantes (2), servicio de comida en aviones (1), comedores de empresa (1) y comedores escolares (5); y, finalmente, hogares (6).

Las cifras de pérdida y desperdicio de alimentos estimadas por el alumnado e incluidas en los pósteres variaron según el contexto escogido, así como el nivel de precisión. Para su representación gráfica escogieron gráficos de sectores y de barras, principalmente.

Las medidas que se están realizando para combatir este problema y que detectó el alumnado también variaron en función del contexto elegido. Por ejemplo, en supermercados y ultramarinos identificaron la donación de excedentes a entidades benéficas y la venta a un menor precio de productos con una fecha próxima de caducidad o de consumo preferente. En los servicios de restauración colectiva describieron el ajuste de las cantidades preparadas (solicitando con anterioridad a su elaboración el número de comensales) y servidas (ajustando las raciones en función del apetito), el reparto de la comida sobrante entre el personal trabajador, y un mejor control de las cámaras de refrigeración y congelación para asegurar una adecuada conservación de los productos. Ninguno de los pósteres que abordó el desperdicio a nivel del hogar del alumnado reportó medidas para reducirlo antes de la intervención didáctica.

Entre las propuestas que aportaron a nivel de ciudadanía las más repetidas fueron la adecuada planificación de los menús semanales, la compra responsable ajustada a las cantidades y productos realmente necesarios, la adecuada conservación de alimentos, el ajuste de las raciones preparadas, el aprovechamiento de las sobras, el uso de aplicaciones que ponen a la venta alimentos que no han sido vendidos por restaurantes o tiendas (como *Too Good to Go* o *WeSaveFood*) y el consumo de los alimentos, respetando el orden de entrada en la nevera o despensa. Las propuestas como docentes incluyeron la concienciación del alumnado frente a la problemática del desperdicio de alimentos a través de su trabajo en el aula, incorporándose de manera transversal en el currículo escolar. Entre las diferentes actividades planteadas se incluyeron talleres tematizados, salidas para conocer el proceso de producción de alimentos, visitas a tiendas locales recogiendo productos retirados por cuestiones estéticas para su posterior aprovechamiento, auditorías realizadas por el alumnado sobre la comida desperdiciada en el hogar o centro escolar, visualización de vídeos, organización de debates y asambleas en los que se reflexione sobre las consecuencias ambientales y sociales del desperdicio de alimentos y la formación a familias. Las diferentes medidas sugeridas se relacionaron principalmente con el ODS 12 (Producción y consumo responsables), el ODS 2 (Hambre cero) y el ODS 4 (Educación de calidad).

La reflexión llevada a cabo por parte del alumnado en torno al proceso de elaboración de los pósteres denuncia aporta interesantes resultados. Desde la perspectiva ciudadana, destaca una implicación concatenada, no solo de las personas participantes sino también de sus familiares y personas cercanas. Un ejemplo de respuesta aportada fue *“La verdad es que nunca me había parado a pensar en toda la cantidad de alimentos que tiro/tiramos en casa. Este trabajo me ha hecho reflexionar en gran medida como ciudadana, ya que, a través de él, no solo me he concienciado yo, también todos los miembros de mi familia. De modo que, tras realizar todos los días foto de los alimentos que llevábamos a la*

basura, hemos empezado a hacer otro tipo de comida a través de lo que sobra. También calculamos con más exactitud lo que vamos a comer, o repetimos la comida que sobra. Poco a poco, vamos reduciendo la cantidad que se desperdicia”.

Especialmente interesantes resultaron las reflexiones llevadas a cabo por el alumnado desde el prisma educativo, considerando que, en su futuro profesional como docentes en Educación Primaria, la inclusión del desperdicio de alimentos será un aspecto prioritario, que debe ser abordado en el contexto de la sostenibilidad: *“Como futura profesora, me gustaría añadir que gracias a la realización del póster, me he dado cuenta de que para reducir el desperdicio de alimentos, es importante concienciar desde una edad temprana, y qué mejor lugar, que empezando por el comedor del colegio, por lo que opino, que una de mis futuras obligaciones como maestra, será que los niños/as sepan lo que es el desperdicio de alimentos, cómo se puede producir (de una manera tan simple, como no comer las raciones correspondientes en un comedor de colegio) y qué medidas pueden tomar al respecto para reducirlo o evitarlo por completo.”* También destacan interesantes reflexiones sobre el uso del póster como estrategia metodológica: *“Como futura profesora ha sido un gran impacto ya que nunca me había planteado el poder utilizar primero de todo el recurso de un póster para que el alumnado pueda ser creativo, como realizar trabajo por proyectos (investigación), resumir información, etc. Es decir, es un recurso transversal que se puede utilizar en todas las asignaturas y que resulta muy útil y motivador para el alumnado”.*

El nivel de preocupación que el alumnado manifestó ante esta problemática tras la intervención (n=94 estudiantes) fue de $8,94 \pm 1,16$ (media±desviación típica), en una escala de Likert en la que 1 es nada y 10 mucho, cuando inicialmente había sido de $8,25 \pm 1,50$.

En general, el alumnado participante consideró que la elaboración del póster fue una actividad formativa muy interesante ($9,40 \pm 0,92$, en una escala de Likert del 1 al 10) que además le había ayudado a comprender mejor la problemática socioambiental asociada al desperdicio de alimentos ($9,46 \pm 0,77$, en la misma escala de Likert).

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en esta experiencia formativa, la elaboración de los pósteres denuncia por parte del futuro profesorado de Educación Primaria ha servido para promover la formación, debate y sensibilización en este colectivo sobre una problemática sociocientífica relevante como es el desperdicio alimentario.

Una vez el profesorado en formación se ha sensibilizado sobre esta temática podrá ejercer un rol muy relevante y activo en los centros educativos en los que trabaje ya que, además de las actividades que pueda realizar en sus aulas con el alumnado, también podrá servir de ejemplo y motivación al resto de la comunidad educativa, incluso trascendiendo al ámbito familiar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la participación en este estudio del alumnado de 4º curso del Grado en Maestro/a en Educación Primaria (Universitat de València), en concreto a las menciones de Inglés, Artes y Humanidades y Ciencias y Matemáticas, del curso 2021-22. Estos resultados pertenecen a la investigación “Análisis de la relevancia de la inclusión del desperdicio alimentario en la formación inicial del profesorado para contribuir al impulso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible”, que forma parte del Plan de Acción contra el Desperdicio Alimentario en la Comunitat Valenciana, Plan BonProfit, financiado por la

Dirección General de la PAC (Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, Generalitat Valenciana) y también recoge parte de los resultados del Proyecto de Innovación Educativa de la Universitat de València para el año 2021-2022 “Modelización matemática: construyendo puentes para la enseñanza integrada de las matemáticas y las ciencias” (RENOVA-PID, UV-SFPIE_PID-1641069).

BIBLIOGRAFÍA

- Antón-Peset, Fernández-Zamudio, M. A. y Pina, T. (2021). Promoting Food Waste Reduction at Primary Schools. A Case Study. *Sustainability*, 13, 600. <https://doi.org/10.3390/su13020600>
- Bernal, A. J. (2010). Medios tradicionales de enseñanza. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 35(19).
- Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146–153. <https://doi.org/10.2307/4449248>
- Díaz Perea, M. R. y Muñoz Muñoz, A. (2013). Los murales y carteles como recurso didáctico para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 468–479. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i3.12
- Calderón Mondragón, A. D. y Farrach Úbeda, G. (2018). El mural como estrategia metodológica activa para el aprendizaje significativo. *Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*, 26(Abril-junio), 40–50. <http://dx.doi.org/10.5377/farem.v0i26.6427>
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, A. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. Enseñanza de las ciencias, 37(1), 157–175 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- FAO. (2011). Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i2697e.pdf>
- FAO. (2019). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- Goonan, S., Miroso, M. y Spence, H. (2014). Getting a taste for food waste: A mixed methods ethnographic study into hospital food waste before patient consumption conducted at three New Zealand foodservice facilities. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114, 63–71, <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.09.022>
- ONU (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/70/L.1 https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Stenmarck, S. A., Jensen, C., Quested, T. y Moates, G. (2016). Estimates of European food waste levels. Technical report European Commission (FP7), Coordination and Support Action CSA. Disponible en: <https://goo.gl/dLF7Bo>.
- Worldwatch Institute. (1984-2017). *The State of the World*. W. W. Norton.
- Worldwatch Institute. (2004). *State of the World 2004. Special Focus: The Consumer Society*. W. W. Norton.

Elementos de Naturaleza de la Ciencia en las noticias sobre las vacunas y la vacunación de la COVID-19

Francisco José González García, Enrique España Ramos, Aurelio Cabello Garrido y Ángel Blanco López

Universidad de Málaga, España. fggarcia@uma.es; enrieni@uma.es; aureliocabello@uma.es; ablancol@uma.es

RESUMEN: Las opiniones que expresan las personas están mediatizadas fundamentalmente por las noticias de los medios de comunicación y de las redes sociales, los cuales son muy diversos en fiabilidad e intereses. Con elementos de Naturaleza de la Ciencia estamos elaborando una herramienta de análisis de la componente científica de las noticias referentes a problemas sociocientíficos (centrándonos en las “Vacunas-vacunación de la COVID-19”) cuya finalidad es favorecer en la ciudadanía el incremento de su confianza en la ciencia y la toma de decisiones responsables en cuestiones sociales controvertidas. En esta comunicación presentamos la fase inicial del proyecto, en la que estamos seleccionando, en tres etapas, los elementos a utilizar en la herramienta. Como resultado se han seleccionado 40 elementos NOS y 24 noticias. También se han identificado los elementos NOS más y menos presentes en las noticias seleccionadas, así como aquellos en los que hay discrepancias entre los investigadores.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de la Ciencia, análisis de noticias, vacunas/vacunación COVID-19, problemas sociocientíficos,

ABSTRACT: The opinions expressed by people are fundamentally mediated by the news of the media and social networks, which are very diverse in reliability and interests. With elements from the Nature of Science we are developing a tool for analyzing the scientific component of the news regarding socio-scientific problems (focusing on the "Vaccines-vaccination of COVID-19") whose purpose is to encourage citizens to increase their trust in science and responsible decision-making on controversial social issues. In this communication we present the initial phase of the project, in which we are selecting, in three stages, the elements to be used in the tool. As a result, 40 NOS elements and 24 news items have been selected. The most and least present NOS elements in the selected news have also been identified, as well as those in which there are discrepancies between researchers.

KEYWORDS: Nature of Science, news analysis, COVID-19 vaccines/vaccination, socio-scientific issues

INTRODUCCIÓN

En los medios de comunicación y en las redes sociales proliferan las noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología. Muchas de estas noticias están mediatizadas por diversos intereses e incluso elaboradas por personas poco competentes en la materia que se trata, dando lugar a la desinformación y bulos (Moreno-Castro et al. 2021). Más grave aún es que ciertas publicaciones de científicos están sesgadas por creencias e intereses propios o de terceros (Qin, Wang y Hakim, 2020). ¿Ante esta situación, que se puede hacer desde la enseñanza de la ciencia?

Defendemos que en la educación científica hay que presentar la ciencia en todas sus vertientes y de una manera crítica. Además de abordar los productos de la ciencia y sus procedimientos, como se hace generalmente, habría que acercar la ciudadanía a la práctica real de los científicos y a cómo la ciencia es influida e influye en la vida de las personas, la economía, la política, el medioambiente, etc. (González-García et al., 2021), es decir, habría que abordar también aspectos “sobre la ciencia”, de la Naturaleza de las Ciencia (NOS, por sus siglas en inglés). Además de aportar a la ciudadanía una comprensión más completa y crítica de la ciencia, la NOS puede ayudar a analizar las noticias, realizar juicios informados e intervenir en la solución de problemas concretos relevantes para la ciudadanía, como es el caso del problema sociocientífico (SSI, por sus siglas en inglés) en el que estamos trabajando: el de las Vacunas-vacunación de la COVID-19. Pero ¿cómo se materializa esta ayuda? Con este fin estamos desarrollando un proyecto de diseño y evaluación de una herramienta flexible a partir de elementos NOS, de análisis de la componente científica de los SSI para que la ciudadanía pueda comprender con más profundidad lo que se expone en las noticias y sacar a la luz lo que subyace, que es gran parte de las ideologías, factores, intereses, necesidades, actores, etc., ayudándola así a capacitarse para realizar un análisis crítico de esas informaciones que recibe y que condicionan decisiones que toman en sus vidas. Lo cual puede favorecer el incremento de su confianza en la ciencia y la toma de decisiones responsables en cuestiones sociales controvertidas (Allchin, 2011; Kolsto, 2001).

En la primera fase de este proyecto estamos seleccionando los elementos NOS a utilizar en la herramienta, es decir, nos proponemos responder a la pregunta ¿qué elementos NOS están explícitos o implícitos en las noticias sobre las Vacunas-vacunación de la COVID-19?

MARCO TEÓRICO

La ciudadanía en general recibe las noticias científicas y seudocientíficas, fundamentalmente, de los medios de comunicación (McClune y Jarman, 2010; Kahneman, 2012). La ciencia que suele estar en los medios de comunicación y en las conversaciones cotidianas es la “Ciencia en Construcción”, la cual está inmersa en controversias, es decir, a ella aún no ha llegado el consenso en la comunidad científica como ocurre en la “Ciencia Acabada”. Este hecho incrementa las controversias en la ciudadanía, por no tener referencias claras en el mundo científico, lo que permite que se acepten ideas infundadas de diversos tipos (Kolsto, 2001). En estas situaciones, la ciudadanía debería dedicarse a identificar en las noticias las afirmaciones y los argumentos relacionados con la ciencia. Aunque no pueda centrar su análisis en los conocimientos científicos, no obstante, debería poseer los suficientes para, al menos, poder sentirse atraída por lo que se relata y que la terminología no le incomode. La ciudadanía debería poder realizar preguntas epistemológicas para conseguir información sobre las pruebas y los factores sociales implicados en las noticias. “La noción de preguntas epistemológicas incluye preguntas que se centran en cuestiones como la prueba y su relevancia, y también preguntas para la información social, como fuentes de afirmaciones y pruebas, posibles intereses involucrados, competencia de los titulares de afirmaciones y nivel de consenso entre los científicos” (Kolsto, 2001, p. 305), las cuales son aspectos característicos de NOS. Para realizar esta labor, de acuerdo con McClune y Jarman (2010), se tiene que poseer un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes pertenecientes a la ciencia, escritura y lenguaje, noticias y medios de comunicación.

Por estos motivos consideramos necesario construir herramientas para la comprensión y análisis crítico de las noticias. El SSI de las Vacunas-vacunación de la COVID-19, el

elegido para diseñar y evaluar la herramienta de análisis, está dando lugar a un gran número de controversias que se hacen eco en los medios de comunicación (Cabello et al., 2021). Con la herramienta, tras abordar la confiabilidad de los medios de comunicación y de los autores de las noticias, se pretende analizar la componente científica de los SSI, aunque no siempre sea la más relevante. NOS, en esta herramienta, se utiliza por su carácter funcional, por su potencialidad para ser usado en la práctica por la ciudadanía, no por su conocimiento declarativo.

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Para la selección de los elementos NOS se han seguido las siguientes etapas:

A. Análisis de la literatura y elementos NOS resultantes

Se ha realizado una revisión bibliográfica de la literatura NOS que presenta un enfoque amplio (González-García et al., 2021) en el que se contempla diferentes vertientes de la ciencia (Allchin, 2017; Wu y Erduran, 2021). De estas publicaciones se han seleccionado afirmaciones sobre la ciencia que constituyen una primera relación, expansiva, abierta e inclusiva (Leung, 2020), de 40 elementos NOS agrupados en tres bloques. En la tabla 1 se indica una amplia representación de los elementos NOS identificados en cada bloque.

B. Selección de noticias sobre las Vacunas-vacunación de la COVID-19

Se ha partido de 150 noticias de diferentes medios de comunicación (periódicos, internet, televisión, radio, redes sociales, etc.) sobre este tema y se han realizado las siguientes tareas para su selección:

- Un primer nivel de análisis en el que, para cada noticia, se ha anotado el soporte, formato y campo o polo (a. científico, b. científico-económico, c. científico-social y d. científico-político) que se le ha asignado.
- Selección de 24 publicaciones (anexo 1), siguiendo, en primer lugar, el criterio de abundancia de elementos NOS (explícitos o implícitos) y, en segundo, el reparto equitativo en los 4 polos. La mayoría de las noticias aborda aspectos pertenecientes a varios polos, por lo que, generalmente, se ha tomado la decisión de asignarlas al más representado.

C. Análisis de las noticias para identificar los elementos NOS presentes en ellas

El investigador principal, primer autor del trabajo, ha analizado las 24 noticias, y los tres investigadores restantes del equipo han analizado cada uno 8 de ellas, utilizando una plantilla confeccionada con los elementos NOS de la Tabla 1. Para cada noticia y cada elemento, se han marcado uno de los siguientes resultados alternativos: 1) La noticia no hace alusión al elemento NOS; 2) El elemento NOS está implícito en la noticia y 3) El elemento NOS está presente de manera explícita en la noticia, aunque puede que no esté expresado literalmente.

Con los resultados de estos análisis se ha construido una única tabla en la se recogen, para cada elemento, las frecuencias de los diferentes resultados alternativos. Una vez cotejadas las frecuencias obtenidas por cada pareja de investigadores para cada elemento hemos agrupado estos en tres grupos: a) Elementos NOS presentes en cinco o más noticias (tabla 1.- nº 2, 7, 8, 11, 13, 16, 17, 18, 20, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36 y 39); b) Elementos NOS presentes en menos de cinco noticias (de los incluidos en la tabla 1, el nº 5); c) Elementos NOS en los que hay discrepancias importantes entre los resultados de cada pareja de investigadores (tabla 1.- nº 1, 9, 14, 19, 22, 26, 27, 33, 37, 38 y 40). La mitad de los elementos, los pertenecientes al grupo a, han sido seleccionados, nueve han

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

sido descartados (grupo b) y once son motivo de discusión (grupo c). Actualmente el equipo de investigación está revisando las noticias en las que hay discrepancias en los elementos de este bloque para llegar a acercamientos sucesivos que nos lleven al consenso en esta fase de selección.

Tabla 1. Descripción de algunos de los elementos NOS utilizados en este estudio

ASPECTOS EPISTÉMICO-COGNITIVOS DE LA CIENCIA
1.- La Ciencia genera leyes, modelos y teorías interrelacionadas entre sí.
2.- La Ciencia forma parte de la actividad cultural humana y el conocimiento generado depende los contextos histórico, social, cultural, político, etc.
5.- La Ciencia tiene sus límites, no lo explica todo.
7.- El conocimiento científico es conjetural, falible y provisional.
8.- La tentatividad y la controversia es inherente a la Ciencia, especialmente a la “Ciencia en construcción”.
9.- El consenso entre científicos después de la búsqueda de acuerdo es característico de la “Ciencia acabada”.
11.- El conocimiento científico se genera mediante diversos procedimientos.
13.- La Ciencia trata de conseguir datos fiables y la replicabilidad.
14.- El conocimiento científico se construye mediante la crítica y la razón.
16.- El conocimiento científico tiene base empírica, está basado en pruebas.
17.- En la construcción del conocimiento científico son relevantes la observación, inferencia, correlación, causalidad, búsqueda de pruebas, estadística, búsqueda de explicaciones alternativas, analogías, etc.
CARACTERÍSTICAS DE LA PRÁCTICA CIENTÍFICA
18.- La práctica científica comprende un gran conjunto de procesos cognitivos, epistémicos y discursivos.
19.- En el trabajo de los científicos también influyen los accidentes, el azar, y la contingencia histórica.
20.- El trabajo de los científicos es susceptible de diferentes errores: a) experimentales, b) estadísticos, c) psicológicos, d) discursivos.
22.- La Ciencia está basada en la observación y en la inferencia.
24.- Los científicos construyen los productos de la Ciencia y buscan pruebas fiables utilizando diferentes métodos.
25.- Objetivos y valores de la Ciencia son: predicción, explicación, consistencia, sencillez, objetividad, adecuación empírica, novedad, fecundidad, exactitud, escepticismo, racionalidad, comprobabilidad, compromiso con la lógica, honestidad, viabilidad, consenso, replicabilidad, validez y fiabilidad.
26.- Para trabajar en Ciencia son fundamentales la crítica, curiosidad, creatividad, imaginación, ...
27.- La Ciencia debe tener una divulgación clara y abierta.
ASPECTOS SOCIAL-AMBIENTALES DE LA CIENCIA
28.- El trabajo de los científicos es social.
29.- La Ciencia se organiza en instituciones jerarquizadas.
30.- La Ciencia está incrementando su carácter competitivo y comercial, así como su desplazamiento a la industria.
31.- Los científicos buscan financiación en organismos oficiales y privados.
32.- La Política y la Economía influyen fuertemente en la dirección y uso de la Ciencia.
33.- En los resultados de la Ciencia pueden influir los conflictos de intereses personales.
34.- Los resultados que se producen en la Ciencia no siempre benefician a la ciudadanía.
35.- Certificación social del trabajo de los científicos.
36.- La Ciencia está impregnada de valores sociales.
37.- Los científicos observan normas en las interacciones con los colegas de su institución y con los de otras instituciones.
38.- Los científicos no están exentos de responsabilidad social.

39.- Las creencias culturales introducen en la Ciencia sesgos ideológicos, religiosos y nacionalistas.

40.- Las declaraciones de los expertos suelen tener carácter descriptivo (lo que es) y el normativo (lo que debería ser) por lo que pueden poseer estos sesgos.

CONSIDERACIONES FINALES

Una vez finalizada la presente fase preliminar, esta investigación continuará con la elaboración de los distintos componentes de la herramienta, el diseño de la intervención y su puesta en práctica. Esperamos que este trabajo ayude a la ciudadanía a una mayor comprensión de las noticias científicas, al rechazo de las noticias falsas y a la confianza crítica en la ciencia. Todo ello para tomar decisiones informadas y participar en la solución de los SSI.

AGRADECIMIENTOS: Al proyecto de I+D+i del Plan Nacional de España, referencia PID2019-105765GA-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria 2019.

REFERENCIAS

- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518 – 542.
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18-26.
- Cabello, A., Cruz, I.M., España, P., Cebrián, D., González, F.J., España, E. y Blanco, A. (2021). Uso de la cartografía de controversias para analizar la pandemia de la COVID-19. En A. Abril, A. Blanco y A.J. Franco (Coords.). *Enseñanza de las ciencias en tiempos de COVID-19* (pp. 21-34). Graó.
- González-García, F.J., Blanco-López, A., España-Ramos, E. y Franco-Mariscal, A.J. (2021). The Nature of Science and Citizenship: A Delphi Analysis. *Research in Science Education*, 51(3), 791–818,
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Debate.
- Kolstø, D.S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310.
- Leung, J.S.C. (2020). A Practice-Based Approach to Learning Nature of Science through Socioscientific Issues. *Research in Science Education*, <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09942-w>.
- McClune, B. y Jarman, R. (2010). Critical reading of science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), 727–752.
- Moreno-Castro, C., Vengut-Climent, E., Cano-Orón, L. y Mendoza-Poudereux, I. (2021). Estudio exploratorio de los bulos difundidos vía WhatsApp en España para prevenir y/o curar el COVID-19. *Gaceta Sanitaria*, 35(6), 534-541.
- Qin, A.; Wang, V. y Hakim, D. (2020). How Steve Bannon and a Chinese Billionaire Created a Right-Wing Coronavirus Media Sensation. *The New York Times*, 20 Noviembre, 2020. <https://www.nytimes.com/2020/11/20/business/media/steve-bannon-china.html>
- Wu, J. y Erduran, S. (2022). Investigating Scientists' Views of the Family Resemblance Approach to Nature of Science in Science Education. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00313-z>

ANEXO 1. Enlaces de las noticias analizadas

1.- Fernando López Mirones. Biólogo hablando sobre la próxima vacuna que llegará en 2021. - Bing video
2.- ¿Por qué han llegado tan rápido las vacunas contra la covid-19? (theconversation.com)
3.- https://www.ahorainformacion.es/2021/01/05/recomendaciones-de-un-quimico-sobre-la-vacuna/
4. https://elpais.com/ciencia/2020-11-14/las-incognitas-sobre-la-primer-vacuna-eficaz-contra-el-coronavirus.html

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

5.-	https://www.eldiario.es/sociedad/arn-mensajero-vacunas-pfizer-moderna-covid-modifican-adn-fabrican-fetos_1_6515779.html
6.-	https://theconversation.com/margarita-del-val-solo-gozaremos-de-paz-y-salud-si-garantizamos-un-reparto-equitativo-de-las-vacunas-155176
7.-	https://theconversation.com/elogio-de-la-incertidumbre-la-duda-como-motor-del-progreso-cientifico-153230
8.-	https://elpais.com/ciencia/2020-12-26/la-madre-de-la-vacuna-contra-la-covid-en-verano-podremos-probablemente-volver-a-la-vida-normal.html
9.-	https://blogs.publico.es/bulocracia/2021/01/07/expertos-en-vacunacion-de-pacotilla/
10.-	https://www.politico.com/news/2020/12/21/social-media-vaccine-misinformation-449770
11.-	https://elpais.com/opinion/2021-02-24/lo-que-dice-la-ciencia.html
12.-	https://www.eldiario.es/internacional/theguardian/buenas-noticias-conocimiento-covid-19-vacunas-evolucionan-constantemente_129_7226309.html
13.-	Precariedad en la investigación española (cuatro.com)
14.-	El Gobierno avisa que habrá que vacunar "muchas más veces": "La covid no nos va a abandonar" (lavanguardia.com)
15.-	Vacuna contra la Covid: ¿todo bajo control? - YouTube
16.-	La vacuna española más avanzada contra la COVID, a punto de comenzar los ensayos en voluntarios Sociedad Cadena SER
17.-	La OMS pide retrasar la tercera dosis de la vacuna al menos hasta finales de septiembre (lavanguardia.com)
18.-	https://www.theguardian.com/global/2021/jan/11/vaccine-scepticism-in-france-reflects-dissatisfaction-with-political-class
20.-	Qué vacunas necesitarían una tercera dosis y por qué Business Insider España
21.-	Tercera dosis: un dilema ético en torno a vacunas OMS COVID-19 Coronavirus MUNDO CORREO (diariocorreo.pe)
22.-	El anuncio de la tercera dosis en Francia abre las heridas de la guerra de las vacunas Salud (elmundo.es)
23.-	Podcast CB SyR 280: vacuna rusa para la COVID-19, parásitos, efectos visuales digitales en el cine y mucho más - La Ciencia de la Mula Francis (naukas.com)
24.-	http://ramblalibre.com/2021/08/24/el-dr-zelenko-enorme-lo-aclara-todo-video-magnifico-el-mejor/#.YSoVdGvIyPQ.whatsapp

Evolución de la identidad STEM de estudiantes universitarias en un programa de voluntariado

Carme Grimalt-Álvaro¹, Digna Couso².

Departament de didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. ¹carme.grimalt@uab.cat; ²digna.couso@uab.cat.

RESUMEN: En esta comunicación se presentan los principales resultados del estudio que pretende caracterizar la identidad STEM de 29 estudiantes universitarios/as participantes como mentores/as del programa “Queremos ser científicas e ingenieras”, así como la evolución de dicha identidad una vez finalizado el programa. Este programa busca promover una imagen positiva e inclusiva del ámbito STEM en el aula de primaria y secundaria, mediante la implementación de proyectos STEM sobre contaminación atmosférica en los que participan dos o más mentores/as universitarios/as. La identidad STEM de los/as mentores, que se refleja en las narrativas personales antes y después de su participación en el programa, se interpreta como un paraguas que engloba identidades específicas, con atributos más definidos y relacionadas con las disciplinas o campos STEM (Autores, 2021). El análisis de las narrativas iniciales pone de manifiesto una gran diversidad de trayectorias para poder superar diversas situaciones adversas, desarrollando una alta capacidad de resiliencia.

PALABRAS CLAVE: Identidad; Educación STEM; Género; Universidad

ABSTRACT: This communication presents the main results of the study that aims to characterize the STEM identity of 29 university students participating as mentors in the program "We want to be scientists and engineers", as well as the evolution of this identity. This program seeks to promote a positive and inclusive image of the STEM field in the primary and secondary classroom, through the implementation of STEM projects on air pollution in which two or more university mentors participate. STEM identity of the mentors, which is reflected in the personal narratives before and after their participation in the program, is interpreted as an umbrella that encompasses specific identities, with more defined attributes and related to STEM disciplines or fields (Authors, 2021). The analysis of the initial narratives reveals a great diversity of trajectories to be able to overcome various adverse situations, developing a high capacity for resilience.

KEYWORDS: Identity; STEM education; Gender; Higher education

INTRODUCCIÓN

Promover una imagen positiva e inclusiva del ámbito STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) es de vital importancia para revertir las desigualdades existentes tanto en el ámbito educativo como en el ámbito profesional, como muestran los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la OCDE (OECD, 2019). Aunque las diferencias de género en el rendimiento medio en las pruebas PISA de ciencias son muy pequeñas y varían mucho de un país a otro, en general las niñas se creen menos capaces que los niños para alcanzar objetivos que requieran habilidades científicas (OECD, 2019). Así, las disparidades por género no radican en diferencias de aptitud innatas sino, más bien en cómo en factores en los que

pueden influir familias, profesores, políticos y líderes de opinión, es decir, de ámbito social.

Estas diferencias se trasladan en al nivel educativo postobligatorio, donde las mujeres representan solo el 35% de los estudiantes en el mundo matriculados en áreas relacionadas con STEM (UNESCO, 2017). Aunque en Europa Occidental y los Estados Unidos hay aproximadamente tantas mujeres como hombres en estudios STEM a nivel universitario (Eurostat, 2020), las diferencias de género todavía se encuentran en la representación de mujeres y hombres en los diferentes estudios STEM. Por ejemplo, las mujeres siguen con mayor frecuencia carreras de salud y biología, y los hombres carreras relacionadas con la informática, ingeniería y la física (OECD, 2019). Todos estos datos evidencian cómo en el debate acerca de la mejora de la educación STEM, y concretamente la educación científica, la inclusión de la perspectiva de género y la promoción de una educación más inclusiva no pueden ni deben ser ignoradas.

La identidad STEM y los referentes que la promueven

Una forma de estudiar cómo los/as jóvenes se relacionan con diferentes áreas STEM es mediante el marco de la identidad, que proporciona diversas claves para comprender cómo, frente a la misma actividad STEM, algunos estudiantes pueden sentir que es “para ellos/as”, mientras que otros no (Dawson, 2014). Aunque no existe un consenso en la definición de identidad STEM, consideramos que la identidad STEM se basa en la medida en que una persona se ve a sí misma y se siente aceptada como miembro de una disciplina o campo del ámbito STEM (Kim et al., 2018). Así, entendemos la identidad STEM como un paraguas general que engloba identidades específicas, con atributos más definidos y relacionadas con las disciplinas o campos STEM, por ejemplo, la identidad respecto a la ingeniería o la biología (Autores, 2021). Esta aproximación guarda una mayor coherencia ontológica con el marco general de la identidad social usado por la mayoría de las investigaciones sobre identidad, puesto que respeta el hecho de que no haya una única referencia socialmente construida sobre qué representa socialmente *ser una persona STEM*.

En el proceso de reconocerse como persona STEM se establece una comparación entre los atributos personales y los atributos que socialmente se atribuyen al ámbito STEM, es decir, qué es STEM y cómo son las personas que se dedican a ello (Kim et al., 2018). Numerosos estudios ponen de manifiesto cómo las actividades o las disciplinas STEM se consideran como algo muy difícil, –especialmente para determinadas disciplinas como la física (Archer et al., 2017). Estas características repercuten en la imagen del/la profesional STEM, que se percibe como una persona trabajadora, dedicada y seria (Todd & Zvoch, 2019), muy inteligente y con un conocimiento muy profundo del contenido, incluso teniendo un talento natural para ello (Archer et al., 2017), que disfruta profundamente haciendo o aprendiendo STEM (Verdín et al., 2018), lo que la convierte en una persona excéntrica, peculiar, obsesionada con lo suyo y socialmente torpe (Archer et al., 2017). Así pues, la literatura evidencia cómo el estereotipo de persona STEM tiene atributos no deseables, que se alinean con los atributos socialmente atribuidos a la masculinidad heteronormativa (Archer et al., 2017). Estos atributos alienan y provocan un rechazo a las personas que no se identifican con ellos, como las chicas.

Promover imagen positiva con referentes cercanos como estrategia inclusiva

Algunas de las estrategias prometedoras para el desarrollo de una identidad STEM positiva pasan por aumentar la exposición temprana del alumnado a una enseñanza científica de calidad en las escuelas, que puedan ofrecer experiencias de éxito, y que

permitan interactuar con referentes STEM cercanos que puedan ejercer una influencia positiva (Tan et al., 2013). Con esta finalidad, se inició en el curso 2021-2022 el programa “Queremos ser científicas e ingenieras”, coordinado por una universidad del área metropolitana de Barcelona. El programa consiste en la realización de un proyecto STEM en aulas de tercer ciclo de educación primaria (10-12 años) y primer ciclo de educación secundaria obligatoria (12-14 años), guiados por el profesorado de los centros educativos y por estudiantes universitarios mentores. Se espera que estos estudiantes universitarios puedan devenir ejemplos reales de personas STEM y ejerzan una influencia positiva en el desarrollo de la identidad STEM del alumnado participante.

Uno de los aspectos clave de la experiencia es que los/as mentores/as se hagan conscientes de aquellos elementos o situaciones que les hicieron sentir que podían ser personas STEM en su trayectoria vital y puedan aplicarlos o reproducirlos con el alumnado participante. Aunque en la literatura se hallan descrito algunos de estos elementos, como el tipo de apoyo percibido por personas relevantes (Kim et al., 2018), la mayoría de los estudios se han realizado en contextos muy diferentes de la realidad del presente estudio. El no disponer de referentes cercanos puede implicar que algunos aspectos culturales importantes relacionados con el desarrollo de la identidad STEM pasen desapercibidos y, por consiguiente, disminuya el impacto del programa. Así, con la finalidad de aprovechar el valor educativo de los intercambios entre mentores/as y alumnado, deviene necesario poder caracterizar la identidad STEM de los/as mentores/as participantes, conocer cuáles son los elementos que la han ido forjando a lo largo de su trayectoria vital, así como investigar cómo evoluciona esta identidad durante el programa.

OBJETIVOS

La investigación presente tiene como objetivos:

- Caracterizar los elementos más relevantes que constituyen la identidad STEM de los/as estudiantes universitarios/as participantes del programa “Queremos ser científicas e ingenieras”.
- Caracterizar la evolución de la identidad STEM de los/as mentores/as en su participación en el programa “Queremos ser científicas e ingenieras”.

METODOLOGÍA

Participantes

29 estudiantes de una universidad del área metropolitana de Barcelona de las facultades de ciencias, biociencias y de la escuela de ingeniería participaron en el programa “Queremos ser científicas e ingenieras” como mentores/as en el curso 2021-2022 (26 chicas y 3 chicos). Estos estudiantes de grado o máster recibieron una formación previa en la universidad sobre STEM y didáctica de las ciencias con perspectiva de género, así como también contaron con el apoyo del equipo formador para resolver sus dudas y orientar la implementación de las actividades posteriores. Los/as participantes universitarios se distribuyeron como mentores/as en 16 clases de 7 centros diferentes: 8 grupos 1º y 2º de ESO de 4 institutos y 8 grupos 5º y 6º de primaria de 3 escuelas diferentes. Así pues, cada grupo clase contó con un mínimo de 2 mentores/as.

Instrumentos y análisis de datos

Con la finalidad de caracterizar la identidad STEM de los/as mentores/as así como los elementos más relevantes que la han constituido, se pidió que elaboraran un escrito donde explicaran “cuál había sido la relación con el ámbito científico y de ingeniería a lo largo

de sus vidas y qué los/as había llevado hasta el momento en que se encontraban actualmente”. El uso de narrativas como fuente de datos pretendía, por un lado, promover una reflexión crítica entre los/as participantes a la vez que poder captar las experiencias vividas en relación con la ciencia y la ingeniería en el marco de contextos sociopolíticos particulares (Avraamidou, 2019). Según esta autora, el uso de narrativas como fuente de datos es particularmente interesante desde el marco de la identidad, puesto que permiten captar simultáneamente la historia autobiográfica de los/as participantes, a la vez que permiten identificar las estructura y las características sistémicas que impactan las formas en que las personas se identifican con el ámbito STEM, facilitando la perspectiva interseccional (Avraamidou, 2019).

Los/as mentores/as volverán a elaborar una segunda narrativa una vez finalizado el programa en mayo 2022. En esta segunda narrativa se invitará a revisar la propia autobiografía a la luz de la experiencia en la participación del programa, poniendo el énfasis en cómo su relación con los/as alumnos/as puede haber cambiado (o no) la manera en cómo se perciben como personas STEM.

Las narrativas se analizaron cualitativamente mediante un análisis temático en torno a tres ejes con la finalidad de comprender el significado social y político amplio de las autobiografías e identificar relaciones de poder segregadoras (Avraamidou, 2019): (i) atributos personales (capacidad, autoeficacia, etc.); (ii) reconocimiento recibido; (iii) emociones expresadas. El análisis de ambas narrativas se contrastará con los/as propias mentores/as en varias entrevistas grupales una vez finalice el programa. Toda la investigación se diseñó e implementó siguiendo diversos estándares de ética y fue aprobada por el comité de ética de la universidad antes de la recogida de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las narrativas iniciales pone de manifiesto una gran diversidad de trayectorias en los/as 29 mentores/as participantes, independientemente de su género. Los resultados presentados a continuación, se complementarán con el análisis de las narrativas finales que se presentará en el congreso.

Atributos personales

Se constata entre todos los/as mentoras/as la alineación de sus atributos personales con algunas de las características del estereotipo de persona STEM, como la curiosidad o la capacidad para llevar a cabo prácticas STEM:

En resumen, mi vida siempre ha estado envuelta de ciencia y tecnología y tengo una curiosidad científica latente desde que puedo recordarlo. D2, chica.

Sin embargo, se evidencia cómo las mentoras necesitan negociar más en profundidad sus identidades STEM y de género, por ejemplo reduciendo su identificación con la feminidad heteronormativa (Archer et al., 2017):

Es cierto que he tenido pocos referentes femeninos en la vida (...), aunque esto no ha sido un problema o impedimento. Esto lo digo porque ya desde pequeña tenía comportamientos “atípicos” a los habituales para una niña: jugaba a fútbol en el patio, me gustaba recoger insectos, me gustaba hacer experimentos, no me gustaba el baile ni las muñecas, etc. D7, chica.

Esta negociación profunda no se produce en los tres mentores chicos, que en ningún caso se plantean que la relación entre sus atributos personales y el estereotipo STEM pueda

llegar a ser problemática. Incluso se encuentran ejemplos donde este estereotipo es interpretado de manera totalmente positiva:

También destaco The Big Bang Theory [serie de televisión], que me introdujo en el mundo científico desde muy pequeño. D11, chico.

Reconocimiento recibido

El análisis pone de manifiesto cómo los atributos personales deben ser reforzados y reconocidos por personas relevantes para que puedan ser elementos constituyentes de la identidad STEM. Este reconocimiento generalmente proviene de familiares cercanos, como padres, madres e implica siempre relaciones personales:

Me acuerdo de que mi padre siempre me decía que yo seré una gran doctora, aunque no tenía ni idea de las asignaturas se realizan en la carrera en aquellos tiempos, por ello este fue mi primer interés por las ciencias, el hecho que mis padres me dijeran lo que a ellos les gustaría que estudiara. D6, chica.

El reconocimiento institucional se halla en las narrativas relacionado con numerosas experiencias educativas de buena calidad, ya sea por la aproximación didáctica o las características personales del/la docente en el aula, tanto en el ámbito formal, como no formal. Estas experiencias didácticas se expresan en clave de experiencias de éxito (Tan et al., 2013), evidenciando la influencia entre el reconocimiento con el ámbito emocional.

Emociones expresadas

Las narrativas evidencian una relación entre emociones positivas y el desarrollo de la identidad STEM, incluso cuando la situación que las motivaba suponía un reto importante para el/la participante.

Me di cuenta de que si tenía que esperar que alguien me empujara a ser quien quería ser, ya podía quedarme sentada en un lado e ir asimilando que nunca llegaría. Entendí que tenía pocas cosas a mi favor, pero que ya podía espabilarme. D14, chica.

Así, se evidencia una capacidad de resiliencia importante, habiendo desarrollado estrategias personales para superar dificultades estructurales, especialmente las mentoras de origen migrante.

CONCLUSIONES

Con la finalidad de caracterizar los elementos más relevantes que constituyen la identidad STEM de los/as estudiantes universitarios/as mentores/as y su evolución se analizaron las narrativas autobiográficas de 29 mentores/as antes y después de su participación en el programa “Queremos ser científicas e ingenieras”. El análisis muestra cómo los/as mentores/as han tenido que enfrentarse y superar diversas situaciones adversas, desarrollando una alta capacidad de resiliencia. Estas situaciones adversas han marcado especialmente la trayectoria de determinados/as mentores y evidencian cómo no solo el género, sino la procedencia geográfica y el nivel socioeconómico son elementos importantes de opresión y exclusión en la formación de la identidad STEM. Estas estrategias personales desarrolladas podrían ser usadas por los/as mentores/as para ayudar a los/as alumnos/as de primaria y secundaria a desarrollar la propia identidad STEM. Además, los resultados muestran también cómo los tres ejes considerados (atributos personales, reconocimiento recibido, emociones expresadas) están relacionados y se movilizan en relación con situaciones o personas concretas. Así, se espera que el

intercambio con alumnado de primaria y secundaria nuevos aspectos de la identidad STEM de los/as mentores.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21), por la Convocatoria de ayudas para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación (FCT-20-15569), y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399).

REFERENCIAS

- Archer, L., Moote, J., Francis, B., DeWitt, J. y Yeomans, L. (2017). The “Exceptional” Physics Girl: A Sociological Analysis of Multimethod Data From Young Women Aged 10–16 to Explore Gendered Patterns of Post-16 Participation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 88–126. <https://doi.org/10.3102/0002831216678379>
- Avraamidou, L. (2019). Science identity as a landscape of becoming: rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Dawson, E. (2014). “Not Designed for Us”: How Science Museums and Science Centers Socially Exclude Low-Income, Minority Ethnic Groups. *Science Education*, 98(6), 981–1008. <https://doi.org/10.1002/sce.21133>
- Eurostat. (2020). Human Resources in Science and Technology. En *Statistics Explained*.
- Grimalt-Álvaro, C., Couso, D., Boixadera-Planas, E. y Godec, S. (2022). “I see myself as a STEM person”: Exploring high school students’ self-identification with STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(5), 720–745. <https://doi.org/10.1002/tea.21742>
- Holmegaard, H. T., Ulriksen, L. y Madsen, L. M. (2015). A Narrative Approach to Understand Students’ Identities and Choices. En E. K. Henriksen, J. Dillon y J. Ryder (Eds.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education* (pp. 31–42). Springer Editorial. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7793-4>
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M. y Seyranian, V. (2018). Developing a STEM Identity Among Young Women: A Social Identity Perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 589–625. <https://doi.org/10.3102/0034654318779957>
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>
- Tan, E., Calabrese Barton, A., Kang, H. y O’Neill, T. (2013). Desiring a career in STEM-related fields: How middle school girls articulate and negotiate identities-in-practice in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1143–1179. <https://doi.org/10.1002/tea.21123>
- Todd, B. L. y Zvoch, K. (2019). Exploring Girls’ Science Affinities Through an Informal Science Education Program. *Research in Science Education*, 49(6), 1647–1676. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9670-y>
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls and Women’s education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002534/253479E.pdf>
- Verdín, D., Godwin, A. y Ross, M. (2018). STEM roles: How students’ ontological perspectives facilitate STEM identities. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 8(2), 31–48. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1167>

Imagen de la ciencia desde una perspectiva de género en estudiantes de ciclos formativos

Agustina Torres-Prioris¹, Carolina Martín-Gámez², Alicia Fernández-Oliveras³.

¹Universidad de Málaga. agusmtp@uma.es

²Universidad de Málaga. cmarting@uma.es

³Universidad de Granada. alilia@ugr.es

RESUMEN: Los ciclos formativos que siguen siendo elegidos de forma mayoritaria por mujeres son los relacionados con el cuidado personal y servicios, lo cual puede relacionarse con la imagen de la ciencia percibida por el alumnado. Participaron 74 estudiantes de Formación Profesional, que cumplimentaron un cuestionario diseñado con 34 preguntas. En esta comunicación analizamos desde la perspectiva de género la imagen de la ciencia en estudiantado de dos ciclos formativos superiores: Educación Infantil y Laboratorio de Análisis Clínico y Biomédico, encontrando en el primero una imagen más estereotipada.

PALABRAS CLAVE: imagen de las ciencias, perspectiva de género, ciclos formativos.

ABSTRACT: In Vocational Education and Training there is a bias in women towards studies related with grooming field and service sector which is likely associated with the understanding of Science among students. A total of 74 students participated, completing a questionnaire with 34 questions. This communication presents an analysis from a gender perspective of the image of science in two Higher Educational Courses: Early Childhood Education (nursery) and Clinical and Biomedical Laboratory Analyst, finding a more stereotyped view in the nursery course.

KEYWORDS: image of science, gender issue, Vocational Education and Training.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual sigue poniéndose de manifiesto la brecha que existe en cuanto a la elección de estudios científicos-tecnológicos de mujeres, que viene además reafirmada por su escasa presencia en reconocimientos (49 mujeres con premio Nobel frente a 844 hombres) y en cargos de organismos públicos de investigación (Dapía *et al.*, 2019). En la búsqueda del porqué se está produciendo esta brecha, distintas investigaciones muestran que siguen existiendo diferencias de género en lo que respecta a las actitudes y los gustos hacia las ciencias (Chang *et al.*, 2009; Elster, 2007; Jones *et al.*, 2000; Solbes *et al.*, 2007; Vázquez y Manassero, 2009), habiendo una menor proporción de mujeres que reconocen su preferencia hacia las asignaturas de ciencias y tecnología que hacia otras asignaturas, tanto entre el futuro profesorado (Mazas y Bravo-Torija, 2018) como en el alumnado de etapas obligatorias (Marbá-Tallada y Márquez, 2010). Vázquez y Manassero (2009), por ejemplo, señalan que los gustos y preferencias de las mujeres se encaminan hacia ocupaciones laborales caracterizadas por la relación con otros (trabajar con y ayudar a personas) y que ofrezcan recompensas intrínsecas de autoactualización personal (creatividad, valores personales, etc.).

Para intentar combatir la situación, desde la educación científica se debe proporcionar una imagen de la ciencia adecuada, evitando actitudes ingenuas y deformadas sobre cómo

se construye el conocimiento científico, aludiendo a su carácter cambiante, creativo y colaborativo. Esto no es más que cumplir con parte de las directrices de quienes durante décadas se han dedicado a promulgar la enseñanza-aprendizaje Naturaleza de la Ciencia (NDC), entendida como todo aquello que caracteriza a la construcción de la forma especial de conocimiento que es la ciencia (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016). García-Carmona y Acevedo-Díaz (2018) definen y reagrupan los aspectos de NDC en dos dimensiones: la dimensión epistémica (naturaleza de los procesos de la ciencia y naturaleza del conocimiento científico) y no-epistémica (factores internos a la comunidad científica y factores externos a la comunidad científica). Dentro de esta última dimensión, dichos autores incluyen género y/o feminismo entre los elementos a considerar.

Actualmente, la filosofía de la ciencia ha superado la dicotomía entre aspectos epistémicos y no-epistémicos, y considera que estas distintas facetas de la NDC constituyen un continuo inseparable (Acevedo-Díaz *et al.*, 2017). Ello conduce a replantear las caracterizaciones de NDC desde listas selectivas de principios, hasta las múltiples dimensiones que dan forma a las prácticas científicas, de lo experimental a lo social, es decir, a la “ciencia completa” (Allchin, 2011). En este sentido, incorporar la perspectiva de género en la imagen de la ciencia está en consonancia con la visión holística contemporánea, y con promover una educación científica más humanística, orientada hacia la alfabetización científico-tecnológica de todas las personas y a la comprensión pública de la ciencia (Vázquez-Alonso *et al.*, 2005).

Como paso previo, en este estudio, se plantea analizar la imagen de las ciencias en estudiantes de dos ciclos formativos de Técnico/a Superior (Laboratorio de Análisis Clínico y Biomédico, y Educación Infantil) desde una perspectiva de género, que considera los aspectos característicos de la ciencia y la tecnología más alineados con las preferencias y gustos de las mujeres. Se pretende estudiar si existen diferencias en la visión de ambos grupos.

METODOLOGÍA

La muestra ha estado compuesta por N1= 42 estudiantes (27 mujeres - 15 hombres) del ciclo formativo de Técnico/a de Laboratorio Clínico y Biomédico (TL) y N2= 32 (30 mujeres - 2 hombres) estudiantes del ciclo formativo de Técnico/a de Educación Infantil (TE) de un centro privado de Formación Profesional de la provincia de Málaga.

Para analizar la imagen de la ciencia desde una perspectiva de género de las personas que participaron en el estudio, se diseñó un cuestionario a partir de una de las categorías “Imagen de las Ciencias” definida en un instrumento previamente desarrollado y validado, y que fue creado para evaluar unidades de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva de género (Fernández-Oliveras *et al.*, 2021; Martín-Gámez *et al.*, 2021). Este instrumento se diseñó desde un enfoque cualitativo en el que se elaboró un sistema de categorización, siguiendo un proceso deductivo realizado a partir de un análisis teórico (ej. Archer *et al.*, 2010; Christidou *et al.*, 2016, Wang y Degol, 2017), mediante tareas interconectadas de reducción, disposición de los datos, transformación, extracción y verificación de la información obtenida. El cuestionario que se adaptó consta de 19 preguntas cerradas tipo Likert con cinco valores que van desde “totalmente en desacuerdo” (valor 1), hasta “totalmente en acuerdo” (valor 5). La correspondencia entre las preguntas del cuestionario y el instrumento en el que se basa se muestra en la Tabla 1. No se formularon preguntas específicas para algunos niveles por corresponderse estos con las respuestas de valor intermedio (3) del resto de preguntas de ese indicador. Se

invirtieron las puntuaciones de aquellas preguntas que presentan sentido contrario a lo deseado.

Tabla 1. Correspondencia entre el instrumento y el cuestionario sobre imagen de la ciencia

Indicadores de la categoría "Imagen de la Ciencia"	INSTRUMENTO	CUESTIONARIO
	Niveles de cada indicador	Pregunta correspondiente
<i>I. Importancia en la sociedad:</i> Utilidad de las ciencias y la tecnología como elemento clave que repercute en nuestra sociedad en muchos ámbitos.	<i>Social:</i> Ciencia y tecnología relacionada en el ámbito social (influye en la vida de las personas).	1. Las ciencias son un elemento clave que repercute en nuestra sociedad en muchos ámbitos
	<i>No mencionado:</i> No se menciona explícitamente	-
	<i>Científica:</i> Puramente relevante para el desarrollo científico y tecnológico.	2. Las ciencias son únicamente relevantes para el desarrollo científico, matemático y tecnológico
<i>II. Imagen como actividad colaborativa:</i> Ciencia y tecnología como producto humano en cuya construcción participan hombres y mujeres, de forma conjunta.	<i>Colaborativa con presencia femenina:</i> Trabajo conjunto donde existe presencia femenina	3. El conocimiento científico (la Ciencia) es un producto humano en cuya construcción participan hombres y mujeres de forma conjunta
	<i>Colaborativa:</i> Trabajo conjunto de personas del mismo sexo	4. El conocimiento científico (la Ciencia) es producto del trabajo conjunto de personas que son siempre del mismo sexo
	<i>Individual:</i> No aparece que el trabajo científico y matemático sea por el trabajo de un conjunto de personas/ No se puede valorar	5. El conocimiento científico (la Ciencia) es producto del trabajo individual de algunas personas
<i>III. Imagen de la ciencia fuera de lo académico:</i> Ciencia y tecnología como algo cotidiano y diario en conexión directa con la vida de todas las personas.	<i>Cotidiana:</i> Algo de uso y/o relacionado para la vida cotidiana	6. Las ciencias son algo de uso cotidiano, que tiene conexión con la vida diaria
	<i>Académica:</i> Solo de utilidad y/o conectado para el ámbito académico y de los especialistas	7. Las ciencias son algo de utilidad solo para el ámbito académico y de los especialistas, y solo con tienen conexión con ese ámbito
	<i>Descontextualizada:</i> No se muestra la conexión con la vida cotidiana	-
<i>IV. Imagen de la ciencia más allá de lo empírico:</i> Creación de ciencia y tecnología más allá de lo experimental a través de la reflexión, la comunicación y la toma de decisiones.	<i>Construcción integrada:</i> Creación de las ciencias y la tecnología a partir de procedimientos y de otros procesos (destrezas de orden superior) como la comunicación (C), la reflexión (R), argumentación (AG) el planteamiento y resolución de problemas (RP) y la toma de decisiones (TD) (no son excluyentes) que permiten ir más allá de los	8. La forma de construir el conocimiento científico (la Ciencia) se compone por procedimientos que van más allá de lo puramente experimental, incluyendo otros procesos como la comunicación, la reflexión, argumentación, el planteamiento y la resolución de problemas, y la toma de decisiones
	<i>Construcción no integrada:</i> Ciencia y tecnología creada únicamente por procedimientos instrumentales, mecánicos y/o algorítmicos para la construcción de conocimiento científico y matemático, dando una visión rígida y dogmática de las ciencias.	9. La forma de construir el conocimiento científico (la Ciencia) se compone únicamente por procedimientos instrumentales, mecánicos y/o algorítmicos
	<i>Construcción sin especificar:</i> No se alude ni se muestra ni se fomenta los procedimientos necesarios para la construcción del conocimiento científico y tecnológico.	-
<i>V. Imagen no elitista de las ciencias:</i> Las personas de ciencias y tecnología no tienen por qué tener una capacidad extraordinaria y que se	<i>No Elitista:</i> No es necesario disponer de capacidades específicas extraordinarias.	10. Las personas "de ciencias" no tienen por qué tener unas capacidades específicas extraordinarias
	<i>Elitismo neutro:</i> No se menciona explícitamente nada sobre capacidades.	-

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

manifiesta desde muy jóvenes	<i>Elitista</i> : Necesidad de capacidades extraordinarias	11. Las personas "de ciencias" tienen que tener unas capacidades específicas extraordinarias, que se manifiestan desde que son muy jóvenes
VI. <i>Imagen estereotipada de las ciencias y tecnología</i> : Personas que hacen ciencias y tecnología no tienen por qué tener atributos físicos determinados ni hacer ciencias o tecnología solo en lugares determinados (ej. laboratorios).	<i>Contra estereotipos</i> : Personas de ciencias y tecnología con diversidad de apariencias, vestimentas variadas, hombres y mujeres, etc. y/o haciendo ciencias y tecnología en lugares distintos al laboratorio.	12. Las personas que se dedican a las ciencias no tienen por qué tener atributos físicos determinados, ni hacer su labor solo en ciertos lugares (ej. laboratorios)
	<i>No evaluable</i> : No da información sobre los atributos de las personas que hacen ciencias y tecnología ni de lugares concretos donde hacer ciencias y tecnología.	-
	<i>Estereotipada</i> : Solo aparecen hombres y/o en las imágenes se aprecian estereotipos (gafas, batas de laboratorio, personas poco atractivas, etc.) y/o en el laboratorio.	13. Las personas que se dedican a las ciencias tienen atributos físicos determinados (ej. llevan gafas y bata) y hacen su labor solo en lugares determinados (ej. laboratorios)
VII. <i>Imagen de las ciencias y la tecnología conectadas con el arte y la creatividad</i> : La creatividad es un elemento clave para la hacer ciencia y tecnología	<i>Con arte y/o creatividad como recurso</i> : Se muestra y/o se menciona la importancia del arte y la creatividad en la construcción del conocimiento científico y tecnológico como recurso educativo	14. La creatividad es un elemento clave para hacer ciencias
	<i>Con arte y/o creatividad decorativa</i> : Se muestra y/o se menciona la importancia del arte y la creatividad en la construcción del conocimiento científico y tecnológico con un valor anecdótico o decorativo	15. La creatividad tiene un valor anecdótico o decorativo a la hora de hacer ciencias
	<i>Sin arte y/o creatividad</i> : No se menciona ni se muestra explícitamente nada con relación a la conexión existente entre la creatividad y/o el arte en las materias científicas y tecnológicas.	16. La creatividad no tiene nada que ver con hacer ciencias
VIII. <i>Imagen profesional amplia de las ciencias y la tecnología</i> : Profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología diversas y relacionadas con el mundo actual.	<i>Futuro profesional actual</i> : Se muestran diversas salidas profesionales conectadas con el mundo de hoy en día.	17. Las salidas laborales de las ciencias están conectadas con el mundo actual (profesiones "de hoy en día")
	<i>Futuro profesional tradicional</i> : Vinculación a salidas profesionales tradicionales.	18. Las salidas laborales de las ciencias son las tradicionales (profesiones "de toda la vida")
	<i>Sin vinculación profesional</i> : No se da la visión de futuro profesional.	19. Las ciencias no están vinculadas con un futuro laboral o profesional

Para evaluar la confiabilidad y consistencia del instrumento utilizado se calculó el índice estadístico Alfa de Cronbach. Asimismo, se usó la prueba t de Student para estudiar las diferencias entre los grupos de estudiantes participantes teniendo en cuenta la especialidad cursada, y por otro lado, el género. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa informático JASP Versión 0.16 de 2021. El estadístico alfa de Cronbach indicó una consistencia interna del instrumento utilizado aceptable ($\alpha = 0,746$) (George y Mallory, 2003), lo que indica una fuerte relación entre sus ítems.

RESULTADOS

Los resultados de la prueba de t de Student se muestran en las Tablas 2 y 3. En la primera aparecen los resultados de los participantes en función de los estudios que cursan, y se observa cómo las medias de todos los indicadores son superiores en el grupo de TL que en el TE. También se aprecia que el indicador con medias más bajas en ambos grupos es el VII, poniendo de manifiesto que no consideran la creatividad un elemento clave para hacer ciencia. Además, se muestra que existen diferencias significativas en 4 de los 8 de los indicadores analizados (tabla 2). Así, los estudiantes que cursan TL disponen de una

imagen de la ciencia que conecta más con la vida diaria de las personas (Indicador III), dado que $t=-3.672$ corresponde a una significancia de $< .001$ ($p<0,05$). Resultados similares se observan en el indicador IV ($t=-2.806$ corresponde a una significancia de $0,006$ ($p<0,05$)) que apuntan a que los estudiantes de TL disponen de una visión más amplia de cómo se construye el conocimiento científico, integrando en este proceso procedimientos como la reflexión, la comunicación y la toma de decisiones. También este grupo (TL) dispone de una visión menos estereotipada de las personas que se dedican a los ámbitos científico-tecnológicos (Indicador V) dado que $t=-2.353$ corresponde a una significancia de 0.021 ($p<0,05$), y muestran una imagen más amplia sobre las salidas profesionales de estos ámbitos (Indicador VIII), ya que en este último caso $t=-2.147$ corresponde a una significancia de 0.035 ($p<0,05$).

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico entre los dos grupos en función de los estudios cursados (x: media; σ : varianza; t: t de Student; p: nivel de significación)

Indicadores	T.S. en Laboratorio Clínico y Biomédico (TL) (n ₁ = 42)		T.S. en Educación Infantil (TE) (n ₂ = 32)		t de Student	
	X	σ	X	σ	t	p
I	4.202	0.797	3.938	0.759	-1.446	0.153
II	4.183	0.726	4.021	0.639	-0.999	0.321
III	4.560	0.565	4.031	0.671	-3.672	< .001*
IV	4.167	0.581	3.750	0.696	-2.806	0.006*
V	4.214	0.827	3.766	0.793	-2.353	0.021*
VI	4.250	0.836	4.063	0.965	-0.894	0.374
VII	3.667	0.887	3.271	0.886	-1.904	0.061
VIII	4.056	0.772	3.698	0.618	-2.147	0.035*

* valores con diferencias significativas con $p < 0,05$.

En relación a los resultados en función del género (Tabla 3), se observa cómo las medias de todos los indicadores son mayores en el caso de los hombres. Además, solo se encuentran diferencias significativas en uno de los indicadores. Así, las mujeres encuestadas disponen de una imagen de las ciencias más empírica que los hombres (Indicador IV), siendo en este caso $t=-2.954$ correspondiente a una significancia de 0.004 ($p<0,05$).

Tabla 3. Resultados del análisis estadístico entre los dos grupos en función de los estudios cursados (x: media; σ : varianza; t: t de Student; p: nivel de significación)

Indicadores	Mujer (n= 57)		Hombre (n= 17)		t de Student	
	X	σ	X	σ	t	p
I	4.026	0.764	4.294	0.849	-1.236	0.220
II	4.041	0.696	4.353	0.629	-1.656	0.102
III	4.254	0.655	4.588	0.643	-1.851	0.068
IV	3.868	0.645	4.382	0.574	-2.954	0.004*
V	4.000	0.871	4.088	0.734	-0.379	0.706
VI	4.070	0.894	4.500	0.829	-1.768	0.081
VII	3.421	0.815	3.745	1.140	-1.306	0.196
VIII	3.871	0.692	4.000	0.850	-0.638	0.526

* valores con diferencias significativas con $p < 0,05$.

CONCLUSIONES

Los resultados han puesto de manifiesto, de manera general, que los estudiantes masculinos de dos ciclos de grado superior disponen de una imagen de las ciencias más real y consideran aspectos clave de esta, que según la literatura (ej. Wang y Degol, 2017) son fundamentales en las preferencias de las chicas ante los ámbitos STEM. Los datos también apuntan a que los participantes que cursan el ciclo de ciencias disponen de una mejor imagen de la ciencia en el sentido anteriormente descrito. En concreto, los y las estudiantes del ciclo de Laboratorio son capaces de conectar mejor las ciencias con el ámbito cotidiano, y de entender que el trabajo científico requiere de otros procedimientos que van más allá de lo empírico. Además, los resultados revelan que las estudiantes del ciclo de Educación Infantil muestran una visión más estereotipada y más tradicional de los ámbitos profesionales asociados a las áreas científico-tecnológicas, visiones que muy probablemente transmitirán a su estudiantado.

Por ello, es necesario trabajar desde la formación de profesorado y desde la Educación Obligatoria, sobre todo en los ciclos bajos (Educación Primaria y primeros ciclos de Educación Secundaria) estos aspectos no epistémicos. Esto permitirá abordar una enseñanza de la ciencia y la tecnología con perspectiva de género en pro de mejorar el interés vocacional de las chicas, y en definitiva, fomentar una sociedad más igualitaria.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto “Análisis didáctico de unidades de enseñanza y aprendizaje en libros de texto de matemáticas y ciencias desde una perspectiva de género” (PGC2018-094114-A-I00) financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España.

REFERENCIAS (SELECCIÓN)

- Acevedo-Díaz, J.A. y García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 3-19.
- Fernández-Oliveras, A., Martín-Gámez, C. y García-Pardo, F. (2021). Instrument for the educational analysis of science textbooks of secondary education from a gender perspective. *Proceedings of INTED 2021 Conference*. <https://doi.org/10.21125/inted.2021.0421>
- Martín-Gámez, C., García-Pardo, F., Torres-Blanco, V., Fernández-Oliveras, A. y García-Duran, D. (2021). Aplicación de un instrumento de análisis de libros de texto de ciencia y tecnología desde una perspectiva de género. *Actas XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*.
- García-Carmona, A. y Acevedo-Díaz, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science & Education* 27 (5-6), 435–455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>
- George, D. y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed.). Allyn & Bacon.
- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A. y Manassero-Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48.

Influencia del conocimiento y la preocupación ambiental en la conducta y la toma de decisiones pro-ambientales

Gloria Rodríguez-Loinaz¹, Álvaro Antón², José María Etxabe³

¹Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU). gloria.rodriguez@ehu.eus

²Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU). alvaro.anton@ehu.eus

³Facultad de Educación, Filosofía y Antropología (UPV/EHU).

josemari.etxabeurbietta@ehu.eu

RESUMEN: El presente trabajo pretende avanzar en la descripción de los factores que influyen en la toma de decisiones pro-ambientales a partir de una encuesta a personas en formación de diferentes edades. Los resultados han mostrado que, en el proceso de toma de decisiones de este tipo, intervienen diversos factores. La conducta y toma de decisiones ambientales parece estar ligada a factores no necesariamente relacionados con el nivel de conocimiento, como pudiera ser el componente afectivo.

PALABRAS CLAVE: Toma de decisiones, conducta ambiental, conocimiento, preocupación, educación ambiental.

ABSTRACT: This paper aims to advance in the description of the factors that influence pro-environmental decision-making based on a survey of students of different ages. The results have shown that several factors are involved in the process of making such decisions. Environmental behaviour and decision-making seems to be linked to factors not necessarily related to the level of knowledge, such as the affective domain.

KEYWORDS: Decision-making, environmental behaviour, knowledge, concern, environmental education.

INTRODUCCIÓN

Debido a la elevada densidad poblacional actual, el tipo de actividades productivas y el consumo ligados a nuestro estilo de vida, basado en la globalización, estamos agotando los recursos naturales y energéticos y generamos ingentes cantidades de residuos y emisión de contaminantes, lo que da lugar a un elevado coste ecológico que está generando una crisis planetaria (Vilches y Gil-Pérez, 2009). Esto hace que la humanidad se enfrente a numerosos dilemas ambientales que requieren de la toma de decisiones por parte de la población. El razonamiento empleado en la toma de decisiones ante dilemas ambientales ha sido objeto de estudio de numerosos trabajos (Kortenkamp y Moore, 2001; Oliveira et al., 2012; Tuncay et al., 2012). De acuerdo a Kortenkamp y Moore (2001) existen tres patrones de razonamiento: ecocéntrico (valoración del medio ambiente/naturaleza por su valor intrínseco), antropocéntrico (apreciación del medio ambiente por su incidencia en el bienestar de las personas), y no-ambientalista (donde las decisiones se basan en la ley o la economía). Determinar los tipos de razonamiento de los participantes es importante; sin embargo, también es importante examinar los factores que influyen en ese razonamiento (Tuncay et al., 2012).

Según Tuncay et al. (2012) las decisiones ante dilemas ambientales están influenciadas por dos componentes: el cognitivo y el afectivo. El componente cognitivo lo forman los conocimientos acerca del problema, y el componente afectivo incluye los sentimientos,

como la preocupación o la empatía. Diferentes autores argumentan que la toma de decisiones pro-ambientales aumenta a medida que aumenta el conocimiento (Kellert y Westervelt, 1984; Kaiser et al., 1999; Thompson y Mintzes, 2002). Tuncay et al. (2012) identificaron la preocupación por los efectos del problema analizado en la vida humana como el factor de mayor peso en el razonamiento. Otros factores como las razones económicas y sociales también han sido identificados como factores importantes en la toma de decisiones (Axelrod, 1994; Rodríguez, Kohen y Delval, 2008; Oliveira et al., 2012).

Mientras que el razonamiento empleado en la toma de decisiones ante problemas ambientales ha sido objeto de estudio de numerosas investigaciones, el análisis de los factores que pueden condicionar ese razonamiento ha sido mucho menor (Oliveira et al., 2012). Este estudio trata este tema analizando el efecto que tienen dos componentes, el nivel de conocimiento (cognitivo) y el nivel de preocupación (afectivo) sobre temas ambientales en el tipo de decisión tomada ante un dilema ambiental. Además, también se analiza el efecto de estas dos componentes en la conducta pro-ambiental.

METODOLOGÍA

Descripción de la muestra

La muestra analizada estaba constituida por 375 personas, 233 mujeres y 142 hombres, de edades comprendidas entre 18 y 85 años (media±DE=56,5±14,9), de los cuales el 67,8% estaban cursando estudios universitarios, el 3,9% bachillerato o formación profesional y el 28,3% formación para adultos en el momento del estudio.

Obtención de datos

Los datos se obtuvieron mediante un cuestionario individual estructurado en tres partes:

Grado de conocimiento

La valoración del grado de conocimiento de problemas ambientales se realizó a partir del *environmental knowledge questions* utilizado por Kaplowitz y Levine (2005). Éste es un cuestionario que consta de 11 preguntas de selección múltiple vinculadas a problemas ambientales.

Grado de preocupación por cuestiones ambientales

El análisis de la preocupación por cuestiones ambientales se midió a partir de *new environmental paradigm scale* (Dunlap, Van Liere, Mertig y Jones, 2000). Se trata de un cuestionario con 15 afirmaciones, en torno a las cuales el sujeto debe expresar su nivel de acuerdo o desacuerdo mediante una escala tipo Likert. Las respuestas obtenidas se valoraron de 1 a 5, dando el valor de 1 a la que suponía una mayor preocupación, y 5 al desinterés. Para obtener una valoración global del grado de preocupación se obtuvo la media de las valoraciones individuales.

Conducta pro-ambiental

La conducta pro-ambiental se estudió con la ayuda de una versión reducida del cuestionario utilizado por Kaiser y Wilson (2000). En concreto, de las 9 subescalas con las que cuenta este cuestionario, se utilizaron las relacionadas con reciclaje de basura, agua y energía y consumo y reducción de la basura. Se considerarán un total de 14 ítems Likert de 5 puntos. Como en el caso anterior, las respuestas obtenidas se valoraron del 1 al 5, dando el valor de 1 a la que suponía una conducta más sostenible, y 5 a la que suponía

una conducta menos sostenible. Para obtener una valoración global de la conducta ambiental se obtuvo la media de las valoraciones individuales.

Razonamiento moral sobre dilemas ecológicos

Finalmente, el estudio del razonamiento moral sobre dilemas ecológicos, se llevó a cabo a través del planteamiento de un dilema moral utilizado en otros estudios con población adulta (Berenguer, 2010).

Las respuestas obtenidas se clasificaron en tres categorías: a) razonamiento no-ambientalista (economicista, aceptan un proyecto anteponiendo los intereses económicos al medio ambiente); b) razonamiento ambientalista (ecocéntrico/antropocéntrico, rechazan un proyecto anteponiendo la conservación del medio ambiente a los intereses económicos); c) indecisión (persona que no se decanta claramente por ninguna de las dos opciones anteriores).

Análisis estadísticos

Efecto de la edad

El efecto de la edad en el grado de conocimiento, de preocupación y en la conducta ambiental se analizó mediante un análisis H de Kruskal-Wallis. Para ello, la muestra se dividió en 5 grupos de edad, menores de 25, de 26 a 45 años, de 46 a 55, de 56 a 65 y mayores de 66.

Relación entre grado de conocimiento, preocupación y conducta ambiental

El análisis de la existencia o ausencia de relaciones entre el grado de conocimiento, el grado de preocupación y la conducta ambiental se llevó a cabo mediante un análisis de correlación de Spearman.

Razonamiento moral sobre dilemas ecológicos

Con el objetivo de analizar si las personas con conductas más sostenibles, con mayor grado de conocimientos ambientales o con mayor grado de preocupación ambiental responden de forma diferente ante un dilema ambiental con respecto de las personas con menores conocimientos, preocupaciones o conductas ambientales, se realizó un análisis de ANOVA en función del razonamiento mostrado. De igual manera se analizó el efecto de la edad.

RESULTADOS

Grado de conocimiento

Los resultados mostraron que el nivel de conocimiento de los individuos integrantes de la muestra es muy variado (Fig. 1), siendo la nota media obtenida de $5,55 \pm 2,1$. El 60% de la muestra obtuvo una calificación de apto ($\geq 50\%$ de respuestas correctas) frente a un 40% con una calificación de no apto ($< 50\%$ de respuestas correctas).

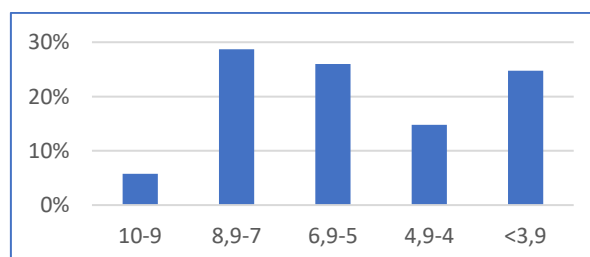


Figura 1. Porcentaje de respuestas en función de la calificación obtenida en el grado de conocimiento.

Así mismo, se obtuvieron diferencias significativas en el nivel de conocimiento en función de la edad ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,07$) (Tabla 1).

Tabla 1. Calificación media obtenida (conocimiento) en función de la edad

Edad	Media	±	DE
18-25	4,16 ^a	±	1,67
26-45	5,19 ^a	±	2,51
45-55	6,66 ^b	±	2,24
56-65	6,38 ^b	±	2,28
>66	6,55 ^b	±	2,11

Grado de preocupación por cuestiones medioambientales

La muestra estudiada mostró en general un grado de preocupación alto respecto a cuestiones medioambientales siendo la valoración global media obtenida de 2,2 en una escala de 1 a 5 donde 1 indica el grado de preocupación máximo y 5 el mínimo (Fig. 2).

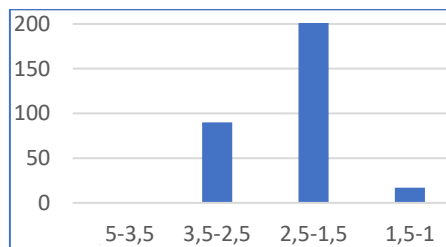


Figura 2. Número de respuestas en función de la calificación obtenida en el grado de preocupación

Por otro lado, los resultados no mostraron diferencias significativas en función de la edad.

Conducta ambiental

Los resultados mostraron como los individuos de la muestra tienen en general una conducta ambientalmente sostenible, siendo la valoración global media obtenida de $1,93 \pm 0,44$ en una escala de 1 a 5 (1: conductas ambientalmente más adecuadas; 5: las menos adecuadas).

Igualmente, se encontraron diferencias significativas en función de la edad, mostrando los jóvenes menores de 25 años unos hábitos significativamente menos sostenibles que el resto ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,08$) (Tabla 2).

Tabla 2. Calificación media obtenida en la conducta ambiental en función de la edad

Edad	Media	±	DE
18-25	2,44 ^a	±	0,44
26-45	1,94 ^b	±	0,33
45-55	1,82 ^b	±	0,42
56-65	1,90 ^b	±	0,41
>66	1,81 ^b	±	0,42

Relación entre grado de conocimiento, preocupación y conducta ambiental

Aunque el análisis de correlación mostró la existencia de correlación significativa positiva ($p < 0,05$) entre los tres factores analizados: grado de conocimiento, grado de

preocupación y conducta ambiental, el ajuste a una regresión lineal es muy bajo, excepto para la relación entre preocupación y conducta (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis de correlación entre conocimiento, preocupación y conducta ambiental

Parámetros	β	R^2	P
conocimiento y preocupación	0,16	0,26	<0,01
conocimiento y conducta	0,12	0,14	<0,05
preocupación y conducta	0,21	0,42	<0,001

Razonamiento moral sobre dilemas ambientales

Por último, respecto al dilema planteado, de las 375 personas que tomaron parte en el estudio 331 completaron el apartado del dilema. De estos 331 individuos 197 (60%) mostraron un razonamiento ambientalista oponiéndose al proyecto, 58 (18%) mostró un razonamiento economicista apoyando el proyecto y el resto (22%) no se decantó de manera clara por ninguna de las dos opciones.

No existieron diferencias significativas respecto al nivel de conocimiento ni la conducta en función del razonamiento mostrado, pero sí respecto al nivel de preocupación por temas ambientales ($F=9,16$, $p < 0,001$). El grupo con razonamiento ambientalista presentaban un nivel de preocupación mayor.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran, por un lado, que nos encontramos con una sociedad sensibilizada con la problemática ambiental y que la preocupación por temas ambientales es en general elevada independientemente de la clase de edad. Sin embargo, los resultados han mostrado la existencia de diferencias significativas tanto en el nivel de conocimiento como en el comportamiento ambiental de la muestra en función de la edad, mostrando la población joven un nivel de conocimiento y de comportamiento pro-ambiental inferior que la población adulta. No hay que perder de vista que, estos resultados pueden verse influidos por tratarse estas personas de más edad de individuos con gran inquietud por seguir formándose de manera activa. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de impulsar programas de educación ambiental dirigidos a la población joven.

Por otro lado, en línea con Kuhlemeier et al. (1999) y Makki, et al. (2003), los resultados de este trabajo muestran que no está clara la relación entre el nivel de conocimiento y la conducta y toma de decisiones a favor de la conservación del medio ambiente. De todo ello se deduce que, en el proceso de toma de decisiones de este tipo, intervienen diversos factores, de manera compleja y a diferentes niveles. La conducta ambiental parece estar ligada a un razonamiento ambientalista (Oliveira et al., 2012), y en ella también influyen factores no necesariamente relacionados con el nivel de conocimiento, como pudiera ser el componente afectivo (Tuncay et al., 2012). De hecho, los resultados de este estudio han mostrado el efecto positivo de la preocupación por problemas ambientales en la toma de decisiones a favor del medioambiente. Por ello, sería importante avanzar de forma paralela tanto en formación, como en el desarrollo de actitudes que fomenten la inquietud y el interés hacia la conservación del medio ambiente.

Estos resultados están en línea con otros autores (Yeung, 2002; Tuncay et al., 2012) que señalan la necesidad de un cambio en la función de la educación ambiental, pasando de

la mera transmisión de conocimientos ecológicos a un enfoque más holístico, abordando tanto el dominio afectivo como el dominio cognitivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Axelrod, L. J. (1994). Balancing personal needs with environmental preservation. *Journal of Social Issues*, 50, 85-104.
- Berenguer, J. (2010). The effect of empathy in environmental moral reasoning. *Environment and Behavior*, 42(1), 110-134.
- Dunlap, R., Liere, K. V., Mertig, A. y Jones, R. E. (2000). Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56(3), 425-442.
- Kaiser, F.G., Wolfing, S. y Fuhrer, U. (1999). Environmental attitude and ecological behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 19(1), 1-19.
- Kaiser, F.G. y Wilson, M. (2000), "Assessing People's General Ecological Behaviour: A Cross-Cultural Measure". *Journal of Applied Social Psychology*, 30, 952-978.
- Kaplowitz, M. D. y Levine, R. (2005). How environmental knowledge measures up at a big ten university. *Environmental Education Research*, 11(2), 143-160.
- Kellert, S.R. y Westervelt, M.O. (1984). Children's attitudes, knowledge and behaviors towards animals. *Children's Environments Quarterly*, 1(3), 8-11.
- Kortenkamp, K. V. y Moore, C. F. (2001). Ecocentrism and anthropocentrism: Moral reasoning about ecological commons dilemmas. *Journal of Environmental Psychology*, 21(3), 261-272.
- Kuhlemeier, H., Van Den Bergh, H. y Lagerweij, N. (1999) Environmental Knowledge, Attitudes, and Behavior in Dutch Secondary Education, *The Journal of Environmental Education*, 30(2), 4-14.
- Makki, M.H., Abd-El-Khalick, F. y Boujaoude, S. (2003). Lebanese secondary school students' environmental knowledge and attitudes. *Environmental Education Research*, 9(1), 21-33.
- Oliveira, A. W., Akerson, V. L., y Oldfield, M. (2012). Environmental argumentation as sociocultural activity. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 869-897.
- Rodríguez M., Kohen R. y Delval, J. (2008). El desarrollo sostenible en la mente del niño y el adolescente: el puente entre la naturaleza y la economía. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 9(1 y 2), 197-221.
- Thompson, T.L. y Mintzes, J.J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: on knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*, 24(6), 645-660.
- Tuncay, B., Yılmaz-Tüzün, Ö. y Teksoz, G. T. (2012). Moral reasoning patterns and influential factors in the context of environmental problems. *Environmental Education Research*, 18(4), 485-505.
- Vilches Peña, A. y Gil Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria, a la que debemos y «podemos» hacer frente. *Revista de Educación*, 1 (Nº extra), 101-122.
- Yeung, S.P. (2002). Teaching approaches and the development of responsible environmental behaviour: The case of Hong Kong. *Ethics, Place & Environment*, 5(3), 239-259.

Introducir la perspectiva de género desde un enfoque multicultural. Una propuesta para el aula de secundaria

Jorge J. Pérez-Maceira¹, Blanca Puig²

¹IES Ramón Cabanillas (Cambados, Pontevedra, Galicia). jorgej@edu.xunta.gal

²Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela
blanca.puig@usc.es

RESUMEN: Se presenta una propuesta para incorporar la perspectiva de género en la enseñanza de ciencias desde un enfoque multicultural que permita visibilizar las aportaciones científicas de mujeres de distintas etnias y culturas, más allá de la occidental. La propuesta, de corte interdisciplinar, pretende realizarse en un aula de secundaria de un centro público. Incluye una serie de tareas que requieren movilizar conocimientos sobre mujeres científicas, así como expresar ideas y valores relacionados con las identidades culturales en el trabajo científico desarrollado por mujeres, aspecto que los libros de textos continúan sin abordar.

PALABRAS CLAVE: Género, multiculturalidad, enseñanza de ciencias, educación secundaria, propuesta didáctica.

ABSTRACT: We present a design unit to integrate the gender perspective in science instruction from a multicultural view. The design allows to make visible the scientific contributions of women from diverse ethnicities and cultures, beyond the western one. This interdisciplinary proposal will be carried out in a secondary school classroom in a public school. It includes a set of activities that require the mobilization of knowledge about women scientists as well as expressing ideas and values related to the cultural identities in science work developed by women, an aspect that in science textbooks remain underexplored.

KEYWORDS: Gender, multiculturalism, science teaching, secondary education, didactic proposal.

INTRODUCCIÓN

El contexto sociocultural juega un papel fundamental en la construcción de conocimientos científicos, aspecto que debemos contemplar a la hora de enseñar ciencias. En los libros de texto de secundaria, y por ende en las aulas, la historia de la ciencia todavía tiene poca repercusión, y cuando es así, son mayoritariamente personajes masculinos los que se ponen de ejemplo (Jiménez y Criado, 2005). La introducción de las competencias básicas con la LOE permitió la utilización de metodologías participativas orientadas a la aplicación de conocimientos en diversos contextos por el profesorado de secundaria (Pedrinaci et al., 2012). Estos cambios metodológicos en la manera de enseñar han posibilitado, entre otros aspectos, el desarrollo de propuestas didácticas sobre la naturaleza y construcción del conocimiento científico por mujeres científicas que la historia había relegado a un segundo plano por su condición de género. Sin embargo, dichas propuestas constituyen en su mayoría actividades puntuales o tareas de divulgación enmarcadas dentro de la semana de la ciencia (Escudero, Cid y Escudero, 2011). De acuerdo con estos autores, la historia de la ciencia que se imparte en las aulas

de secundaria olvida continúa ignorando no sólo los descubrimientos de muchas mujeres científicas, sino también sus orígenes y el contexto sociocultural en el que se lograron desarrollar sus trabajos. Este trabajo tiene como fin presentar un diseño didáctico orientado a analizar la perspectiva de género en clave multicultural. En particular, el diseño busca promover la reflexión sobre los estereotipos de género, así como los contextos y culturas en los que la ciencia se desarrolla por parte del alumnado. La propuesta será implementada en un aula de secundaria de un centro público de Galicia los meses de enero y febrero, siendo los resultados de la implementación objeto de análisis y discusión en este congreso.

JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Durante siglos, decenas de mujeres fueron silenciadas por su condición de género, siendo las mentes masculinas las que tradicionalmente se llevaron los méritos de grandes investigaciones y firmaron los grandes logros de la investigación científica y tecnológica. La lista de premiados con el Nobel pone de relieve esta discriminación de género, puesto que sólo el 5% han sido otorgados a mujeres en la historia. Para ser precisos, hasta el año 2020 sólo 57 mujeres lograron este galardón desde su creación (Álvarez, 2021). Por fortuna, los esfuerzos en visibilizar el papel de la mujer en la ciencia han ido en aumento en la enseñanza de ciencias en distintos niveles educativos. Destacan las propuestas para estudiar la biografía de mujeres científicas en aulas de primaria (Solís-Espallargas, 2018), secundaria (Fernández-César y Escobar, 2020), y bachillerato (Escudero, Cid y Escudero, 2011).

Iniciativas como la celebración del 11 de Febrero - Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia- permiten popularizar personajes científicos femeninos desconocidos hasta el momento. Sin embargo, estos eventos o actividades puntuales, aunque resultan relevantes para poder visibilizar el papel de la mujer, son insuficientes, ya que difícilmente permiten generar cambios en la forma de entender la ciencia (Arabit, Prendes y Serrano, 2021). Además, los libros de texto de secundaria de las editoriales de mayor difusión recogen sólo algunos ejemplos de mujeres científicas, la mayoría occidentales, como hemos podido comprobar en un análisis preliminar de las editoriales más utilizadas en nuestro contexto. No se introduce, en general, el enfoque de género desde un modelo intercultural, que ponga en valor a la ciencia desarrollada por mujeres desde las distintas culturas, hasta donde hemos podido comprobar. La propuesta que presentamos en este artículo, “*Ciencia multicultural en femenino*”, pretende dar a conocer el papel de mujeres científicas desde un enfoque multicultural que promueva el uso de valores y destrezas de pensamiento crítico frente a los estereotipos de género. La necesidad de este diseño se justifica en tres razones:

1) *Desde el punto de vista didáctico*: de acuerdo con el currículo de secundaria, es necesario proporcionar una educación integradora que permita el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas al mismo tiempo que se desarrollan otras competencias. A pesar de que existen iniciativas para trabajar mujer y ciencia en las aulas, en ningún caso, lo hacen desde un enfoque que integre valores e identidades culturales, además de la perspectiva de género.

2) *Desde el punto de vista social y de formación del alumnado en el ejercicio de una ciudadanía crítica activa*. Existe todavía una visión estereotipada de la ciencia, que a veces no responde a la realidad. Los medios de comunicación difunden noticias acerca de avances científicos, en los que la mujer tiene una escasa presencia; y, en cualquier caso, se trata de mujeres occidentales. Investigaciones realizadas por mujeres de otras etnias y

culturas, más allá de la occidental, se dan a conocer muy escasamente, puesto que vivimos en un mundo donde prevalece una visión occidentalizada de las ciencias.

3) *Desde el punto de vista de la innovación e investigación educativa*, es necesario el desarrollo de propuestas innovadoras orientadas a introducir cambios a la hora de trabajar la historia de la ciencia desde un enfoque que incluya a todas las científicas y científicos. Además, dichas innovaciones posibilitan el desarrollo de investigaciones en el aula en torno a preguntas como: ¿En qué medida el contexto sociocultural influye a la hora de valorar un descubrimiento científico? ¿Qué influencia tienen las concepciones del alumnado a la hora de valorar el papel de la mujer en la ciencia?, en particular, ¿influyen las cuestiones identitarias y culturales a la hora de valorar sus desempeños?

PROPUESTA DIDÁCTICA “CIENCIA MULTICULTURAL EN FEMENINO”

Las actividades de esta propuesta fueron diseñadas por los propios autores, una investigadora en didáctica de ciencias y un docente de secundaria, y son el resultado de una visión compartida sobre la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de género e identidad cultural. Se incluyen 50 mujeres científicas relevantes de distintas culturas, cuyo trabajo se desarrolla en los cinco continentes. Trabajan en ámbitos científicos diversos y muchas de ellas han destacado en sus respectivos campos científicos. Pocas de las mujeres seleccionadas aparecen en los libros de texto, bien por ser investigadoras actuales, o por tener campos de especialización que no tienen contenidos en la educación secundaria. Se han seleccionado a diez científicas por continente procurando cubrir de este modo culturas y etnias de cada continente. Los criterios para elegir a las científicas incluyen la representatividad dentro de la región y la comunidad científica de la región; seguido de su relevancia a nivel internacional en sus campos de estudio. La figura 1 muestra parte de los materiales de las actividades de la propuesta, todos ellos elaborados por los propios autores.



Figura 1. Materiales de la propuesta didáctica: cartas de mujeres y mapamundi.

Objetivos

La propuesta incluye los siguientes objetivos relacionados con el desarrollo de competencias científicas y sociales y el desarrollo de pensamiento crítico por el alumnado.

- a) Valorar el papel de la mujer en la ciencia desde las distintas culturas.
- b) Identificar las aportaciones a la ciencia de mujeres de distintos países y etnias.
- c) Relacionar el contexto sociocultural con los descubrimientos científicos de mujeres, así como la influencia en el desarrollo de investigaciones
- d) Desarrollar pensamiento crítico frente a los estereotipos de género y posiciones deterministas.

Actividades de la propuesta

La siguiente tabla resume la distribución en sesiones de las actividades propuestas realizadas con varios cursos de 1º de bachillerato. Se incluye una breve descripción de las actividades y se señalan los objetivos de aprendizaje.

Tabla 1. Actividades realizadas

Sesión	Actividades	Objetivos
1	<p>Actividad 1. ¿Qué sabes sobre las mujeres científicas?</p> <p>Parte 1. ¿Qué mujeres científicas de distintos lugares conoces? ¿Qué destacarías de ellas? (5 min).</p> <p>Parte 2. Lectura de una noticia sobre mujeres y hombres científicos. Debate sobre las diferencias entre el tratamiento de ambos y la relevancia de la noticia (10 min).</p>	a, b
	<p>Actividad 2. Científicas por el mundo (20 min)</p> <p>Se proporcionan 50 cartas con información sobre las científicas seleccionadas y un mapamundi impreso DIN-A3. Las cartas se componen de la imagen de cada científica con información abreviada en la parte posterior.</p> <p>En grupos de 3-4 alumnos/as deben asociar las científicas (10 por grupo) a un continente y país del mapamundi. Al terminar se hace una puesta en común y dan la vuelta a las cartas para ver sus resultados.</p>	a
	<p>Actividad 3. Científicas en movimiento (15 min)</p> <p>Cada grupo utiliza la información de las científicas de las cartas, que pueden ampliar buscando más información sobre ellas. El alumnado ha de situar una marca con rotulador en el lugar de nacimiento y otra en el lugar de trabajo actual, o donde desarrollaron la mayor parte de su carrera científica.</p> <p>A continuación, unen con líneas ambos puntos, quedando un mapa con los movimientos relativos de cada científica, siendo posible comprobar si existen o no diferencias entre su lugar de origen y de trabajo. Queda más visual poner una línea de color diferente para cada continente.</p> <p>La actividad se completará en la siguiente sesión con la formulación de hipótesis sobre las diferencias observadas.</p>	a, b
2	<p>Se termina la actividad 2 (10 min)</p> <p>Actividad 4. Iguales pero diferentes (40 min)</p> <p>En grupos, se pide a los grupos que elaboren una tabla para agrupar a las científicas por ámbito científico. Además, han de incluir información sobre la distancia calculada a partir de las líneas trazadas en la actividad 2. Deben transformar la medida de las líneas en distancia real en kilómetros. Para cada campo científico han de sumar las cantidades totales y luego realizar lo mismo, pero agrupando por continentes a las científicas.</p> <p>A partir de la tabla, deben averiguar cuales son los campos científicos y continentes con más movilidad; si existe relación entre la distancia recorrida y el campo científico o continente; y reflexionar, en último lugar, sobre si existen o no otros condicionantes que puedan explicar las diferencias encontradas.</p>	c, d
3	<p>Actividad 5. Mundos diferentes (50 min)</p> <p>Los mismos grupos buscan información y crean una definición de Mundo Rico y Mundo Pobre. Con dicha información colorean el mapamundi (por ejemplo, azul para el mundo rico y rojo para el mundo pobre). Añaden a la tabla los países desarrollados y</p>	c, d

	<p>subdesarrollados (tercer mundo) con las distancias. Suman las cantidades por países y comparan los datos.</p> <p>Con estos resultados, deben considerar las científicas que se mueven más, si existe relación entre la distancia, el tipo de país y el desarrollo económico.</p>	
4	<p>Actividad 6. Ciencia multicultural en femenino (50 min)</p> <p>En grupos buscan información biográfica sobre una de las científicas asignadas al azar para elaborar un poster con las siguientes secciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción biográfica - Obra científica - Relevancia social internacional y nacional - Contexto social y económico 	c, d

El producto final consiste en la elaboración de una exposición de posters con las científicas de todo el mundo con los mapas creados en las actividades anteriores. La exposición se realizará en el centro coincidiendo con el 11 de Febrero, día de la mujer y la niña en la Ciencia.

REFLEXIONES FINALES

Esta propuesta pretende visibilizar el papel de la mujer desde un enfoque multicultural en el que la ciencia se construye desde todo el mundo y todas las culturas; alejándose de una visión estereotipada y centrada en el mundo occidental como eje vertebrador de la ciencia. En este congreso pretendemos dar a conocer los resultados de la implementación de este diseño en un aula de secundaria con el objetivo de compartir reflexiones acerca de cómo mejorar la enseñanza de ciencias integrando valores y la perspectiva de género.

AGRADECIMIENTOS: Al proyecto ESPIGA, referencia PGC2018-096581-B-C22”, financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal.

REFERENCIAS

- Álvarez, D. M. D. C. D. (2021). Desigualdad de género en la entrega de los Premios Nobel 1901-2020. *Pensamiento Actual*, 21 (36).
- Arabit García, J., Prendes Espinosa, M. P., y Serrano Sánchez, J. L. (2021). La enseñanza de STEM en Educación Primaria desde una perspectiva de género. *Revista fuentes*, 23 (1), 64-76.
- Escudero-Cid, R., Cid-Manzano, C., y Escudero-Cid, M. (2011). Ciencia en femenino. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 269-280.
- Fernández-César, R. y Escobar, A. G. (2020). ¿Conoce el profesorado de asignaturas STEM a mujeres científicas? una experiencia de formación continua con profesorado de ESO y bachillerato. En *Innovación Docente e Investigación en Educación: avanzando en el proceso de enseñanza-aprendizaje* (pp. 259-268). Dykinson.
- Jiménez Jiménez, J., y Criado García-Legaz, A. M. (2005). Análisis de las actividades sobre la historia de la química en los libros de física y química del segundo ciclo de la ESO. En *Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (7, 2005, Granada, España)*.
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P. y de Pro, A. (2012). *El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave*. Graó
- Ramos Rodríguez, A. M. (2021). Análisis de la presencia de las mujeres científicas en los libros de texto de educación secundaria y su repercusión en las carreras STEM.

ANEXO 1. LISTA DE CIENTÍFICAS

África	América
Carmen Pheiffer (Sudáfrica, medicina)	Dawn Jeannine Wright (USA, oceanógrafa)
Faouzia Charfi (Túnez, física)	Jennifer Doudna (USA, bioquímica)
Francisca Nneka Okeke (Nigeria, física)	Kathrin Barboza (Bolivia, bióloga)
Laraba-Djebari Fatima (Argelia, bióloga)	Marcia Cristina Bernardes Barbosa (Brasil, Física)
Mangaka Matoetoe (Sudáfrica, química)	Margaret Hamilton (USA, ingeniería informática)
Mekfoula Brahim (Mauritania, bióloga molecular)	María Amparo Pascual (Cuba, matemática)
Salimata Wade (Senegal, bióloga)	María Teresa Ruiz (Chile, astrónoma)
Shaimaa Omran (Egipto, ingeniería informática)	Mayly Sánchez (Venezuela, física de partículas)
Sharmila Bhattacharya (Nigeria, bioquímica)	Raquel Chan (Argentina, bióloga)
Therese Izay Kirongozi (Congo, ingeniería robótica)	Rosaura Ruiz Gutiérrez (México, bióloga evolutiva)
Asia	Europa
Faiza Mohammed al-Kharafi (Kuwait, química)	Eleni Antoniadou (Grecia, medicina)
Huey-Jen Jenny Su (China, ecóloga)	Fabiola Gianotti (Italia, física de partículas)
Jingmei Li (Singapur, médico)	Hélène Langevin Joliot (Francia, física nuclear)
Kiran Mazumdar-Shaw (India, bióloga)	Jana Peknicova (República Checa, biotecnología)
Narry Kim (Corea del Sur, bioquímica)	Jocelyn Bell Burnell (Irlandesa, astrofísica)
Salima Ikram (Pakistán, egiptóloga)	Josefina Castellví (España, oceanógrafa)
Suzana Yusup (Singapur, ingeniera química)	Magdalena Titirici (Inglaterra, química)
Tsuneko Okazaki (Japón, bióloga)	Margarita Sánchez Romero (España, arqueóloga)
Vivian Yam (China, química)	María José Alonso (España, farmacóloga)
Yvonne Ai Lian Lim (Malasia, parasitóloga)	Matilde Marcolli (Italia, matemática)
Oceanía (Australia, Nueva Zelanda, Melanesia)	
Anne Kelso (Australia, médica)	
Carolyn Burns (Nueva Zelanda, ecóloga)	
Dana Bergstrom (Australia, ecóloga antártica)	
Elizabeth Blackburn (Australia, bioquímica)	
Emma Johnston (Australia, ecóloga marina)	
Julie Michelle Arblaster (Australia, climatóloga)	
Karoline Afamasaga-Fuatai (Samoa, matemática)	
Laura Bennet (Nueva Zelanda, fisióloga)	
Nalini Joshi (Australia, matemática)	
Ocean Mercier (Nueva Zelanda, física)	

La cultura hídrica en los referentes curriculares colombianos

Freddy Enrique Castro Velásquez¹.

¹Escuela de Doctorado de Humanidades, Ciencias Sociales y Jurídicas de la Universidad de Granada. Secretaría de Educación Distrital de Bogotá. freddycastro@correo.ugr.es

RESUMEN: Ante el estrés hídrico de la Tierra, surge la oportunidad para una Nueva Cultura del Agua (NCA). En ella, la educación básica formal y su currículo resultan fundamentales en la formación de la ciudadanía. En este contexto, se analizan los contenidos relacionados con la cultura hídrica, en los referentes curriculares vigentes de ciencias sociales y ciencias naturales, para educación básica -primaria y secundaria- en Colombia. Se emplea una estructura taxonómica de clasificación cualitativa, compuesta por siete contextos, a los que se asocian 15 subcontextos que permiten enmarcar los contenidos en los tópicos constitutivos de la NCA. El estudio muestra que la cantidad de contenidos relacionados con la cultura hídrica ha aumentado en los referentes más recientes. La reflexión alrededor de la congruencia de los contenidos curriculares con la NCA, permite evidenciar marcada heterogeneidad y fracturas en el desarrollo interdisciplinar e integrado en ciencias propuesto por el Ministerio de Educación Nacional.

PALABRAS CLAVE: Nueva Cultura del Agua; Análisis Curricular; Currículo colombiano; Ciencias Sociales; Ciencias Naturales.

ABSTRACT: Given the Earth's water stress, the opportunity for a New Water Culture (NWC) arises, where the formal basic education and its curriculum are fundamental in the citizenship education. In this context, the contents related to water culture in the current curricular references of Social Sciences and Natural Sciences, for basic education -primary and secondary- in Colombia are analyzed. A taxonomic structure of qualitative classification is used, composed by seven contexts and their 15 associated subcontexts which allow them to be framed in the constituent topics of the NWC. The study shows that the amount of content related to water culture has increased in the most recent references. The considerations around the congruence of the curricular contents with the NWC, points out a marked heterogeneity and fractures in the interdisciplinary and integrated development in sciences curriculum proposed by the National Ministry of Education.

KEYWORDS: New Water Culture; Curriculum Analysis; Colombian curriculum; Social Sciences; Natural Sciences.

INTRODUCCIÓN

El estrés hídrico al que está sometido el planeta Tierra evidencia que el paradigma tradicional de gestión del agua requiere un cambio para su sostenibilidad (Vörösmarty et al., 2018). Como parte de las propuestas que aportan a la superación de esta crisis, ha surgido un movimiento ciudadano que promueve una Nueva Cultura del Agua (NCA), que concibe el patrimonio hídrico como un activo eco-social y apuesta por estrategias de gestión basadas en principios de sostenibilidad ambiental, racionalidad económica y gobernanza participativa (Vilches & Gil-Pérez, 2009).

La educación formal, como una de las principales formadoras de niños y jóvenes, contribuye en gran medida a la concepción de accesibilidad, gestión y consumo que construyen los ciudadanos alrededor del agua durante sus primeros años de vida (Martínez-Borreguero et al., 2020; Sammel, 2016). Como componente esencial de este proceso educativo en la escuela, se encuentra el macrocurrículo. Este abarca los conocimientos considerados estructurales para integrar a los educandos en una comunidad centrada en saberes sociales y culturales específicos (Sammel, 2016).

En esta comunicación, se reflexiona entorno del rol del macrocurrículo colombiano en la transmisión de cultura hídrica en el país. Cabe indicar, como lo señalan Hanisch et al. (2014) y Sammel (2016), que el currículo oficial escolar no da cuenta de la totalidad del conocimiento enseñado o aprendido en la educación formal. No obstante, sigue siendo uno de los principales medios de orientación y legitimación en la planificación de instituciones educativas y docentes (Fernández & Ochoa, 2014; Hanisch et al., 2014).

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2004), los referentes curriculares constituyen puntos de referencia de lo que se espera que los educandos estén en capacidad de saber y saber hacer, en su recorrido por la educación básica y media. Las ciencias sociales y las ciencias naturales cuentan con tres derroteros vigentes para la educación básica formal obligatoria -primaria (grados 1° a 5°) y secundaria (grados 6° a 9°)-, a saber: Lineamientos Curriculares -en adelante *LC*- (MEN, 1998a, 1998b), Estándares Básicos de Competencias -en adelante *EBC*- (MEN, 2004), y Derechos Básicos de Aprendizaje -en adelante *DBA*- (MEN, 2016a, 2016b).

De acuerdo con lo expuesto, se presenta el análisis de los contenidos curriculares relacionados con la cultura del agua, presentes en los tres derroteros mencionados anteriormente. Con ello, se busca indagar en los tópicos que transmiten una imagen de cultura hídrica, y a los que, por el contrario, permanecen ausentes. Asimismo, se valoran las contribuciones que hacen estos derroteros a la NCA.

METODOLOGÍA

Se emplea como instrumento de análisis curricular la estructura taxonómica de clasificación cualitativa construida por Benarroch et al. (2022). Dicha estructura retoma los siete contextos propuestos por Benarroch et al. (2021), en los que se contrasta el paradigma tradicional del agua versus la NCA. A cada uno de estos contextos, se asocian dos subcontextos que permiten clasificar los contenidos en los diferentes tópicos constitutivos de la NCA (ver Tabla 1). Cabe mencionar que el contexto C2 alberga tres subcontextos, dada la importancia de las actividades de reflexión crítica que allí pueden enmarcarse. Las Unidades de Enseñanza y Aprendizaje (UEA) se seleccionan de acuerdo con los siguientes criterios: 1. Contenidos que hacen referencia al agua desde el punto de vista semántico; y 2. Contenidos que se enmarcan en uno de los 15 subcontextos contemplados en la taxonomía de análisis, por ser transmisores de cultura hídrica. En primera instancia las UEA fueron identificadas por tres investigadores de forma independiente. Luego fueron contrastadas en equipo y se mantuvieron aquellas en las que hubo consenso. De este modo, se identificaron 66 UEA. Cada una de estas se clasificó en un único subcontexto.

Tabla 1. Síntesis de los contextos que diferencian la vieja y la NCA, los subcontextos asociados y los planteamientos que orientan la NCA alrededor de cada contexto

Contextos	Subcontextos	Postulados de la Nueva Cultura del Agua
Contexto 1. (C1) Desequilibrio Hídrico vs Equilibrio Natural	C1.1 Equilibrio y desequilibrio hídrico	Comprender las particularidades hídricas de cada territorio como un equilibrio natural, en el que el agua es suficiente para satisfacer las necesidades humanas, siempre y cuando se gestione y se use adecuadamente.
	C1.2 El agua como recurso "renovable"	
Contexto 2. (C2) Recurso Productivo vs Activo Ecosocial	C2.1 Funciones del agua	Comprender que el patrimonio hídrico posee múltiples funciones insustituibles para las dinámicas de la Tierra y miles de especies vegetales y animales, incluido el ser humano, cuyo bienestar y desarrollo económico, ecológico, social, cultural y emocional, dependen del agua como activo eco-social.
	C2.2 Valoración del agua	
	C2.3 Actividades de reflexión crítica sobre la importancia del agua para la vida	
Contexto 3. (C3) Gobernabilidad del Agua vs Gobernanza del Agua	C3.1 Responsabilidad en la gestión del agua y participación ciudadana	Promover la democratización de la administración de las aguas subterráneas y superficiales (democracia deliberativa), mediante nuevos enfoques de gobernanza transparente, plural y participativa.
	C3.2 Movimientos que promueven la NCA	
Contexto 4. (C4) Gestión de la Oferta vs Gestión de la Demanda	C4.1 Gestión del agua	Gestionar sosteniblemente el agua desde enfoques de "demanda", que incentiven el ahorro y la eficiencia del consumo, al tiempo que contemplan la ordenación urbanística-territorial, apoyada en criterios de conservación a largo plazo.
	C4.2 Consecuencias de las obras hidráulicas	
Contexto 5. (C5) Costo-Beneficio vs Costo-Efectividad	C5.1 Costos diferenciados según usos del agua	Establecer la aplicación del balance costo-efectividad en la gestión de los recursos hídricos, y garantice la recuperación total de los costos generados en los diferentes usos (urbanos, industriales, agroganaderos, etc.).
	C5.2 Quien contamina, paga	
Contexto 6. (C6) El Agua como DDHH vs Deber Humano	C6.1 Agua como derecho humano	Hacer referencia de derechos y deberes de cada ser humano, frente a los diversos usos y funciones del agua (agua en funciones de vida, agua en funciones de servicio público y de interés general de la sociedad, agua en funciones productivas y agua-delito),
	C6.2 Solidaridad frente a carencias de agua	
Contexto 7. (C7) Consumismo vs Consumo Responsable y Sostenible	C7.1 Ahorro de agua	Incentivar el ahorro, la eficiencia, la regeneración natural y la conservación del patrimonio hídrico, a través del consumo responsable y sostenible de forma directa e indirecta.
	C7.2 Consumismo	

Nota: Adaptado de Benarroch, Castro-Velásquez, et al. (2021) y Benarroch, Rodríguez-Serrano, et al. (2021). La estructura taxonómica de clasificación se encuentra como anexo en Benarroch, Castro-Velásquez, et al. (2021).

RESULTADOS

Los resultados muestran que la estructura interna de los referentes es bastante heterogénea en la distribución de los contenidos por grados o conjuntos de grados. Por esto, tras la clasificación se optó por totalizar las UEA identificadas por grados independientes de 1° a 9° -sumatoria horizontal-. La sumatoria vertical contabiliza el número de UEA por cada contexto y subcontexto (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Número de UEA relacionadas con el agua presentes en los referentes curriculares

Ciencias	C1		C2			C3		C4		C5		C6		C7		Total	L	E	D	T
	C1.1	C1.2	C2.1	C2.2	C2.3	C3.1	C3.2	C4.1	C4.2	C5.1	C5.2	C6.1	C6.2	C7.1	C7.2					
	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED					
1°	2	2	1	1	1	1	2		1			1	3		1	11	3	2	16	
2°	2	1	2	1	1	1	2					1	3		1	11	3	1	15	
3°	2	3	2	1	1	1	2	2				1	3		1	11	3	5	19	
4°	2		1	1	1	1	1	1	2		1	1	3	3	1	11	3	5	19	

C5.2	Existencia de factores contaminantes y su impacto en el medio ambiente. Planteamiento de acciones para mitigar la contaminación.	1
C6.1	Promueven la satisfacción de necesidades, así como la protección y promoción de derechos, no obstante, a estos no se asocia ningún tipo deber.	1
C6	Existencia de un amplio consenso para luchar contra la desigualdad y la crisis planetaria. Estas problemáticas se reflejan en la sobreexplotación de los recursos naturales y su inadecuada distribución.	2
C7.1	Acciones de uso responsable del agua en el hogar, la escuela y en los contextos cercanos del estudiante.	1
C7	Necesidad de frenar el consumismo. Búsqueda de explicaciones sobre las consecuencias del consumismo. Peligros de la sobreexplotación de los recursos naturales, como posible causa fundamental del colapso del planeta.	1

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados muestran un aumento progresivo en la presencia de contenidos relacionados con la cultura hídrica en cada uno de los referentes consecutivos, al pasar de 16 UEA en los LC (MEN, 1998a, 1998b), a 21 UEA en los EBC (MEN, 2004) y a 29 UEA en los DBA (MEN, 2016a, 2016b). Este incremento puede traducirse en la apertura de mayores posibilidades curriculares que permitan a las comunidades educativas acercarse a los postulados de sostenibilidad que promueve la NCA.

En lo concerniente a la presencia de la cultura hídrica en las ciencias naturales y sociales del macrocurrículo colombiano, se demuestra que es mayor en ciencias sociales, con la única excepción del contexto C2 (agua como recurso productivo/activo ecosocial), donde hay una presencia mayor en ciencias naturales. Asimismo, como se muestra en la última columna de la Tabla 2, también se ha encontrado, al indagar entorno de los nueve grados de la básica, que el grado séptimo es el único en el que son relativamente equitativos los aportes de sociales y naturales. En los demás grados, los contenidos propuestos por sociales superan ampliamente los aportes de naturales.

En relación con la existencia y ausencia curricular de aquellos tópicos que constituyen la esencia de la NCA, los hallazgos muestran que el equilibrio y desequilibrio hídrico (C1.1), la valoración del agua (C2.2), la responsabilidad en su gestión y la participación ciudadana (C3.1), la contaminación (C5.2), las funciones del agua (C2.1) y el agua como derecho humano (C6.1); son los más representados. Con menor presencia se encuentran el agua como recurso "renovable" (C1.2), los movimientos que promueven la NCA (C3.2), la solidaridad frente a carencias de agua (C6.2) y el consumismo (C7.2). Mientras que aquellos que hacen referencia a las consecuencias de las obras hidráulicas (C4.2), los costos diferenciados del agua según sus usos (C5.1) y el ahorro de agua (C7.1), se abordan muy poco durante la educación básica. Por su parte, la gestión hídrica (C4.1) permanece ausente en toda la educación obligatoria.

A su vez, la afinidad de los contenidos con la NCA muestra resultados diversos. Una parte de los contenidos hacen contribuciones congruentes con la NCA (C1.2, C2, C3). Otros permanecen en el intermedio de la escala y se espera que tiendan a un cambio cultural más favorable para la sostenibilidad (C1.1 y C6.2). Finalmente, otros permanecen en el paradigma tradicional del agua (C4.2, C5, C6.1 y C7).

Se evidencia en los resultados una alta heterogeneidad en el tratamiento que se hace del agua desde los diferentes referentes curriculares colombianos, así como en la comparación de sus propuestas para las ciencias sociales y naturales. Y, quizás lo más llamativo desde los objetivos del trabajo, sea también la marcada heterogeneidad que se presenta en la congruencia de los contenidos curriculares con la NCA. En consecuencia, como parte de la búsqueda por alcanzar la armonía con el planeta, se recomienda mejorar

las orientaciones pedagógicas, didácticas y disciplinares, para contribuir con más determinación a la construcción de una Nueva Cultura del Agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benarroch, A., Castro-Velásquez, F. E., Clavijo-Cuervo, V. J., & Ramírez-Segado, A. (2022). La cultura del agua en los libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1501
- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M., & Ramírez-Segado, A. (2021). New Water Culture versus the Traditional. Design and Validation of a Questionnaire to Discriminate between Both. *Sustainability*, 13(2174), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su13042174>
- Fernández, O. L., & Ochoa, J. C. (2014). Planteamientos discursivos en torno a las reformas que incidieron en el diseño curricular de las ciencias sociales escolares en Colombia (1970 y 2010). *Virajes*, 16(2), 275-296. [http://vip.ucaldas.edu.co/virajes/downloads/Virajes16\(2\)_13.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/virajes/downloads/Virajes16(2)_13.pdf)
- Hanisch, A., Rank, A., & Seeber, G. (2014). How green are European curricula? A comparative analysis of primary school syllabi in five European countries. *European Educational Research Journal*, 13(6), 661-682. <https://doi.org/10.2304/EERJ.2014.13.6.661>
- Martínez-Borreguero, G., Maestre-Jiménez, J., Mateos-Núñez, M., & Naranjo-Correa, F. L. (2020). An integrated model approach of education for sustainable development: Exploring the concepts of water, energy and waste in primary education. *Sustainability*, 12(7), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su12072947>
- Ministerio de Educación Nacional. (1998a). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales* (Serie line). https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (1998b). *Lineamientos Curriculares Ciencias Sociales* (Serie line). https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. La formación en ciencias: ¡el desafío! *Estándares Nacionales de Educación*, 96-147. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2016a). *Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias Naturales*. http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2016b). *Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias Sociales*. http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Sociales.pdf
- Sammel, A. (2016). Her beauty and her terror: A case study exploring the framing of water and extreme water events within formal education in Queensland, Australia and Saskatchewan, Canada. *Geoforum*, 76, 164-175. <https://doi.org/10.1016/J.GEOFORUM.2016.09.015>
- Vilches, A., & Gil-Pérez, D. (2009). Agua y sostenibilidad: Dos términos inseparables. En A. Moreno & C. López (Eds.), *Agua y sostenibilidad: recursos, riesgos y remedios* (pp. 182-230). MECD.
- Vörösmarty, C. J., Rodríguez Osuna, V., Cak, A. D., Bhaduri, A., Bunn, S. E., Corsi, F., Gastelumendi, J., Green, P., Harrison, I., Lawford, R., Marcotullio, P. J., McClain, M., McDonald, R., McIntyre, P., Palmer, M., Robarts, R. D., Szöllösi-Nagy, A., Tessler, Z., & Uhlenbrook, S. (2018). Ecosystem-based water security and the Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecohydrology and Hydrobiology*, 18(4), 317-333. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.07.004>

La enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la formación bilingüe en Educación Primaria en países de habla castellana. Una revisión sistemática

Ignacio Hierro Marín¹, María del Carmen Romero López²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. ignaciohierro@gmail.com

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. romero@ugr.es

RESUMEN: La Revisión Sistemática de la Evidencia Científica (RSEC) llevada a cabo tiene el fin de localizar las propuestas, metodologías o conocimientos que se han publicado en países de habla hispana sobre la enseñanza-aprendizaje bilingüe de las Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria durante los últimos veinte años. Los resultados obtenidos muestran la escasez de estudios publicados, que están centrados en comparar resultados académicos entre alumnos bilingües y no bilingües, y que los beneficios del bilingüismo se alcanzan en la etapa de Educación Secundaria. En cuanto al profesorado que imparte las asignaturas de ciencias en lengua extranjera, muestra una insuficiente preparación e incluso falta de interés, siendo necesaria una mayor inversión en mejorar el conocimiento, las competencias y la motivación. Por último, es necesario seguir investigando y publicando sobre metodologías y estrategias de enseñanza AICLE para aplicar en las aulas de los colegios bilingües.

PALABRAS CLAVE: educación primaria, ciencias, bilingüe.

ABSTRACT: This systematic review carried out has the goal of searching for proposals, methodologies or knowledge published in Spanish speaking countries about the bilingual teaching-learning of Sciences in Primary Education during the last twenty years. The outcomes show the scarcity of published studies, which are focused on comparing academic results between bilingual students and non-bilingual, and the returns of the bilingualism are reached during Secondary Education. Regarding to the teachers who provide sciences subjects in a foreign language, shows a deficient training and even a lack of interest, being necessary a higher investment on improving their knowledge, competences, and motivation. Finally, it's essential to continue researching and publishing about AICLE methodologies and teaching strategies to be implemented in the bilingual school classrooms.

KEYWORDS: primary education, sciences, bilingual.

INTRODUCCIÓN

A la vista de la importancia que la educación bilingüe tiene en la sociedad actual, y dado que la mayoría de los programas formativos que han introducido el bilingüismo en los colegios llevan ya una trayectoria de más de diez años desde su implantación de manera gradual en las distintas comunidades autónomas; creemos que es necesario llevar a cabo una revisión bibliográfica de los estudios publicados sobre la enseñanza-aprendizaje bilingüe en Educación Primaria, y más concretamente de las asignaturas de Ciencias

Naturales (también llamadas experimentales o aplicadas), no solo en España, sino en todos los países de habla castellana. Porque las materias curriculares del área de Ciencias de la Naturaleza son las que con más frecuencia son impartidas en lengua extranjera, predominantemente en inglés (MECD, 2015).

Con ese fin formulamos la pregunta de investigación siguiente: ¿Qué propuestas, metodologías o conocimientos se han publicado en países de habla hispana sobre la enseñanza-aprendizaje bilingüe de las Ciencias Naturales en Educación Primaria durante los últimos veinte años?

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos marcados en nuestra investigación, planteamos una Revisión Sistemática de la Evidencia Científica (RSEC). Una vez elaborado el protocolo que guiará todo el proceso, los pasos a seguir a partir de este momento y las etapas para el desarrollo de una RSEC vienen marcados por el formato y las directrices publicadas por la Colaboración Cochrane (2011), la Colaboración Campbell (2016), la declaración PRISMA, y el instrumento AMSTAR-2. Todas ellas son herramientas que nos permiten “mejorar la calidad de la publicación de los métodos y resultados de las revisiones sistemáticas” (Hutton et al., 2016), así como realizar una evaluación crítica integral de los diferentes aspectos de una revisión (Ciapponi, 2018).

BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN

Para la revisión se van a utilizar las bases de datos Web of Science (WOS), Scopus, y la Biblioteca de la Universidad de Granada (BUG). En todos los casos, las búsquedas estuvieron limitadas a estudios publicados desde 2001 hasta 2021.

En cuanto a estrategia de búsqueda, se van a utilizar los siguientes descriptores y operadores, tanto en inglés como en castellano, así como los filtros seleccionados para las bases de datos WOS y Scopus:

- Didactic Experimental Sciences AND English OR Bilingual
- Didactic Applied Sciences AND English OR Bilingual
- Primary Education Sciences AND Bilingual
- Didactica Ciencias Experimentales AND Ingles OR Bilingüe OR Bilingüismo
- Didactica Ciencias Aplicadas AND Ingles OR Bilingüe OR Bilingüismo
- Educacion Primaria Ciencias AND Bilingüe OR Bilingüismo
- En la base de datos Scopus se seleccionaron cinco áreas de búsqueda: *Agricultural and Biological Sciences; Physics and Astronomy; Environmental Science; Chemistry; Earth and Planetary Sciences.*
- En el caso de la WOS, las búsquedas se realizaron en las áreas de educación e investigación educativa (*Education and Educational Research*) y en lingüística (*Linguistics*).
- No se aplicaron filtros ni exclusiones en cuanto al tipo de documento, tipo de estudio o tipo de trabajo; y poder abarcar el mayor número posible de resultados.

La estrategia de búsqueda para la BUG sólo se llevó a cabo con descriptores en castellano, y se hizo para todos los ejemplares disponibles en la base de datos.

- Educación Primaria Ciencias AND Bilingüe OR Bilingüismo

Llegados a este punto, los siguientes pasos son los que citamos a continuación, en orden sucesivo (Perestelo-Pérez, 2013): Preselección de referencias y selección de estudios

incluidos; Lectura crítica y evaluación del riesgo de sesgo en los estudios incluidos; Extracción de datos; Análisis y síntesis de la evidencia científica; Interpretación de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente trabajo se revisaron un total de 370 publicaciones encontradas en las bases de datos Scopus, WOS y BUG, siguiendo los criterios de búsqueda establecidos en la metodología anteriormente expuesta. En la figura 1 se puede ver el proceso seguido con el diagrama de flujo PRISMA (basado en el modelo propuesto por Moher et al., 2009).

De los 370 resultados iniciales de publicaciones, tan solo 18 pasaron la primera criba (lectura de título, resumen y palabras clave), ya que la mayoría de ellos no trataban sobre el bilingüismo y las ciencias experimentales. La selección final quedó establecida en 12 artículos tras su lectura en profundidad, de los cuales realizaremos la extracción de datos y posterior análisis; porque los seis restantes se llevaban a cabo en estudiantes de Educación Secundaria.

A pesar de intentar ser en todo momento exhaustivos, sensibles y eficientes, es prácticamente imposible recuperar toda la información que existe sobre una temática (Perestelo-Pérez, 2013). Esta limitación siempre va a estar presente en cualquier RSEC.

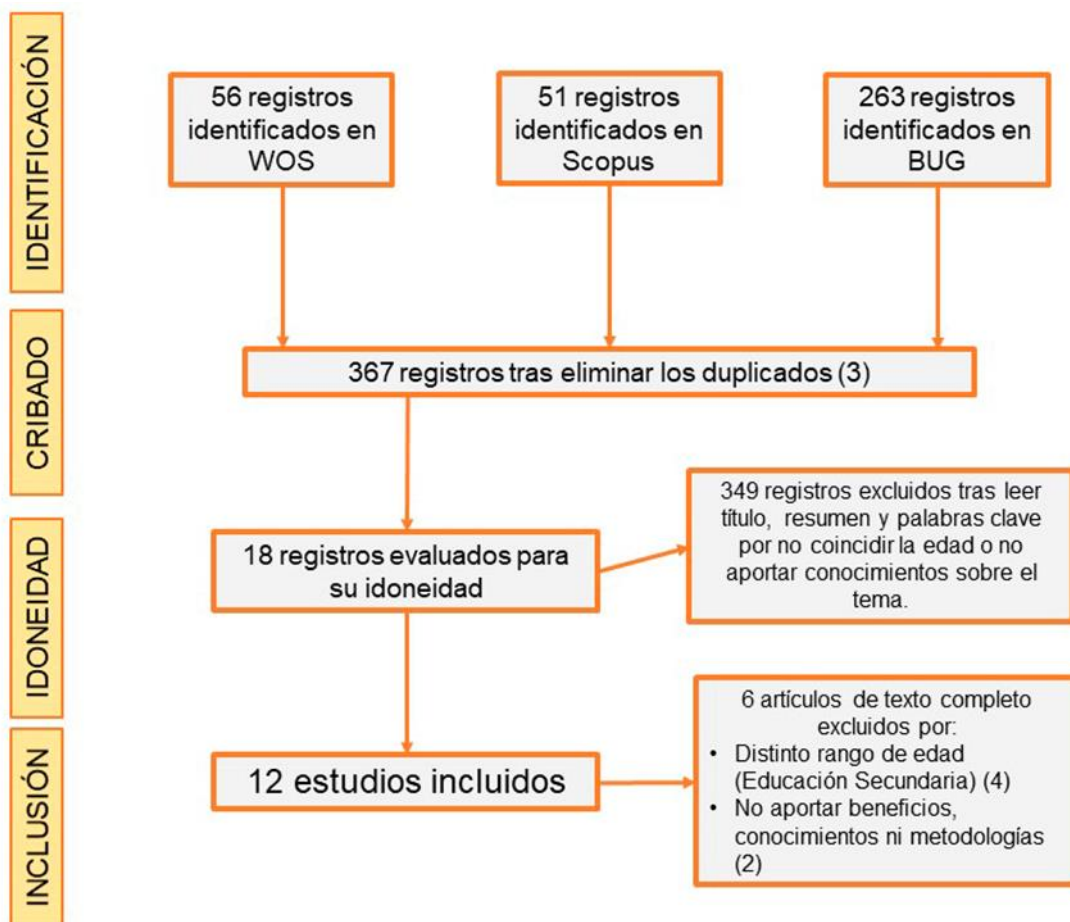


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA que muestra el proceso seguido con la búsqueda de información en las tres bases de datos consultadas a través de las distintas etapas de nuestra revisión sistemática. Basado en el modelo de Moher et al. (2009).

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

El número total de estudiantes de Educación Primaria que tomaron parte de alguna forma en los estudios analizados fue de 93887. El 44,55% del total fueron alumnos que cursaban enseñanzas bilingües, mientras que el 55,44% recibía su formación de manera tradicional, es decir, no bilingüe. La edad media de los alumnos fue de 10,6 años, principalmente de tercer ciclo de Educación Primaria, por llevar un mayor tiempo de exposición a programas de bilingüismo en distintas materias.

Todos los centros educativos en los que se realizaron los diversos estudios son españoles. Los estudios se realizaron en 829 colegios públicos, 926 privados o concertados, y otros 13 colegios sin especificar su titularidad, de distintas provincias y ciudades de la geografía española (peninsular e insular), sumando un total de 1768 centros.

La totalidad de los estudios publicados que hemos podido localizar en nuestra búsqueda se han realizado en España, principalmente en centros de las comunidades autónomas de Andalucía, Madrid y Extremadura. Un porcentaje elevado de los estudios (33%) se centraron en valorar la posible mejora en los resultados académicos de los estudiantes de colegios con programas de formación bilingüe en las asignaturas del área de ciencias, respecto a otros estudiantes que las cursaban en su lengua materna (Sotoca Sienes, 2014; Fernández-Sanjurjo et al., 2017; García-Centeno et al., 2020; Pérez Cañado, 2017).

Tabla 1. Modalidades y tipos de estudio de los trabajos analizados en esta revisión sistemática, según las modalidades de investigación educativa descritas por McMillan y Schumacher (2005).

Modalidad	Cuantitativo			Cualitativo	
	Experimental	No Experimental		Interactivo	No Interactivo
Tipo de Estudio	Semiexperimental	Comparativo	Ex-post-facto	Casos de estudio	Análisis de conceptos
Número	1	6	2	2	1

Las conclusiones alcanzadas en algunos estudios hacen patente la bajada de rendimiento de los alumnos que reciben una formación bilingüe en las asignaturas relacionadas con las Ciencias Naturales, en comparación con el alumnado no matriculado en un curso bilingüe, obtiene menores calificaciones (Sotoca Sienes, 2014; Fernández-Sanjurjo et al., 2017). En esta misma línea, Ramírez Orduña et al. (2020a; 2020b) dicen que el aprendizaje de esas asignaturas en inglés influye negativamente en las emociones y en las calificaciones de los estudiantes. Llegando incluso a afirmar que los programas AICLE no están alcanzando los resultados esperados en cuanto a adquisición de contenidos (Fernández-Sanjurjo et al., 2017). Sin embargo, otros estudios logran resultados más optimistas respecto al bilingüismo en la enseñanza de ciencias, como es el caso de Musso Buendía (2021), quien habla de una prudente mejoría de rendimiento académico, además de un aumento en la participación, motivación y competencia comunicativa del alumnado.

También hay publicaciones que no han encontrado diferencias significativas en las calificaciones académicas obtenidas en dichas materias durante la etapa de Educación Primaria entre alumnos bilingües y no-bilingües (Pérez Cañado, 2017; García-Centeno et al., 2020).

Lo que parece claro es que los efectos positivos de los programas bilingües en el ámbito de las ciencias experimentales se ven a más largo plazo, es decir, en la etapa de Educación Secundaria, donde sí hay estudios que han constatado diferencias significativas a favor de la formación AICLE (Pérez Cañado, 2017; García-Centeno et al., 2020).

Un beneficio que parece más que evidente a la luz de las conclusiones aportadas en las distintas publicaciones es el incremento de la competencia en lengua extranjera (García-Centeno et al., 2020), además de en la motivación y actitud positiva hacia el inglés por parte de los alumnos participantes en programas bilingües (Morilla-García y García-Jurado, 2019; Ramírez Orduña et al., 2020a).

Respecto a la formación del profesorado que imparte las asignaturas de ciencias en programas bilingües, tiene una preparación insuficiente y poco interés en formarse (Gómez Ramos et al., 2020; Musso Buendía, 2021), por lo que es imprescindible aumentar la inversión en formación continua y apoyar la consecución de sus competencias científica y lingüística (Fernández-Sanjurjo et al., 2017; Pérez Jurado y Martínez-Aznar, 2020).

CONCLUSIONES

Hay muy pocos estudios sobre la enseñanza bilingüe de las ciencias experimentales en Educación Primaria en países de habla hispana, y prácticamente todos se llevaron a cabo en España. Además, la mayoría de los estudios encontrados se centran en comparar los resultados académicos de los alumnos participantes en programas AICLE con alumnos no bilingües. Incluso un trabajo reciente recalca la ausencia casi total de bibliografía relacionada con la didáctica bilingüe de las asignaturas de ciencias (Martín del Pozo y Herrero de la Calle, 2018). Sería interesante realizar más investigación sobre este tema y valorar otros aspectos del bilingüismo en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, ya que es necesaria una mayor investigación y difusión acerca de metodologías y estrategias de enseñanza AICLE para poner en práctica en las aulas de los colegios bilingües, para alcanzar logros positivos en la enseñanza bilingüe de las ciencias en Educación Primaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campbell Collaboration (2016). Searching for studies: a guide to information retrieval for Campbell systematic reviews. <https://doi.org/10.4073/cm.2016.1>
- Ciapponi, A. (2018). AMSTAR-2: herramienta de evaluación crítica de revisiones sistemáticas de estudios de intervenciones de salud. *Evidencia, Actualización En La práctica Ambulatoria*, 21(1). <https://doi.org/10.51987/evidencia.v21i1.6834>
- Cochrane Collaboration (2011). *Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones*. Traducción a cargo del Centro Cochrane Iberoamericano de: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.
- Fernández-Sanjurjo, J., Fernández-Costales, A., y Arias Blanco, J.M. (2019). Analysing students' content-learning in science in CLIL vs. non-CLIL programmes: empirical evidence from Spain. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 22 (6), 661-674. <https://doi.org/10.1080/13670050.2017.1294142>
- García-Centeno, M.C., de Pablos Escobar, L., Rueda-López, N., y Calderón Patier, C. (2020). The impact of the introduction of bilingual learning on sixth grade educational achievement levels. *PLoS ONE*, 15(6), 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234699>
- Gómez Ramos, J. L., Palazón Fernández, J. L., Lirio Castro, J., y Gómez-Barreto, I. M. (2020). CLIL: graphic organisers and concept maps for noun identification within bilingual

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

- primary education natural science subject textbooks. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/13670050.2020.1842323>
- Hutton, B., Catalá-López, F., y Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica*, 147(6), 262-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025>
- Martín del Pozo, M. A., y Herrero de la Calle, M. (2018). Formative Language Assessment for Bilingual Science Teachers: A Case Study. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(2), 279-296. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000200279>
- McMillan, J. H., y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: una introducción conceptual*. Madrid: Pearson.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *La enseñanza de las lenguas extranjeras en el sistema educativo español. Curso Escolar 2012/13. Colección Eurydice España-Redie*. https://sede.educacion.gob.es/publivena/descarga.action?f_codigo_agc=17016
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D.G.; PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7): e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Morilla-García, C., y García-Jurado, B. (2019). Motivational Effects of Technological Resources in Bilingual Education Settings. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 9(1), 88–116. <https://doi.org/10.17583/remie.2019.3800>
- Musso Buendía, C. J. (2021). *Propuesta metodológica para docentes de Educación Primaria en centros bilingües andaluces [Tesis doctoral]*. Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/70702>
- Perestelo-Pérez, L. (2013). Standards on how to develop and report systematic reviews in Psychology and Health. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(1), 49-57. [https://doi.org/10.1016/S1697-2600\(13\)70007-3](https://doi.org/10.1016/S1697-2600(13)70007-3)
- Pérez Cañado, M. L. (2018). The effects of CLIL on L1 and content learning: Updated empirical evidence from monolingual contexts. *Learning and Instruction*, 57, 18-33. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.002>
- Pérez Jurado, S., y Martínez-Aznar, M. (2020). El proceso de implantación del bilingüismo en Science en un centro concertado de Primaria y Secundaria. *Revista Complutense de Educación*, 31(1), 13-24. <https://doi.org/10.5209/iced.61723>
- Ramírez Orduña, M. S., Sánchez Herrera, S., Cubero Juárez, J., y Borrachero Cortés, A. B. (2020a). Estudio comparativo de la actitud del alumnado no bilingüe y bilingüe hacia las ciencias y el idioma inglés: Comparative study of the attitude of non-bilingual and bilingual students towards science and the english language. *ENSAYOS. Revista De La Facultad De Educación De Albacete*, 35(1), 79-92. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v35i1.2225>
- Ramírez Orduña, M. S., Sánchez Herrera, S., Cubero Juárez, J., y Borrachero Cortés, A. B. (2020b). Emociones y rendimiento académico en el aprendizaje bilingüe de las ciencias de la naturaleza. *PUBLICACIONES*, 50(3), 125-162. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v50i3.13660>
- Sotoca Sienes, E. (2014). La repercusión del bilingüismo en el rendimiento académico en alumnos de colegios públicos de la Comunidad de Madrid. *Revista Complutense de Educación*, 25(2), 481-500. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2014.v25.n2.41732

La importancia de la alfabetización informativa en la enseñanza de las Ciencias

Mercedes Varela-Losada¹, María A. Lorenzo-Rial², Nuria Castiñeira-Rodríguez³, Uxío Pérez Rodríguez⁴ y Pedro Vega-Marcote⁵

¹⁻⁴ Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte, Campus da Xunqueira, Pontevedra, Universidade de Vigo. ⁵ Facultade de Ciencias da Educación, Campus da Elviña, s/n, A Coruña, Universidade de A Coruña

¹mercedesvarela@uvigo.es; ²marialorenzo@uvigo.es; ³nuriacastineira@uvigo.es; ⁴uxio.perez@uvigo.es; ⁵pedro@udc.es

RESUMEN: La enseñanza de las Ciencias actual requiere de propuestas educativas que favorezcan alfabetización informativa. Se presenta una experiencia que fomenta esta competencia para formación inicial del profesorado, especialmente basada en comprensión lectora y pensamiento crítico en torno a la gestión de residuos. Los resultados muestran cómo es necesario seguir diseñando e implementando propuestas que favorezcan estas capacidades entre el profesorado y promuevan su interés sobre ellas.

PALABRAS CLAVE: alfabetización informativa, pensamiento crítico, cuestiones sociocientíficas, gestión de residuos

ABSTRACT: Current science teaching requires educational proposals that favor information literacy. We present an experience that promotes this competence for initial teacher training, especially based on reading comprehension and critical thinking about waste management. The results show how it is necessary to continue designing proposals that favor these skills among teachers and promote their interest in them.

KEYWORDS: information literacy, critical thinking, socio-scientific issues, waste management

INTRODUCCIÓN

La escuela del S. XXI debe adaptarse a los importantes y rápidos cambios que está sufriendo el planeta, de forma que sea capaz de formar a una ciudadanía capaz de afrontar los retos socioambientales presentes y futuros. La pandemia del COVID o el Cambio Climático son dos síntomas de un modelo de desarrollo agotado y perjudicial para la vida de las personas y del planeta. Son necesarios nuevas formas de vivir, consumir y producir que favorezcan la transición hacia comunidades más sostenibles y justas socialmente.

En esta necesaria transformación la educación es una pieza clave, tal y como señala el ODS4 de la Agenda 2030. Para abordar los temas relacionados con la sostenibilidad descritos en esta agenda, las personas deben convertirse en agentes de cambio, con conocimientos, habilidades, valores y actitudes que los empoderen (UNESCO, 2017). Como destaca esta organización es necesario desarrollar competencias que faciliten la reflexión sobre las propias acciones, tomando en cuenta sus efectos sociales, culturales, económicos y ambientales actuales y futuros desde una perspectiva local y mundial; para actuar en situaciones complejas de una manera sostenible y para participar en los procesos sociopolíticos a fin de impulsar a sus sociedades hacia un desarrollo sostenible. Por tanto,

la integración de una Educación transformadora en la escuela requiere de profesorado implicado con el objetivo de la acción, que use métodos pedagógicos, alejados de los modelos transmisivos, con una visión globalizada y situado en un paradigma crítico, tal como se propone actualmente desde la enseñanza de las ciencias (Sauve, 2005) Y en esta época, caracterizada por el uso de tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y la explosión de información científica, técnica y cultural, un eje fundamental del proceso de enseñanza y aprendizaje debe estar enfocado hacia la comprensión y utilización de esta información, los modos en que se debe localizar, seleccionar, procesar crítica y creativamente, así como la forma en que se debe presentar de modo comprensible (Ferreiro, 2012). Así, la didáctica de las Ciencias actual precisa de modelos educativos que favorezcan la formación de una ciudadanía informada y crítica, capaz de aplicar sus conocimientos en situaciones complejas. Sin embargo, en las clases de Ciencias el proceso de enseñanza y aprendizaje aún gira habitualmente en torno al libro de texto, sin tener en cuenta las importantes debilidades que remarcan los estudios entorno al uso de este manual en el aula: presencia de inexactitudes o errores conceptuales, inclusión de gran cantidad de terminología científica específica con deficientes explicaciones de las ideas clave, descripción de fenómenos o modelos que se presentan de manera descontextualizada y que incluyen pocas argumentaciones dificultando el establecimiento de relación entre la realidad y el modelo (Occelli & Valeiras, 2013). Destacando, estas autoras, que el libro de texto no puede ser la única fuente de información en el aula. Debemos promover modelos educativos que favorezcan la alfabetización informacional desde el desarrollo de destrezas relacionadas con la búsqueda de información, su tratamiento y la construcción de conocimiento personal de forma participativa (Blasco Olivares & Durban Roca, 2012).

Una tendencia importante en la enseñanza de las Ciencias, que está en línea con este enfoque, son las propuestas que parten desde un aprendizaje situado. Habitualmente se utilizan cuestiones sociocientíficas, dilemas con implicaciones sociales de carácter complejo y abierto, cuya resolución implica el manejo de distintas informaciones que es necesario contrastar y evaluar desde una perspectiva científica. En estos procesos es fundamental la comprensión lectora de textos vinculados con la Ciencia, que buscan establecer relaciones entre las ideas que se expresan en ese texto y los conocimientos previos. Su lectura, como señala Cassany (2012), debe ser crítica, precisando de análisis y contraste de la información, de la evaluación de las intenciones de los autores y de un intercambio entre varios lectores que favorezca interpretaciones compartidas, más plurales, matizadas y críticas, acercándose a un conocimiento más amplio y real. Se debe favorecer la construcción de un conocimiento basado en la comunicación y que parta de perspectivas globales y consideraciones éticas, buscando su transferencia en las decisiones de la vida cotidiana. Así, las experiencias para fomentar la adquisición de alfabetización informacional deben implicar análisis, diálogo y producción del alumnado, en lugar de un proceso cuyo resultado e interpretación es dirigido por los docentes (Wilson, 2012). En este marco el profesorado es una pieza clave, sin embargo la literatura muestra sus retos y dificultades (Cambrón & Macías, 2015; Oliveras & Sanmartí, 2009) y señala la necesidad de incluir propuestas didácticas que promuevan estos aprendizajes y que les permitan ser conscientes de su importancia para la enseñanza de las Ciencias.

PROPUESTA DIDÁCTICA

En este contexto se llevó a cabo una experiencia para promover la alfabetización informacional y el pensamiento crítico con 40 estudiantes de la materia de “Educación ambiental para el desarrollo” del grado de Educación Primaria en el curso 2020/2021.

Tabla 1. Secuencia de actividades llevadas a cabo en la propuesta didáctica

Fiabilidad de fuentes de información	Lectura de tres textos (una noticia, un blog y la información de una web de una institución) con posterior análisis de fiabilidad de las fuentes	Analizar qué criterios se utilizan para verificar la fiabilidad de fuente
Recursos persuasivos	Lectura y análisis de ejemplos donde se utilizan recursos persuasivos	Reconocer los recursos que se utilizan para influir en la opinión
Análisis de dos noticias contrapuestas	Lectura y análisis de dos noticias controvertidas en torno al reciclaje en España Debate sobre la gestión de residuos	Autoanalizar dos visiones contrapuestas en torno a un tema de relevancia socioambiental

La propuesta didáctica constó de tres actividades básicas que aparecen descritas de forma somera en la Tabla 1. La actividad final realizada por el alumnado fue la lectura y análisis de dos noticias contrapuestas en torno a la organización que se ocupa del reciclaje y la gestión de residuos en España. Para su realización se utilizó un cuestionario adaptado de Oliveras y Sanmartí (2009), que se puede ver en la Tabla 2. El proceso constó de una etapa inicial de trabajo individual para después llevar cabo un debate con grupos de más o menos 20 personas intercambiando y contrastando la información recogida y poniendo en cuestión las ideas contrapuestas de ambos artículos

Tabla 2. Cuestiones tratadas en torno a dos noticias de prensa

<i>Cuestiones</i>	
IDEAS	<i>¿Qué dice el texto? ¿Qué problema se expone en el texto? ¿Cuál es la idea principal? ¿A quién puede interesar su lectura?</i>
AUTOR	<i>¿Quién ha escrito este documento? ¿Con qué finalidad? ¿Es una persona experta?</i>
EVALUACIÓN	<i>¿Qué ideas nuevas me aporta el texto que no sabía? ¿Qué datos, hechos o evidencias aporta el autor para apoyar la idea principal? ¿Qué informaciones necesito saber para entenderlo? ¿Qué valoración hago de las ideas del texto?</i>
CONCLUSIONES	<i>¿Qué conclusiones se extraen del texto? ¿Estás de acuerdo con sus ideas principales? ¿Por qué?</i>

A lo largo de la propuesta se tomaron y analizaron datos de diferente índole: ideas previas en una exploración inicial, respuestas a un cuestionario, producciones del alumnado y comunicaciones a través del chat del aula.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran cómo en la primera lectura de los textos, donde la mitad del alumnado leyó una noticia y la otra mitad la contraria, casi el 90% de los estudiantes estuvo de acuerdo con la información leída. Tan sólo cuatro personas expresaron sus dudas. Una de ellas expresó su desconfianza en relación con la ideología del periódico y los otros tres precisaron la necesidad de buscar más datos para poder confirmar la información aportada. Como en estudios anteriores la mayoría aceptaron las afirmaciones del texto e implícitamente confiaron en los autores, cuestionando poco su autoridad (Oliveras & Sanmartí, 2009).

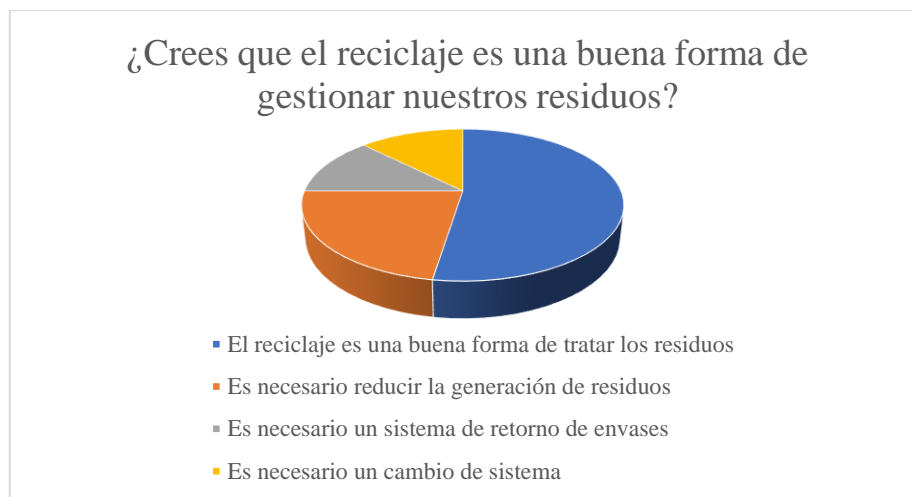


Figura 1. Respuestas del alumnado sobre la gestión de residuos tras la puesta en común.

Cuando se les preguntó por la fiabilidad de la información la mayor parte del alumnado mostró el progreso realizado en relación con el análisis de la confiabilidad de las fuentes. Así la gran mayoría fue consciente de los recursos que utilizan las personas que escriben para dar credibilidad: utilización de estadísticas, uso de legislación, inclusión de la opinión de personas expertas, contraste de datos, ... Aunque también es destacable el nivel de desinformación que parecen mostrar los estudiantes encuestados en ciertos aspectos: el 40% de las personas dice no conocer la ideología del periódico que está leyendo y el 37,5% parece desconocer a la principal organización de gestión de residuos de la que hablan las noticias. Es preocupante, asimismo, como una parte importante de la clase (25%) afirmó no tener una opinión formada anteriormente ni conocer los procesos en los que se recicla su basura, lo cual parece mostrar desinterés al respecto. Los residuos “desaparecen” una vez dejados en el contenedor. Tras la puesta en común en la clase de las informaciones aportadas por ambas noticias, se le consultó al alumnado si habían cambiado de opinión respecto a la forma en que se gestionan los residuos en España. Una buena parte de los estudiantes siguieron defendiendo el reciclaje como una buena forma de gestión de los residuos (Ver Figura 1), aunque también aparecieron voces reclamando una gestión de los residuos más ambiciosa. Algunas opiniones del alumnado destacaron la necesidad de la reducción de los envases de un solo uso y la búsqueda de nuevas formas de empaquetado reutilizables, mostrando la idea de que avanzar hacia la sostenibilidad implica decrecimiento en nuestras formas de producir y consumir. Algunas voces argumentaron, asimismo, la necesidad de cambios estructurales en el modelo de producción y consumo actual que generen un impacto mayor.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la competencia informacional y el pensamiento crítico son elementos fundamentales de la educación actual y de la enseñanza de las Ciencias. Desde un enfoque transformador, se debe fomentar que el alumnado desarrolle nuevas ideas y enfoques ante dilemas complejos de forma que pongan en cuestión marcos de referencia iniciales, de forma que se pueda avanzar hacia un Desarrollo Sostenible. Los resultados mostrados en este estudio señalan la necesidad de continuar la formación del profesorado en este ámbito para que avance en sus competencias informacionales y mediáticas especialmente en relación con la lectura crítica. Por ello, se debe promover una enseñanza de las Ciencias alejada del paradigma tradicional que fomente el análisis, el cuestionamiento y contraste de las informaciones y la participación del alumnado en la construcción compartida del

conocimiento de la realidad. Ya que nuestra principal finalidad debe ser formar una ciudadanía capaz de enfrentar las situaciones complejas que caracterizan nuestra época actual.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades - Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto ESPIGA («Promoviendo el Desarrollo del Pensamiento Crítico y de las dimensiones de Implicación Cognitiva y Emocional de los desempeños Epistémicos en las Clases de Ciencias en la Era de la Posverdad»), referencia PGC2018-096581-B-C22.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blasco Olivares, A., & Durban Roca, G. (2012). La competencia informacional en la enseñanza obligatoria a partir de la articulación de un modelo específico. *Revista Española de Documentación Científica, Monográfico*, 100-135. <https://doi.org/10.3989/redc.2012.mono.979>
- Cambrón, A. M. i, & Macías, S. B. (2015). Retos y problemáticas de la introducción de la educación mediática en los centros de secundaria. *Revista de educación*, 369, 135-158.
- Occelli, M., & Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: Una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285774>
- Oliveras, B., & Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20, 233-245. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30058-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30058-2)
- UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Wilson, C. (2012). Alfabetización mediática e informacional: Proyecciones didácticas. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 20(39), 15-24. <https://doi.org/10.3916/C39-2012-02-01>

La Nueva Cultura del Agua en la Ciudadanía Melillense

María Rodríguez-Serrano¹, Alicia Benarroch Benarroch², Alejandra Ramírez Segado³.

¹Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. mariarodriguez@ugr.es

²Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. aliciabb@ugr.es

³Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. alermzsgd@ugr.es

RESUMEN: El agua es esencial para la vida humana y para el conjunto de la vida en la Tierra. Sin embargo, la visión antropocéntrica dominante en la gestión tradicional de los recursos hídricos ha provocado que en la actualidad nos enfrentemos a una crisis hídrica sin precedentes. Es necesario que se produzca un cambio hacia una gestión sostenible del agua, donde la ciudadanía debe tener un papel importante. Para que la sociedad pueda influir en las políticas de gestión del agua ha de estar científicamente alfabetizada y así poder tomar decisiones fundamentadas sobre las cuestiones relacionadas con el agua. En este trabajo se ha analizado si la ciudadanía de Melilla tiene concepciones más o menos cercanas a la Nueva Cultura del Agua a través de un cuestionario que recoge información sobre el conocimiento acerca de la gestión, consumo y ahorro de agua. Los resultados muestran que los melillenses tienen amplios conocimientos respecto al agua, pero que están más cercanos a la vieja cultura del agua, lo cual pone de manifiesto la necesidad de intervenir desde la escuela para hacer una ciencia ciudadana más alineada con la Nueva Cultura del Agua.

PALABRAS CLAVE: Ciudadanía, Cultura del agua, Nueva Cultura del Agua, Sostenibilidad.

ABSTRACT: Water is essential for human life and for all life on Earth. However, the dominant anthropocentric view in the traditional management of water resources has meant that we are currently facing an unprecedented water crisis. A shift towards sustainable water management is needed, where citizens must play an important role. In order for society to be able to influence water management policies, it must be scientifically literate and thus be able to make informed decisions on water-related issues. This study has analysed whether the citizens of Melilla have conceptions more or less close to the New Water Culture by means of a questionnaire that collects information on knowledge about water management, consumption and saving. The results show that Melilla's citizens have extensive knowledge about water, but that they are closer to the old water culture, which highlights the need to intervene from school to make citizen science more aligned with the New Water Culture.

KEYWORDS: Citizenship, Water Culture, New Water Culture, Sustainability

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la relación entre el medioambiente y el comportamiento humano se entiende desde una visión antropocéntrica, lo cual supone una gran amenaza para los ecosistemas, siendo este uno de los principales problemas ambientales a los que se enfrenta nuestro planeta (Cifuentes-Ávila et al, 2018). El agua está presente en todos los aspectos de la vida, sosteniendo la vida humana, animal y vegetal, y es un componente esencial de las economías de todos los países.

El actual crecimiento demográfico, la mejora de la calidad de vida de los países y el cambio en los hábitos de consumo, están ocasionando una fuerte presión sobre los recursos hídricos y los ecosistemas (Arrojo, 2008), situación agravada por la contaminación y el cambio climático (Pérez, 2015). De hecho, según último Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (UN Water, 2021), el uso de agua dulce se ha multiplicado por seis en los últimos 100 años y continúa creciendo a un ritmo anual de casi un 1% desde los años 80 (FAO, s.f), y si no se cambia esta situación el mundo registrará un 40% de déficit hídrico en 2030 (WRG, 2009). El cambio necesario es responsabilidad de todos, los estados, el sector primario, los bancos de desarrollo y la sociedad civil, que deben participar en los esfuerzos globales y locales para mejorar las condiciones de vida de millones de personas a través de la gestión sostenible del agua (UN Water, 2016)

Los humanos hemos asumido que el agua está ahí para que cualquiera la utilice en cualquier momento y en cantidades ilimitadas y como señalan Postel y Richter (2003), a menos que la ciudadanía apueste por políticas y leyes que promuevan el uso sostenible del agua, nos enfrentamos a cambios más drásticos en los que el estrés hídrico se convertirá en escasez de agua (Johnston, 2012). Para que la ciudadanía pueda influir en las políticas de gestión del agua, ha de estar científicamente alfabetizada, lo cual le va a permitir tener una visión crítica y tomar decisiones fundamentadas sobre las cuestiones relacionadas con el agua.

En este trabajo, presentamos los resultados obtenidos en una indagación realizada en Melilla, ciudad que está sometida a grandes problemas de abastecimiento y calidad del agua y con un consumo de este recurso muy superior a la media nacional. Tratamos de conocer si la ciudadanía tiene concepciones más o menos cercanas a la Nueva Cultura del Agua (NCA), lo cual nos dará información del grado de alfabetización científica de los ciudadanos y la necesidad de intervenir en las escuelas para lograr alcanzarla.

MARCO TEÓRICO

El agua es uno de los recursos naturales esenciales para la supervivencia del ser humano. Es el motor del mundo que ha permitido el desarrollo económico, social, político y humano a lo largo de la historia. Sin embargo, los problemas asociados al agua siguen siendo uno de los más graves del mundo (PNUD 2015). En estos momentos, ocupan el objetivo seis de desarrollo sostenible, del total de 17 objetivos que conforman el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, cuyas motivaciones son entre otras, la escasez de agua y el estrés hídrico que están sufriendo cada vez más países (PNUD, 2020).

A lo largo de la historia, ha predominado el manejo del agua desde una perspectiva estrecha, centrada en el progreso económico, obviando las consecuencias sociales y ambientales, lo cual ha implicado el desarrollo de políticas de gestión basadas en estrategias de “oferta”, encaminadas a suplir la demanda creciente de agua mediante el incremento de la cantidad disponible para su uso y consumo (Arrojo, 2008).

Por tanto, es necesario un cambio en cómo se define, maneja y valora el agua, integrando la participación ciudadana como una herramienta importante para la gestión sostenible de los recursos hídricos. La participación ciudadana es un proceso que fortalece la gobernabilidad democrática. Se trata del derecho y la obligación de la ciudadanía a atender aspectos públicos, que permite construir una cultura en la que los proyectos que se lleven a cabo estén orientados hacia una visión integrada que contemple factores políticos, económicos y ambientales (Pérez-Vera y Ortiz-Torres, 2013).

Para el marco teórico de esta investigación, se realizó una propuesta fundamentada en la Directiva Marco del Agua, en la que se diferenciaron siete contextos teóricos, que se agruparon en cuatro bloques de contenidos, tal y como se muestra en la Tabla 1. Los nombres de los bloques fueron: 1. Protección del recurso hídrico; 2. Dimensiones del agua; 3. Gestión del agua; 4. Acciones personales asociadas al agua (Benarroch, et al., 2021)

Tabla 1. Contextos y bloques que diferencian entre la vieja y la NCA.

Contexto	Contenido	Bloque	Título del Bloque
1	Desequilibrio hídrico vs equilibrio natural	1	Protección del recurso hídrico
2	Factor productivo vs activo eco-social	2	Dimensiones del agua
3	Gobernabilidad del agua vs gobernanza del agua	2	Dimensiones del agua
4	Gestión de la oferta vs gestión de la demanda	3	Gestión del agua
5	Coste-beneficio vs coste-efectividad	3	Gestión del agua
6	Agua como derecho humano vs deber humano	4	Acciones personales asociadas al agua
7	Consumismo vs consumerismo	4	Acciones personales asociadas al agua

METODOLOGÍA

Instrumento

Para recabar información acerca de los conocimientos sobre la NCA que la ciudadanía de Melilla tiene acerca de la gestión, consumo y ahorro de agua, se eligió el cuestionario como instrumento de recogida de datos. Concretamente, se ha utilizado el cuestionario sobre la NCA elaborado y validado por el departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. La validación del cuestionario se hizo a través de juicio de expertos, entre los que se contó con miembros de la Fundación de la NCA (Benarroch et al., 2021). El cuestionario está formado por 27 ítems, algunos de ellos con varias opciones de respuesta, lo que supone un total de 71 afirmaciones de tipo *Likert* con valores comprendidos entre 1 y 4. Los ítems fueron clasificados según los bloques establecidos en el marco teórico según se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Ítems y Bloques que forman el cuestionario sobre la NCA.

Bloque	Ítems
Bloque 1: Protección del recurso hídrico	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Bloque 2: Dimensiones del agua	10, 11, 12, 13, 14
Bloque 3: Gestión del agua	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
Bloque 4: Acciones personales asociadas al agua	22, 23, 24, 25, 26, 27

Procedimiento

La administración del cuestionario se realizó tanto de forma presencial como en formato online utilizando la herramienta de *Google Form* (el cuestionario está disponible en <https://forms.gle/YfNrfmFGMQ9cdFD97>). Los análisis se realizaron utilizando el software de análisis estadístico IBM SPSS 26.

Participantes

La muestra utilizada está formada por 500 ciudadanos melillenses, 221 hombres y 279 mujeres. El rango de edad está comprendido entre los 18 y los 87 años, estando mayoritariamente distribuida entre los 20-50 años y siendo inferior en el grupo de ciudadanos menor de veinte años y mayor de sesenta. En cuanto al nivel de formación, la

mayoría de los ciudadanos encuestados tienen una formación post bachillerato, siendo más abundante el grupo que realizó estudios superiores (48%). Por último, la mayor parte de la población encuestada se identifica con la cultura europea (56%), sin embargo, hay un porcentaje bastante considerable que lo hace con la cultura bereber (34,4%), así como una representación aceptable de otras culturas, como la hebrea, gitana e hindú, teniendo en cuenta el reducido número de personas de estas culturas que viven en la ciudad.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra que los valores medios de los resultados por bloques de ítems son cercanos a tres. De hecho, el resultado más llamativo obtenido de la indagación experimental es que los ciudadanos participantes en este estudio tienen amplios conocimientos acertados respecto al agua. Del total de 71 afirmaciones del cuestionario, 42 de ellas son respondidas con un grado de acierto entre el 30-60%, 14 afirmaciones con un grado de acierto superior al 30% y quince afirmaciones son respondidas con un grado de acierto menor al 30%.

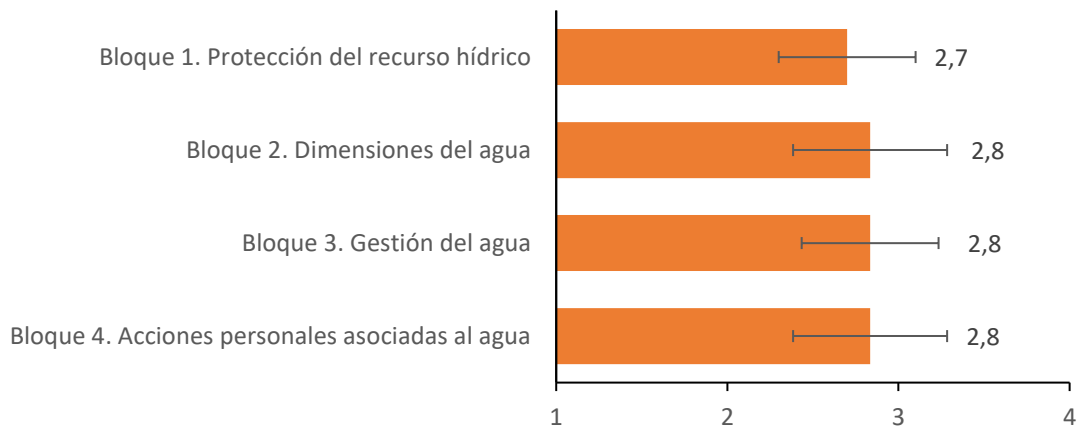


Figura 1. Valores medios obtenidos para cada bloque de contenidos en el cuestionario

No obstante, hay 12 cuestiones, que son precisamente las que mejor discriminan entre la vieja y la NCA, para las que los resultados están muy alineados en la vieja cultura del agua (porcentaje de respuesta por debajo del 35%). El enunciado de estos ítems que nos indican cuáles son las dificultades más extendidas que presenta la ciudadanía melillense respecto a la NCA, son los siguientes:

- *El agua dulce que hay en la Tierra es insuficiente (ítem 1)*
- *La escasez de agua es debida al desequilibrio hídrico (ítem 2)*
- *El agua dulce no es escasa. Es suficiente para los habitantes de la Tierra (ítem 3)*
- *Hay zonas desertificadas que requieren el trasvase de las zonas más ricas de agua (ítem 6i)*
- *Los principales problemas que afectan al agua en España son: Escasez (ítem 8ai)*
- *Los principales problemas que afectan al agua en Melilla son: Escasez (ítem 9ai)*
- *Si fueras un responsable de la gestión del agua en España, apostarías por: Más embalses de agua, para asegurar el suministro (ítem 15ai)*
- *Si fueras un responsable de la gestión del agua en España, apostarías por: Traslases de agua, para asegurar el suministro (ítem 15bi)*
- *Si fueras un responsable de la gestión del agua en Melilla, apostarías por: Construir otra desalinizadora (ítem 16ai)*
- *En los hogares, podríamos ahorrar agua...: Consumiendo menos carne (ítem 25f)*

- *En nuestro entorno urbano, podríamos ahorrar agua...: Aumentando la fabricación de productos de necesidad en lugar de importarlos* (ítem 26di)
- *Las siguientes acciones afectan a la disponibilidad de agua: Cambiar frecuentemente de móvil, Tablet, ordenador...* (ítem 27b).

Los ítems anteriores nos indican que las mayores dificultades de la ciudadanía melillense con la cultura del agua son:

- El trasvase de agua de las zonas más ricas a las más desertificadas y la construcción de obras hidráulicas para obtener más agua, aunque perjudiquen al medioambiente, está justificado.
- Nuestros hábitos consumistas y alimentarios no afectan a la disponibilidad de agua.
- El gasto de agua en Melilla no es muy superior al de la media nacional.

Por otro lado, para comprobar si existen diferencias en las respuestas proporcionadas por los participantes según sus características sociodemográficas como el sexo, edad, nivel de formación, profesión y cultura, se ha llevado a cabo la prueba no paramétrica *Kruskal-Wallis*. Los resultados obtenidos muestran que el perfil del ciudadano melillense que presenta una mayor cultura global del agua es el siguiente: mujeres con estudios superiores que tienen una edad inferior a 20 años, que se están formando como profesionales científicos e intelectuales, y se identifican con la cultura europea.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como principales conclusiones de este estudio podemos afirmar que:

- La ciudadanía melillense carece de la adecuada formación con respecto al agua, ya que considera que es escasa porque está mal repartida y que, por tanto, es necesario incrementar la cantidad de agua disponible mediante trasvases, desalinizadoras, embalses, etc.
- El ciudadano melillense no es plenamente consciente del impacto que sobre el medioambiente tienen los trasvases de agua, presas y embalses. En cambio, respecto a la desalinizadora, debido al eco que en los medios han tenido la construcción y posteriores ampliaciones, consideran que es perjudicial para el medio ambiente, pero justifican su implementación por la necesidad de aumentar la oferta de agua.
- La ciudadanía desconoce el impacto que los hábitos alimenticios y el consumismo tienen sobre la disponibilidad de agua.
- Que el perfil del ciudadano que presenta una mayor cultura del agua, sean jóvenes que se están formando como profesionales científicos e intelectuales, pone de manifiesto la importancia de la formación para alcanzar la NCA.

El desconocimiento de los ciudadanos en cuestiones relacionadas con el agua, junto con la manera de actuar, dificulta el cambio hacia una acción responsable y sostenible. Por ello, es más necesario que nunca, cambiar la forma en la que las personas entienden y se relacionan con el agua, pues de ello depende nuestro presente y futuro y pone de manifiesto la necesidad de intervenir en las escuelas para que se genere el cambio tan ansiado hacia la NCA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrojo, P. (2008). La Nueva Cultura del Agua del siglo XXI. En *Caja Azul de la Tribuna del Agua*, Expo Zaragoza 2008 (pp.1-46). Zaragoza, España. https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/palabras/Arrojo_ES.pdf
- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M. y Ramírez-Segado, A. (2021). The new water culture versus the traditional. Design and validation of a questionnaire to discriminate between both. *Sustainability*, 13 (4), 2174. <https://doi.org/10.3390/su13042174>
- Cifuentes-Ávila, F., Díaz-Fuentes, R. y Osses-Bustingorry, S. (2018). Ecología del comportamiento humano: las contradicciones tras el mensaje de crisis ambiental. *Acta bioethica*, 24(2), 161-165. <https://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2018000200161>
- FAO. (s.f.). AQUASTAT - FAO's Global Information System on Water and Agriculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/aquastat/en/>
- Johnston, B. (2012). Water, Culture, Power: Hydrodevelopment Dynamics. En B. Johnston, L. Hiwasaki, I. Klaver, A. Ramos y V. Strang (Eds). *Water, Cultural Diversity, and Global Environmental Change* (pp. 295-318). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1774-9_22
- Pérez, R. (2015). La Nueva Cultura del Agua, el camino hacia una gestión sostenible: causas e impactos de la crisis global del agua. *Cuadernos de trabajo Hegoa*, 68.
- Pérez-Vera, A.J. y Ortíz-Torres, B. (2013). Participación ciudadana en la transformación del manejo del agua en Puerto Rico. *Revista Puertorriqueña de Psicología*, 24, 01-17.
- PNUD. (2015). Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2015. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/mdg/the-millennium-development-goals-report-2015/>
- PNUD. (2020). Objetivos de desarrollo sostenible. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Postel, S. y Richter, B.D. (2003). *Rivers for life: Managing water for people and nature*. Island Press.
- UN Water (2016). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos hídricos. Agua y Empleo. *United Nations*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244103>
- UN Water (2021). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos hídricos. El valor del agua. *United Nations*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_spa
- WRG (2009). Charting our water future. Economic frameworks to inform decision-makers. The 2030 *Water Resources Group*. <https://www.2030wrg.org/charting-our-water-future-economic-frameworks-inform-decision-making/>

La problemática de las especies invasoras desde el ámbito educativo

Ana Ruiz-Navarro¹, Francisco Díaz Tárraga², Patricia Esteve Guirao³

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. anaruiz@um.es

²Universidad de Murcia. francisco.diazt@um.es

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. p.esteve@um.es

RESUMEN: Las especies exóticas invasoras son una causa prioritaria de pérdida de biodiversidad global. Este trabajo analiza las percepciones sobre esta problemática de alumnado de Primaria y Secundaria de un municipio murciano, así como las de sus docentes sobre su enseñanza. El instrumento de recogida de información constó de dos cuestionarios, contextualizados en el caso de la presencia de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en su municipio. Los resultados muestran diferencias en las percepciones del alumnado entre niveles educativos. En Primaria predomina una visión social de la problemática, mientras que en Secundaria destacan los impactos ecológicos. Además, se observa una reticencia generalizada a la eliminación de la especie del medio. Los docentes, al margen de su grado de experiencia, comparten el interés por plantear esta problemática en las aulas, preferentemente con intervenciones puntuales orientadas a la transmisión de información. Esto podría condicionar que se promuevan responsabilidades del alumnado ante la problemática.

PALABRAS CLAVE: especies invasoras, percepción alumnado, percepción profesorado, Primaria, Secundaria.

ABSTRACT: Invasive alien species (IAS) are one of the main drivers of global biodiversity loss. The present study aims at performing a diagnostic analysis of the perceptions of Primary and Secondary students in a town of Murcia Region about IAS issue, as well as teacher's perception about addressing this issue at schools. The instrument for data sampling consisted of two questionnaires, contextualised in the case of the presence of monk parakeet (*Myiopsitta monachus*) in town. Results show differences in student's perceptions among levels of education. Among Primary students, a social view of the issue is predominant, while Secondary students highlight ecological impacts. Reticence to parakeet removal from the environment is widespread. Teachers, independently from their experience level, agree on their interest for addressing IAS issue at school, mainly with occasional interventions focused on information transmission. This could hinder the promotion of responsibilities on students regarding IAS issue.

KEYWORDS: invasive species, students' perceptions, teachers' perceptions, Primary school, Secondary school.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el ser humano, de forma intencionada o accidental, ha sido responsable del transporte e introducción de numerosas especies en el medio natural de territorios en los que no habitaban. Son las denominadas especies exóticas, que se desarrollan fuera de su área de distribución natural, llegando a considerarse especies exóticas invasoras (EEI) cuando consiguen naturalizarse y desarrollar poblaciones

autosostenibles, suponiendo una amenaza para la biodiversidad nativa (Williamson y Fitter, 1996). Generan así impactos ecológicos, pero también económicos y en el bienestar humano (Pejchar y Mooney, 2009). De hecho, las invasiones biológicas son actualmente consideradas una de las principales causas del cambio global (Pyšek et al., 2020).

Sin embargo, el conocimiento y la preocupación de la ciudadanía acerca de esta problemática no parecen suficientes en relación a su magnitud, lo que puede limitar el éxito de las políticas de gestión que pretenden prevenir y mitigar sus impactos (Larson et al., 2011). Es el caso de la adquisición de especies exóticas como mascotas, que ya supone una de sus principales vías de entrada a nuevos sistemas naturales, debido a sueltas incontroladas por parte de sus dueños (Maceda-Veiga et al., 2019). Por tanto, la educación acerca de la gravedad de las invasiones biológicas adquiere un papel fundamental para implicar a la ciudadanía ante esta problemática (Ladrera et al., 2020).

A este respecto, los docentes juegan un papel fundamental en la planificación de acciones formativas que superen la educación *sobre* el medio, para lograr una educación *para* el medio (López Rodríguez y Jiménez Aleixandre, 2001). En concreto, ante la problemática relacionada con las EEI, las estrategias deben orientarse a promover responsabilidades sobre su tenencia como mascotas, contribuir a limitar su comercialización y participar activamente en la restauración de ecosistemas alterados. En el diseño de dichas acciones, es importante reconocer cuáles son las ideas del alumnado acerca de las EEI, pues interfieren en la comprensión de sus causas y consecuencias y, por tanto, en la identificación de soluciones adecuadas. Sin embargo, frente a otras problemáticas como los residuos o la contaminación, son muy escasos los estudios que recogen las ideas de alumnado y profesorado sobre las EEI. Es de destacar el trabajo de Muñoz (2016), que estudió las percepciones del alumnado acerca del problema de la presencia de cotorras argentinas (*Myiopsitta monachus*) en la ciudad de Málaga.

En la misma línea, el presente trabajo pretende analizar, por un lado, la percepción que tiene el alumnado de Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato sobre la problemática de las invasiones biológicas y, por otro, cómo los docentes plantearían esta problemática en sus aulas.

METODOLOGÍA

En este estudio participaron 230 estudiantes, desde 5º de Primaria hasta 2º Bachillerato, de dos centros educativos de un municipio de la Región de Murcia. Junto a 25 de sus docentes, con distintos años de experiencia (Tabla 1).

Tabla 1. Participantes del estudio.

ALUMNADO		PROFESORADO	
Nivel educativo	Número de participantes	Grado de experiencia	Número de participantes
5º Primaria	49 (21,3%)	Docente novel (1-5 años)	7 (28,0%)
6º Primaria	66 (28,7%)	Docente con experiencia media (6-10 años)	6 (24,0%)
1º ESO	17 (7,4%)	Docente experimentado (11-20 años)	9 (36,0%)
2º ESO	18 (7,8%)	Docente muy experimentado (21 años o más)	3 (12,0%)
3º ESO	21 (9,1%)		
4º ESO	14 (6,1%)		
1º Bachiller	19 (8,3%)		
2º Bachiller	26 (11,3%)		

El instrumento de recogida de información constó de dos cuestionarios, uno dirigido al alumnado y otro a los docentes, debido a su argumentada utilidad para analizar las percepciones sociales (Hopkins, 1989; Dunn et al., 2018). De acuerdo con Francis et al. (1993), ambos fueron contextualizados en un problema local, derivado de la presencia de cotorra argentina en su municipio. Su selección responde a que se trata de una EEI (Real Decreto 630/2013) frecuentemente utilizada como mascota y fácilmente observable por el alumnado en entornos cotidianos. Al incluirse en el catálogo español de EEI (RD 630/2013), existe una prohibición genérica de su comercio, posesión e introducción en el medio natural, entre otras acciones, en todo el territorio nacional.

El cuestionario para evaluar las percepciones del alumnado, tras un estudio piloto, quedó formado por 12 preguntas referidas al reconocimiento del problema, sus causas, consecuencias y las posibles soluciones al caso local de las cotorras y de las EEI en su conjunto. Se combinaron cuestiones de opción única, cuestiones de opción múltiple, cuestiones cerradas de ordenación y cuestiones abiertas. El cuestionario para evaluar las percepciones del profesorado incluía 5 cuestiones respecto a la enseñanza sobre la problemática (interés didáctico, planteamientos educativos y eficacia), el reconocimiento del problema local de las cotorras y sus soluciones. Se combinaron cuestiones cerradas de opción única y de escala Likert de 4 puntos, junto a una cuestión abierta.

Se aplicaron estadísticos descriptivos e inferenciales, mediante la prueba de la Chi-cuadrado de Pearson, en función de los distintos niveles e itinerarios educativos (Remmele y Lindemann-Matthies, 2020). Para ello, el alumnado se clasificó en tres tramos educativos: 1) Primaria (P); 2) primer tramo de Secundaria (S1), formado por 1º, 2º, y 3º de la ESO, donde las asignaturas de ciencias son obligatorias, y 3) segundo tramo de Secundaria (S2), formado por 4º de la ESO, 1º y 2º de Bachillerato, donde el alumnado elige el itinerario de estudios. Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó un análisis *post-hoc*, mediante pruebas de la Chi-cuadrado de Pearson comparando los grupos dos a dos. Además, el alumnado del último tramo se clasificó en dos grupos según su itinerario de estudios: 1) itinerario de ciencias (IC), y 2) otros itinerarios (OI). Estos análisis estadísticos fueron realizados utilizando el entorno de programación R y se consideró un nivel de significación de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Percepciones del alumnado acerca de la problemática

En referencia al concepto de EEI, casi en un porcentaje similar, el alumnado no lo conocía (31,3%), consideró que tenía cierta idea (39,1%) o afirmó conocerlo y ser capaz de aportar algún ejemplo (29,6%). Considerando el nivel educativo, se detectó que la comprensión del concepto mejora significativamente conforme se progresa en la formación (P: 19,1%, S1: 25,0%, S2: 54,2%; $\chi^2(6)=29,00$, $p < 0,01$). No obstante, al comparar respuestas según el itinerario en el segundo tramo de Secundaria, no se observaron diferencias ($\chi^2(3)=5,81$, $p=0,121$). Entre aquellos que afirmaban conocer el concepto, observamos que sus definiciones en Primaria fueron menos elaboradas, al centrarse en una característica: el origen de la especie, la expansión en el nuevo territorio o los impactos que produce. Mientras, en Secundaria, en cambio, incluían con frecuencia dos de esas características.

Respecto a las causas de introducción y/o naturalización de la cotorra argentina en el municipio, se observó que la mayoría del alumnado (60,0%) no reconocía el papel del ser humano. Aunque esto mejoró en el segundo tramo de Secundaria ($\chi^2(2)=29,05$, $p < 0,01$). Además, se detectó una relación negativa entre la posesión de la especie como mascota (en la familia o conocidos cercanos) y la identificación de la liberación o escape como

principal vía de su naturalización en el municipio ($\chi^2(1)=9,85$, $p<0,01$). En relación con las consecuencias en el municipio, los problemas de salud o riesgo físico fueron los más mencionados (51,7%) seguidos por los económicos (46,1%) y los ecológicos (40,0%). Mientras, un 23,9% del alumnado sostuvo que esta especie no produce ningún impacto. Al valorar su relevancia, existen diferencias según el tramo educativo ($\chi^2(6)=90,02$, $p<0,01$). Así, mientras en Primaria los más importantes son los relativos a la salud humana, en Secundaria son los ecológicos.

En cuanto a las soluciones, la mayoría del alumnado (64,8%) no se mostró partidario de la eliminación de las cotorras naturalizadas en el municipio, lo cual justificó por razones éticas al considerarlos seres con derecho a la vida. Las alternativas aportadas incluyeron opciones tales como llevar a las cotorras a zonas alejadas del núcleo urbano. Esta reticencia fue disminuyendo al avanzar el tramo educativo (P: 80,9%, S1: 64,3%, S2: 33,9%) y, en paralelo, aumentando la opción de la eliminación ($\chi^2(6)=61,32$, $p<0,01$), con argumentos referidos a su impacto ambiental. No aparecieron diferencias entre itinerarios de estudios ($\chi^2(1)=0,02$, $p=0,90$). Asimismo, se observó que el alumnado que señalaba un mayor conocimiento de las EEI optó por la eliminación de los ejemplares naturalizados en mayor proporción (40,0%) que el resto (12,4%) ($\chi^2(3)=22,98$, $p<0,01$).

Por último, ante cómo evitar la proliferación de las EEI en general, las opciones más frecuentes fueron prohibir su comercialización (51,7%) y multar a quienes posean ilegalmente o liberen a estas especies (48,7%). Sin embargo, se detectaron diferencias en las prioridades entre niveles educativos, de forma que en Primaria y primer tramo de Secundaria fueron preferentes acciones sancionadoras (50,9% y 59,6%, respectivamente), pero en el segundo tramo de Secundaria ganaron importancia soluciones preventivas basadas en la concienciación (P: 13,9%; S1: 6,4%; S2: 37,2%; $\chi^2(10)=34,19$, $p<0,01$).

Percepciones del profesorado acerca de la enseñanza de la problemática

Ante la problemática de la presencia de la cotorra, un tercio del profesorado (32,0%) señaló falta de información al respecto y solo el 12% lo identificó como contenido curricular de sus asignaturas. Si bien, todos reconocieron el interés didáctico de abordarlo en sus aulas, dando prioridad a jornadas extraescolares.

Al profundizar sobre los planteamientos educativos que proponían, un 80% optó por estrategias vinculadas a dotar de información al alumnado, en su mayoría, mediante una charla por personal experto. Únicamente un 20% pondría más énfasis en el conflicto generado, por encima de la transmisión de información, al priorizar estrategias como juego de simulación, donde el alumnado representaría distintos personajes y la información queda supeditada a poder interpretar ese papel y consensuar soluciones. A este respecto, no se observaron diferencias en función de sus años de experiencia ni de su identificación del problema como contenidos curriculares. En cuanto a la efectividad de sus planteamientos, la concienciación del alumnado acerca de los riesgos de las EEI como mascotas fue señalada por el 72% del profesorado, seguida de la concienciación de familiares y amigos (68%) y de la implicación activa del alumnado en la reducción y mitigación de los impactos (68%).

DISCUSIÓN

En coherencia con estudios anteriores, las invasiones biológicas parecen un problema poco conocido por el alumnado, con una cierta mejora conforme incrementan el nivel educativo (Ruiz y Carlton, 2003; Muñoz, 2016). No obstante, en el caso de la cotorra argentina, los datos sugieren que el hecho de que la especie forme parte de la experiencia

de este alumnado como mascota puede dificultar que reconozcan el papel de las personas en su liberación y presencia en el municipio. Esto apunta al interés de ofrecer al alumnado oportunidades específicas durante su formación para discutir sobre esta problemática, a fin de poner en conflicto sus ideas acerca de los riesgos de estas mascotas y sus impactos.

Respecto a estos impactos, los resultados muestran que en Primaria domina una visión social del problema, al centrarse en los riesgos para las personas. Esto se contrapone a Ladrera et al. (2020), que encontró grandes dificultades para identificar efectos socioeconómicos de las EEI entre los escolares. Estas diferencias podrían responder a la cercanía del problema en el municipio, de modo que, en nuestro caso, el alumnado percibe los impactos estableciendo relaciones causales sencillas, reconociendo con mayor facilidad el riesgo de la caída de los nidos o las molestias generadas por el ruido. Mientras, la pérdida de biodiversidad exige establecer relaciones de interdependencia más complejas, que ocurren a una mayor escala espacio-temporal (Esteve et al., 2019). En cualquier caso, ambos estudios denotan la existencia de una visión limitada de la problemática y la dificultad para alcanzar enfoques sistémicos, donde se reconozcan las interdependencias entre los aspectos socioeconómicos y ambientales (Leach et al., 1996).

Al plantear soluciones, el alumnado de Primaria propone trasladar a la especie a zonas no urbanas, una alternativa que encaja con esa visión incompleta y más social de la problemática. Respecto a la aceptación de la reducción de las poblaciones de EEI para su gestión, nuestro estudio sugiere que se ve favorecida por un mayor conocimiento de la problemática y el reconocimiento de impactos ecológicos, en coherencia con Remmele y Lindemann-Matthies (2020), aunque en nuestro caso esto no se relacione con el itinerario de estudios del alumnado. Finalmente, la escasa predisposición del alumnado a participar personalmente en acciones de control de la especie puede responder a que el alumnado perciba que esta responsabilidad es fundamentalmente de las administraciones públicas, al igual que la de resolver otros problemas ambientales, suponiendo esta falta de involucramiento un gran obstáculo para el alcance de soluciones adecuadas (CIS, 2007).

En cuanto al profesorado, observamos que reconocen el interés de abordar la problemática en sus aulas, centrándose sus planteamientos educativos en intervenciones puntuales, incluyendo la organización de una charla con expertos. Aunque los efectos sobre el aprendizaje tendrían que ser evaluados en estudios posteriores, este tipo de actividades, no integradas en la dinámica de aula habitual y basadas en la transmisión de información, pueden presentar una eficacia limitada (Esteve et al., 2019). Sobre todo, para promover responsabilidades en el alumnado ante la problemática e involucrarlo activamente en su resolución. Por tanto, el profesorado podría considerar que está fomentando una educación para la sostenibilidad, cuando en realidad estarían más centrados en la descripción sobre el entorno (López Rodríguez y Jiménez Aleixandre, 2001).

Estudios basados en el diseño e implementación de diversas propuestas educativas junto con entrevistas a estudiantes podría ofrecer información más detallada sobre la evolución de sus aprendizajes y cómo superar sus percepciones iniciales. Con ello, sería posible establecer orientaciones educativas más específicas para abordar la problemática de las EEI, con el objetivo de promover compromisos proambientales en el alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

CIS. (2007). *Ecología y Medio Ambiente (III)*. Centro de Investigaciones Sociológicas. http://www.oei.es/salactsi/ecologymedamb_cisjunio07.pdf

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

- Dunn, M., Marzano, M., Forster, J. y Gill, R. M. A. (2018). Public attitudes towards “pest” management: Perceptions on squirrel management strategies in the UK. *Biological Conservation*, 222, 52-63.
- Esteve, P., Jaén, M. y Baños-González, I. (2019). Changes in the level of relationship between invertebrates and society of pre-service primary school teachers, after an educational intervention. *Journal of Biological Education*, 55(1), 66-81.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A. y Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the «Greenhouse Effect». *Science Education*, 77(4), 375-392.
- Hopkins, D. (1989). *Evaluation for School Development*. Open University Press.
- Ladrera, R., Robredo, B., Ortega-Lasuen, U., Díez, J. R. y Ruiz-González, A. (2020). Unprepared to deal with invasion: Pre-service teachers’ perception, knowledge and attitudes toward invasive species. *Sustainability*, 12, 10543.
- Larson, D. L., Phillips-Mao, L., Quiram, G., Sharpe, L., Stark, R., Sugita, S. y Weiler, A. (2011). A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. *Journal of Environmental Management*, 92, 14-22.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1996). Children’s ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *Internacional Journal of Science Education*, 18(2), 129-141.
- López Rodríguez, R. y Jimenez Aleixandre, M. P. (2001). Qué tipo de educación ambiental concibe y ejecuta el profesorado. ¿Se hace la misma que se piensa? *Adaxe*, 17, 287-309.
- Maceda-Veiga, A., Escribano-Alacid, J., Martínez-Silvestre, A., Verdaguer, I. y Mac Nally, R. (2019). What’s next? The release of exotic pets continues virtually unabated 7 years after enforcement of new legislation for managing invasive species. *Biological Invasions*, 21, 2933-2947.
- Muñoz, A. R. (2016). Análisis de la percepción de un problema ambiental, las invasiones biológicas, en alumnos de primaria y secundaria. En J. L. Bravo Galán (Ed.), *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1013-1022).
- Pejchar, L. y Mooney, H. A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology and Evolution*, 24, 497-504.
- Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., et al. (2020). Scientists’ warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95, 1511-1534.
- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-8565>
- Remmele, M. y Lindemann-Matthies, P. (2020). Dead or alive? Teacher students’ perception of invasive alien animal species and attitudes towards their management. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(5), em1840.
- Ruiz G. M. y Carlton J. T. (Eds.). (2003). *Invasive species: vectors and management strategies*. Island Press.
- Williamson, M. y Fitter, A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology*, 77, 1661-1666.

Los estadios de consciencia del alumnado al elegir un problema sociocientífico

Márcia Gorette Lima da Silva¹, Anna Marbà Tallada², Conxita Márquez Bargalló²

¹Institut de Química, UFRN, Brasil. marcia.gorette.silva@ufrn.br

²Departament de didàctica de la matemàtica i de les ciències experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, España. Anna.marba@uab.cat, Conxita.marquez@uab.cat

RESUMEN: Uno de los temas que más se ha investigado recientemente es la relación entre argumentación y pensamiento crítico en las clases de ciencias y en la importancia de promoverla a través de actividades basadas en temas sociocientíficos. Una forma de organizar las actividades, desde una perspectiva freireana, es identificar cómo percibe el alumnado los problemas de la realidad. Freire destaca los ‘estadios de conciencia’ como parte de la toma de consciencia de una nueva realidad y una disposición a la transformación social. Esta investigación tiene como objetivo caracterizar los estadios de consciencia del alumnado en la identificación de problemas en su contexto real. Para atender a este objetivo se elaboró una actividad con 4 etapas: a) expresar individualmente problemas del barrio, ciudad y país en que viven; b) socializar estos problemas con los compañeros; c) sintetizar los problemas surgidos y d) seleccionar de manera justificada el tema de interés. Participaron 13 estudiantes de una escuela en el interior del nordeste de Brasil. La recogida de datos se hizo a través de un cuestionario y notas de campo. En la etapa individual, los temas identificados en el ámbito local fueron la contaminación acústica y del agua, la falta de infraestructura de las vías públicas y del saneamiento básico. En el ámbito nacional hablaron de corrupción y violencia urbana. El tema de interés seleccionado fue el saneamiento básico. Se observó un tránsito desde el estadio de consciencia ingenua en la etapa individual hacia el estadio transitivo-ingenuo en la etapa de socialización. Es decir, expresar y compartir los argumentos colectivamente promovió una interpretación más consciente de los problemas.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico. Teorías críticas. Actividades de enseñanza. Enseñanza de Ciencias.

ABSTRACT: One of the topics that has been most recently investigated is argumentation and critical thinking in sciences class and among them, activities based on scientific or socio-scientific themes. One way to organize them from a Freire’s perspective, is to identify how students perceive the problems of reality. Freire highlights the ‘stages of consciousness’ as part of becoming aware of a new reality and a willingness to social transformation. This research aims to characterize in the identification of problems in their real context. To meet this objective, an activity with 4 moments was developed: a) individually express problems of the neighborhood, city, and a country in which they live; b) socialize these problems with peers; c) synthesize the problems that have arisen; d) select the topic of interest. Thirteen preservice from a school in the interior of northeastern Brazil participated. Data collection was done through a questionnaire and field notes. In the individual stage, the issues identified at the local level were noise and water pollution, the lack of infrastructure of public roads and basic sanitation. At the national level they spoke of corruption and urban violence. The topic of interest was basic sanitation. A transit from the naive consciousness stage in the individual stage to the transitive-naive in the socialization stage was observed. That is, by expressing and sharing their arguments collectively, they made a more conscious interpretation of the problems.

KEYWORDS: Critical thinking. Critical theories. Teaching activities. Science Teaching.

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación forma parte de un estudio más amplio, que tiene como objetivo buscar las bases teóricas (epistemológicas, psicológicas y pedagógicas) que orientan el diseño de actividades docentes dirigidas a desarrollar el pensamiento crítico y la disposición para la transformación social. En este sentido, esta comunicación presenta una propuesta de actividad para que el alumnado seleccione el tema que orientará el diseño de las actividades del docente. El análisis de la participación del alumnado en esta actividad permitirá caracterizar sus estadios de consciencia.

La fundamentación teórica de la propuesta didáctica, que tienen por objetivo mejorar el pensamiento crítico y la disposición para la transformación social a la vez que se aprenden ciencias, se nutre de la perspectiva freireana y de las distintas corrientes que buscan promover el pensamiento crítico del alumnado. La perspectiva freireana, como teoría crítica, nos aporta una base pedagógica para guiar estas actividades que tienen como objetivo pedagógico ayudar a los estudiantes a comprender la realidad y promover una consciencia crítica que conduzca a acciones transformadoras. Incorporamos también la noción del pensamiento crítico desde una adaptación de la perspectiva trabajada en el Grupo de Investigación LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) de la Universitat Autònoma de Barcelona y apoyada en los estudios de Jimènez-Aleixandre y Puig (2012), que se sintetiza en la figura 1.

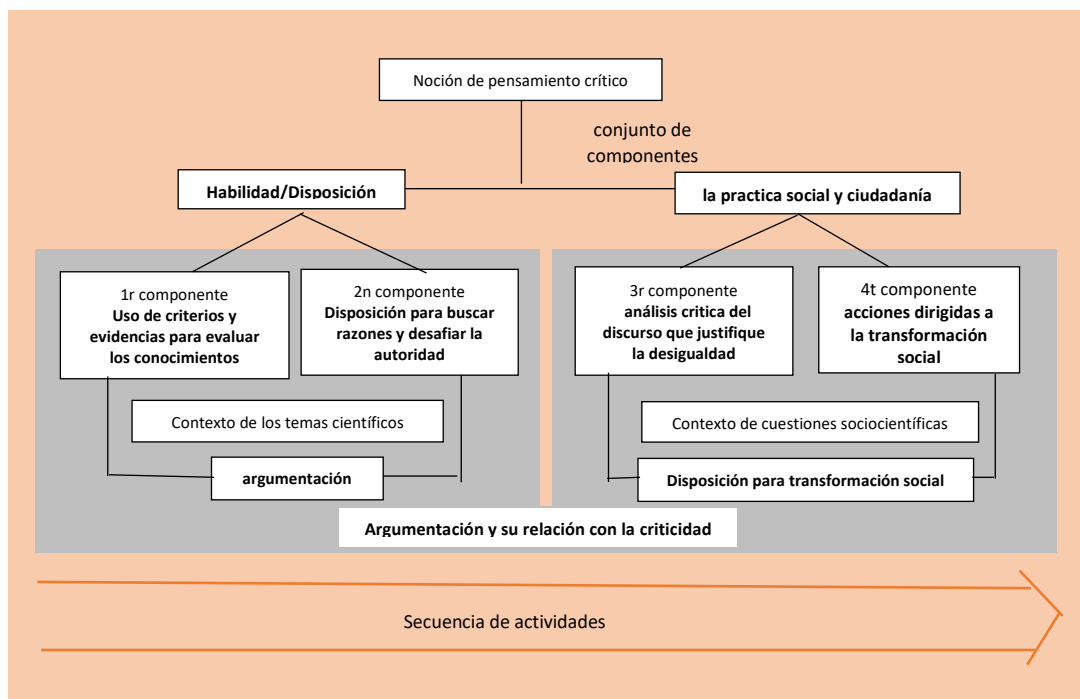


Figura 1. Noción del pensamiento crítico (Adaptado de Jimènez-Aleixandre y Puig, 2012)

Consideramos el pensamiento crítico como un conjunto de componentes relacionados con las habilidades, las disposiciones, la práctica social y la acción ciudadana. Para poner en práctica el pensamiento crítico es necesario saber argumentar y este es un proceso que puede ser desarrollado en las clases de ciencias con temas científicos o sociocientíficos. Hacerlo a partir de temas sociocientíficos potencia la disposición para la transformación social (Jimènez-Aleixandre, 2012). Las actividades propuestas para su desarrollo deben

promover en el alumnado (parte izquierda de la figura 1) habilidades que permitan utilizar criterios y evidencias para evaluar los conocimientos involucrados en el problema escogido y presente en la realidad. También, deben incidir en la disposición del alumnado entendida como un conjunto variado de aptitudes y actitudes que predisponen a pensar de forma crítica. Son ejemplos de disposiciones la voluntad para replantear los propios puntos de vista, la persistencia frente a las dificultades, o la disposición a desafiar a la autoridad (sea de las instituciones, científicos, medios de comunicación o del propio grupo clase). El desarrollo de la argumentación se puede hacer a partir de, por ejemplo, debates científicos sobre cómo se ha desarrollado históricamente un concepto o fenómeno científico. La parte derecha de la figura se refiere a la práctica social y la acción ciudadana. Relacionando estos dos componentes se amplía y profundiza el análisis crítico de la realidad y se reflexiona sobre las condiciones para actuar de forma crítica y consolidar la práctica social ciudadana. Consideramos que las actividades diseñadas con el objetivo de promover la disposición para la transformación social deben plantearse como un proceso que se inicia con una lectura profunda del fenómeno, es decir, yendo a la esencia, a la raíz de esta realidad. La comprensión de la esencia del fenómeno muestra las contradicciones y razones involucradas. Este proceso, en tanto que desvela la realidad, otorga al individuo una conciencia crítica imprescindible para promover la transformación social.

Tanto Freire (2007) como otros autores (Hooks, 2010; Paul y Elder, 2007) destacan el papel del contexto para desarrollar el pensamiento crítico en las clases de ciencias, de manera que subrayan la importancia de partir de la realidad del alumnado para que así se pueda atender a una dimensión emocional (Couso y Puig, 2021). Ahora bien, ser conscientes de los problemas que nos rodean y saber ver todas las implicaciones y posibles interpretaciones, no es tarea fácil. Freire (2002) propone 4 estadios de conciencia para caracterizar la concienciación (Tabla 1). El proceso implica identificar la esencia de la realidad, la toma de conciencia de una nueva realidad y una disposición a la transformación social.

Tabla 1. Síntesis de los Estadios de la concienciación según Freire (2002).

Estadios	Características
ingenuo	El sujeto no comprende la realidad y hace una interpretación superficial e individualista de la misma, aceptando explicaciones falsas
fanático	La realidad es interpretada en función de intereses propios o contrarios al bien común o a la ciencia
transitivo-ingenuo	Se formulan interpretaciones simples y argumentos frágiles (sin apoyo de las evidencias) y sin llegar a la esencia del problema. El aspecto emocional es fuerte con más tendencia a la polémica que al debate democrático y dialógico. Se aprecia una tendencia conformista de transferir la responsabilidad de los problemas a otros (gobierno, instituciones, personas etc.).
critico	Se hace la lectura de la realidad comprendiendo la raíz del problema. Tiene las características de una postura más democrática y humanizadora, presenta argumentos sólidos y basados en evidencias, busca soluciones dirigidas al bien común y la justicia y desconfía de explicaciones fabulosas

(Autoría propia).

Para cumplir el objetivo de transformación social el punto de partida es identificar un tema problemático de la realidad de los estudiantes, sea consciente o no (Freire, 2002; 2007). El papel del docente es problematizar, es decir, involucrar y ayudar al alumnado a analizar críticamente esa realidad-problema. Para ello, será imprescindible un compromiso colectivo a través de un proceso dialéctico en el que dialoguen las diferentes percepciones y alternativas al fenómeno. A partir de estos puntos, el objetivo de esta investigación es caracterizar el estadio de conciencia del alumnado en la identificación de problemas en su contexto real.

METODOLOGÍA

El contexto de la investigación

La actividad fue desarrollada con 13 estudiantes del primer año del curso de formación de maestros de química de una institución escolar federal pública de enseñanza secundaria, técnica y superior, ubicada en una microrregión del semiárido del nordeste brasileño. Los estudiantes tienen 23 años de media y son oriundos de 4 ciudades del interior del nordeste de Brasil. La docente que realiza la actividad tiene formación doctoral en enseñanza de ciencias y fue la profesora de química de estos alumnos en su formación secundaria. Esta región tiene como características la escasez del agua, la devastación de su vegetación autóctona por el ganado y su principal economía son los pequeños cultivos.

La recogida y análisis de datos

Para atender a nuestro objetivo se diseñó una actividad en 4 etapas (Figura 2). La actividad permitirá identificar y seleccionar un tema problemático de la realidad del alumnado. Posteriormente, se analizarán los datos de la etapa 1 y 2 para identificar los estadios de consciencia de cada alumno.

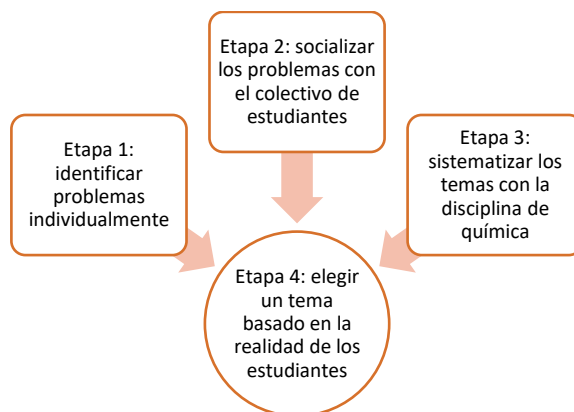


Figura 2. Etapas de la actividad para la acción problematizadora (Autoría propia)

Para la recogida de datos en la etapa 1 se utilizó un cuestionario y para el resto de las etapas (2, 3 y 4), notas de campo. La etapa 1 consistió en identificar, desde el punto de vista del estudiante, los problemas existentes en su barrio, ciudad y país a través de un cuestionario inicial. Esta etapa incluye un movimiento intrapsicológico que busca una iniciación en el proceso reflexivo de lectura de la realidad. La etapa 2, de socialización de los problemas identificados tiene la intención de promover el diálogo, identificar las diferencias y confrontarlas en un movimiento interpsicológico. En la etapa 3, se agrupan los principales problemas que surgen de la etapa anterior. En este momento es muy importante la participación de la profesora, para crear las condiciones para que los estudiantes desvelen su realidad. Su papel es problematizar los temas con potencialidad para el contexto de la enseñanza de las ciencias. La etapa 4 tiene una implicación democrática que consiste en elegir el tema que permitirá comprender la realidad y actuar. En esta comunicación se analizan los datos de las etapas 1 y 2, es decir, los temas elegidos por el alumnado y los estadios de consciencia (Tabla 1). Las etapas 3 y 4 son relatadas como parte de las actividades.

RESULTADOS PRELIMINARES

Los temas locales y nacionales (Etapas 1 y 2)

La mitad de los estudiantes se refirieron a tres problemas locales relacionados con: (1) la contaminación acústica, del agua y la basura en las calles (2) las infraestructuras, especialmente sobre la pavimentación de las vías públicas; (3) la falta de saneamiento básico que provoca proliferación de enfermedades. Conociendo el contexto de los estudiantes sorprende que no se mencionen problema relacionados con la falta de agua. La ciudad sufre con la escasez de este bien en las casas, centro de salud, escuelas etc. En las casas es necesario tener depósitos para comprar y almacenar agua y fosas sépticas. Una posible interpretación de la falta de mención al tema del derecho humano al agua y al saneamiento por parte del alumnado puede ser debido a la internalización de esta realidad como parte de la cotidianidad. Con relación a los temas del ámbito nacional los alumnos citan la corrupción y la violencia urbana sin justificar. Hacen una lectura superficial de la realidad, no la justifican reproduciendo discursos presentes en los medios de comunicación y abundan las afirmaciones peyorativas.

Estadios de Consciencia

En la etapa 1, al identificar problemas relacionados con el barrio o la ciudad en la que viven, se observó una consciencia ingenua en las respuestas al cuestionario, pues la interpretación de la realidad es superficial con justificaciones individualistas, como se muestra en el siguiente fragmento:

A2: a mi ciudad le falta pavimentación en la calle, trae mucho polvo y me molesta.

A3: no hay saneamiento básico y la calle donde vivo huele mal.

Cuando tratan de identificar problemas de la esfera nacional no se observan en sus argumentaciones posiciones colectivas o solidarias. Mayoritariamente hacen explicaciones frágiles, no justifican sus declaraciones y, generalmente, asumen discursos presentes en los medios de información. Podemos inferir, un predominio de una consciencia ingenua incluso fanática, en algunos casos, como puede verse en el siguiente fragmento:

A7: si tuviera que elegir un problema a resolver, propondría la pena de muerte por la violencia.

En la etapa 2, el foco del debate se centró en los problemas relacionados con el barrio o la ciudad y la socialización de los problemas vividos favoreció una mirada más colectiva, señalando aspectos relacionados con la contaminación acústica y del saneamiento básico, pero sin llegar a esencia del problema. Las justificaciones son simples y los argumentos frágiles, sin apoyo en evidencias, mostrando una inquietud personal/individual. Estos aspectos caracterizan un estadio de consciencia transitivo-ingenua.

A8: en mi barrio el mayor problema es el ruido de los vecinos ...porque molesta a todos y interfiere con mis estudios.

En relación a los problemas de la esfera nacional, en la etapa 2, se mantiene un discurso polémico y emocional y a veces incluso conformista sobre la violencia urbana y la corrupción. La lectura de la realidad sigue siendo superficial, no se llega a la raíz del problema, adjudican la responsabilidad de la situación al alcalde o a la policía. Hay una reproducción de discursos (se van repitiendo) también mencionan aspectos y situaciones puntuales, especialmente relacionadas con la violencia urbana. Se percibe desde la perspectiva de Freire, un tránsito entre la consciencia fanática y la ingenua. Una posible interpretación de esta posición puede ser la influencia de programas de radio y televisión

que valoran la violencia como una forma de aumentar a audiencia y, en consecuencia, la alienación.

Lo que inferimos en este análisis es un tránsito desde el estadio de consciencia ingenua, en la etapa individual hacia la transitiva-ingenua, en la etapa de socialización. Al expresar sus argumentos en colectivo son capaces de hacer una lectura un poco más consciente de los problemas. Las etapas 3 y 4 fueran desarrolladas por la maestra que inicialmente indicó los principales problemas locales que surgieron de la socialización como la contaminación acústica, del agua y la basura en las calles; las infraestructuras de las vías públicas y la falta de saneamiento básico que provoca proliferación de enfermedades. A continuación, señaló su relación con los contenidos científicos trabajados en la disciplina de química. Como resultado de las etapas 3 y 4, se acordó que el problema de la falta de saneamiento básico y la proliferación de enfermedades tenía potencial para ser el foco problematizador en una secuencia de actividades.

A MODO DE CONCLUSIÓN

El objetivo de la actividad presentada era identificar un problema a partir de la realidad de los estudiantes para que sea un punto de partida para la acción problematizadora del docente, manteniendo así una coherencia teórica con los principios asumidos. En este sentido, desde una perspectiva metodológica, buscamos sustentar una noción del pensamiento crítico, en la cual surjan temas con potencial para elaborar cuestiones sociocientíficas para las clases de ciencias. La propuesta de actividades para identificar los temas nos parece adecuada, pues emergieron problemas del cotidiano de los estudiantes. A pesar de que los estudiantes no presentaron una lectura de la realidad que tanto les afecta, como su derecho a agua, llegaron a identificar el saneamiento básico como un problema en su cotidiano.

Un aspecto que se quiere destacar es que el proceso de incentivar a los estudiantes (atender la dimensión afectiva) pasa por la elección del tema, es decir, la lectura de la realidad y que este parte de la reflexión sobre su implicación personal y colectiva. Se observa un tránsito del estadio de consciencia ingenua hacia la consciencia transitivo-ingenua fomentado en la actividad de socialización de los problemas. La identificación de la temática problematizada es el primer paso y a partir de aquí la secuencia de actividades debe apoyarse en bases pedagógicas que propicien el trabajo colectivo y solidario. Esta es una condición para promover el pensamiento crítico y la disposición para una transformación social.

AGRADECIMIENTOS

A la maestra y los estudiantes por su generosa colaboración en este estudio. El presente trabajo se realizó con el apoyo de la CAPES-Brasil, Código financiamiento 001 y del proyecto PGC2018-096581-B-C21

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Couso, D. y Puig, B. (2021). Educación científica en tiempos de pandemia. *Alambique*, 104, pp.49-56.
- Freire, P. (2002). *Educação e a atualidade brasileira* (2nd Edition). São Paulo, Cortez Editora.
- Freire, P. (2007). *Educação e Mudança*. (30nd Edition). Rio de Janeiro, Paz e Terra Editora.
- hooks, B. (2010). *Teaching Critical Thinking: Practical Wisdom*, Routledge: London.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. En B. J. Fraser et al (Eds), *Second International Handbook of Science*

Education. (1a Edition, pp. 1001-1015). Springer. https://doi.1007/978-1-4020-9041-7_66

Paul, R.; Elder, L. (2007). *A guide for educators to critical thinking competency standards*. California: Foundation for Critical Thinking.

Pereira, D. A. (2015). *Fontes filosóficas da pedagogia de Paulo Freire: a transformação social radical inspirada em Karl Marx como núcleo sintético*. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação). Universidade Federal de Pelotas.

Mapeo de la controversia sobre el consumo de carne con estudiantes de secundaria

Isabel María Cruz Lorite^{1a}, Daniel Cebrián Robles^{1b}, Paloma España Naveira², Aurelio Cabello Garrido^{1c} y Enrique España Ramos^{1d}

¹Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. ^aimclorite@uma.es;

^bdcebrian@uma.es; ^caacabellogarrido@gmail.com; ^denrieni1@gmail.com

²Departamento de Arte y Arquitectura. Universidad de Málaga. palomanaveira@uma.es

RESUMEN: En este trabajo se analiza, mediante el mapeo de controversias, el grado de comprensión mostrado por cuatro grupos de entre 25 y 30 estudiantes cada uno de Educación Secundaria sobre una controversia surgida en torno al actual modelo de producción y consumo de carne. Se analizaron tanto los mapas como las respuestas ofrecidas por el alumnado a modo de pretest-posttest a la pregunta: ¿consideras que hay algún problema con el consumo de carne? Los mapas sugieren diferentes grados de complejidad en la comprensión de la controversia en los diferentes grupos. Los resultados indican que tras la experiencia hubo un aumento del porcentaje de alumnado que consideró que sí existe algún problema con el consumo de carne y una disminución del porcentaje de opiniones indecisas.

PALABRAS CLAVE: cartografía de controversias, consumo de carne, secundaria.

ABSTRACT: This paper analyses, through controversy mapping, the degree of understanding shown by four groups of between 25 and 30 secondary school students each on a controversy that has arisen around the current model of meat production and consumption. Both the maps and the students' pretest-posttest responses to the question 'Do you think there is a problem with meat consumption?' were analysed. The maps suggest different degrees of complexity in the understanding of the controversy in the different groups. The results indicate that after the experience there was an increase in the percentage of students who considered that there is a problem with meat consumption and a decrease in the percentage of undecided opinions.

KEYWORDS: cartography of controversies, meat consumption, secondary education.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, se plantean en nuestra sociedad importantes controversias relacionadas con los alimentos de origen animal. Algunos estudios señalan que es necesario reducir el consumo de carne para disminuir el impacto ambiental del sistema de alimentos (Springmann et al., 2018) y otros alertan de los riesgos sanitarios de un consumo excesivo (Bouvard et al., 2015). En los últimos meses, las recomendaciones del Ministerio de Consumo para reducir la ingesta de carne y la proliferación de macrogranjas han generado fuertes polémicas en España, recogidas en los medios de comunicación (Gutián, 2022).

En este trabajo, estas controversias se abordan desde el enfoque de las cuestiones socialmente vivas (QSV por sus siglas en francés) (Nédélec, 2018), que se definen como cuestiones que suscitan debates en la sociedad (siendo objeto de tratamiento mediático), en los saberes de referencia (generando debates entre especialistas) y en los saberes

escolares (el alumnado se enfrenta a la controversia y el profesorado se siente sin recursos desde su modelo pedagógico) (Legardez y Simonneaux, 2006). Ante escenarios tan complejos, con un cruce de intereses, en ocasiones contrapuestos, de diferentes sectores sociales, es necesario que la ciudadanía disponga de herramientas que le permitan discernir la información veraz de la falsa y los datos de las opiniones. La cartografía de controversias (CoC por sus siglas en inglés) es un enfoque didáctico, basado en la Teoría del Actor-Red (Latour, 2005), que se muestra adecuado para el tratamiento de las QSV dado su potencial para el análisis de escenarios complejos. Este enfoque plantea que para entender cómo se construyen los fenómenos sociales no basta con observar a los actores involucrados de manera aislada, sino que es preciso observar las redes de actantes formadas en sus distintas configuraciones (Venturini y Latour, 2010). Un actante se define como una entidad humana o no humana (personas, ideas, animales, cosas, etc.) que interviene en una controversia y puede influir en ella (Latour, 1996). Por ello, este trabajo muestra cómo cuatro grupos de estudiantes de secundaria analizan la controversia sobre el consumo de carne mediante una actividad realizada con el enfoque de la CoC.

METODOLOGÍA

Participantes

Se realizaron seis talleres en dos centros de secundaria de Benalmádena (Málaga) durante el curso 2020/21. Dos de ellos se realizaron en el IES Arroyo de la Miel de manera presencial con dos grupos de 3.º de ESO; los cuatro restantes se llevaron a cabo en el IES Benalmádena de manera virtual, en tres grupos de 3.º y uno de 4.º de ESO. Cada clase tenía entre 25 y 30 estudiantes. Todos los talleres tuvieron una hora de duración y durante los mismos estuvieron presentes el profesorado de las respectivas clases y tres docentes universitarios encargados de su impartición. Se eliminaron los datos recogidos en dos de los grupos debido, en uno de los casos, a la baja participación del alumnado en el cuestionario pretest-postest (3), y, en otro, a las escasas aportaciones en el mapa. De los cuatro grupos restantes, contestaron al cuestionario 55 estudiantes.

Actividad de mapeo de controversias

El contexto de la actividad era la controversia sobre el consumo de carne, como parte de la QSV del actual modelo dominante de producción y consumo de carne. El enfoque de la CoC para tratar una QSV incluye la elaboración de diferentes materiales en un proyecto que requiere de cierta extensión temporal para su desarrollo. Dada la temporalización de los talleres que se describen en este trabajo, se realizó solo uno de los citados materiales que se comprenden en una CoC: el mapa de redes de actantes. Primero, se solicitó al alumnado que propusiese actantes de forma individual utilizando la herramienta tecnológica Nearpod (nearpod.com), explicando posteriormente por qué los habían incluido. A continuación, se les pidió que agrupasen los actantes según afinidad creando grupos llamados polos, cada uno de los cuales debían denominar con un nombre representativo. Tras esto el alumnado debía establecer relaciones, vinculando a los actantes entre sí y con la temática central de la controversia en términos de relaciones favorables (cuando uno favorece o potencia la actuación del otro) o no favorables (si uno se opone o dificulta la acción del otro). Finalmente, se pidió al alumnado que propusiese acciones para paliar los problemas relacionados con el consumo de carne que habían aflorado en el mapa.

Se siguió la misma metodología para los mapas realizados de manera tanto presencial como virtual, con adaptaciones menores para cada escenario. En el caso de las experiencias presenciales los actantes iban apareciendo en el proyector del aula mientras

que los docentes los apuntaban en pólits y los pegaban en la pizarra (no se permitió al alumnado pegar los pólits debido a las medidas sanitarias adoptadas por la pandemia de la covid-19). Tanto la formación de los polos como la propuesta de relaciones y acciones se realizaron de forma oral mediante un debate de toda la clase. Para las experiencias realizadas de manera virtual se utilizó Miro (miro.com), una plataforma colaborativa online para trabajar sobre una pizarra digital que permite poner pólits y relacionarlos mediante flechas.

Recogida y análisis de datos

Se analizaron los mapas contabilizando el número de actantes, relaciones y acciones propuestas, procedimiento seguido por otros autores en trabajos sobre CoC (p. ej. Christodoulou et al., 2021; Cruz-Lorite et al., 2020; España-Naveira et al., 2021). Además, antes y después de los talleres el alumnado respondió individualmente a la pregunta «¿Consideras que hay algún problema con el consumo de carne? Justifica tu respuesta».

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los cuatro talleres analizados. La figura 1 y la tabla 1 muestran, a modo de ejemplo, el mapa realizado por el grupo 1.



Figura 1. Mapa realizado de forma presencial por el grupo 1.

Tabla 1. Polos, actantes, relaciones y acciones incluidos en el mapa del grupo 1.

POLO	ACTANTES	RELACIONES	ACCIONES
Medio ambiente	Contaminación	(+) Granjas → Contaminación	Buena alimentación
		(+) Granjas → Maltrato animal	
Salud	Alimentación, personas, consumistas, enfermedades y covid-19.	(+) Dinero → Maltrato animal	Subir precio de la carne
		(+) Excesivo consumo → Enfermedades	
		(+) Excesivo consumo → Enfermedades	
Bienestar animal	Maltrato animal, veganos, granjas y ganadería intensiva.	(+) Trabajo → Personas	Mejora de las condiciones de
		(-) Veganos → Industria	

Consumo	Economía, trabajo, dinero, industria, carnicería y supermercado.	(+) Consumo de carne → Enfermedades	los animales en ganadería
		(+) Consumo de carne → Industria	
		(+) Dinero → Personas	Prohibir granjas intensivas
		(+) Consumo de carne → Economía	
		(+) Consumo de carne → Carnicería	
		(+) Alimentación → Supermercados	
		(+) Consumo de carne → Personas	
		(+) Enfermedad → Sanidad (actante no incluido)	

El número de actantes, relaciones y acciones fue diferente en cada grupo (tabla 2) y no parece haber relación entre estos. Por ejemplo, el grupo 1 fue el que propuso una mayor cantidad de relaciones a pesar de ser el grupo que propuso un menor número de actantes; sin embargo, el grupo 6 propuso prácticamente el doble de actantes y menor número de relaciones que el primero. En cuanto a las acciones, los grupos 1 y 5 propusieron acciones en igual cantidad; sin embargo, presentan diferencias en el número de actantes y relaciones. El número de polos organizados estuvo entre 3 y 5, aunque todos los grupos menos el 1 dejaron actantes sin incluir en ningún polo.

Tabla 2. Actantes polos, relaciones y acciones propuestas en los mapas.

Grupo	Polos	Actantes	Relaciones		Acciones
			Favorables	Desfavorables	
G1 (3.º ESO)	4	16	14	1	4
G4 (3.º ESO)	3	24	7	3	0
G5 (4.º ESO)	5	26	9	2	4
G6 (3.º ESO)	5	31	4	6	0

En cuanto a la pregunta planteada, las respuestas se clasificaron en siete categorías:

1. Sí: explícitamente se dice que hay un problema sin aportar ninguna justificación.
2. Sí con justificación: explícita o implícitamente se dice que hay un problema, aportando una justificación (ejemplo explícito: “Sí. Porque a día de hoy la dieta de las personas está llena de carne y eso no es bueno ya que te puede causar enfermedades”; ejemplo implícito: “Transmite enfermedades”).
3. No: explícitamente se dice que no hay problema con el consumo de carne, sin justificación.
4. No con justificación: explícitamente se dice que no hay problema con el consumo de carne, aportando una justificación (p. ej. “No. No considero que haya ningún problema. Porque la carne es un alimento vital en nuestra dieta, nos aporta proteínas que son fundamentales para nuestro crecimiento”). También se incluyen las que no se dice explícitamente que no haya problemas, pero la justificación expone de forma clara la postura (p. ej. “Sigo pensando que es bueno comer carne porque tiene nutrientes que son necesarios y que no tienen otros alimentos”).
5. No lo sé/depende: explícitamente se dice “no lo sé” o “depende” sin aportar justificación.

6. No lo sé/depende con justificación: explícitamente se dice “no lo sé” o “depende” aportando alguna justificación (p. ej. “Depende. Si el consumo es moderado no existe ningún problema, necesitamos los nutrientes que nos otorgan para tener una buena salud. En cambio, si se abusa de ella, puede provocar enfermedades o una dieta desequilibrada”).
7. Contradictoria: explícitamente se dice “sí” o “no”, pero la justificación aporta razones en sentido contrario (p. ej. “No, pero si hay un problema con su producción ya que las granjas suelen estar colapsadas y los animales suelen vivir en condiciones desfavorables”).

En las tablas 3 y 4 pueden verse los resultados del análisis de las respuestas a la pregunta realizada en pretest y postest, respectivamente, para cada grupo.

Tabla 3. Porcentaje (%) de respuestas dadas en el pretest.

Grupo*	Sí	Sí con justificación	No	No con justificación	No lo sé	No lo sé con justificación	Contradictoria
G1(20)	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00
G4(16)	0,00	0,00	6,25	62,50	0,00	12,50	18,75
G5(8)	0,00	87,50	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50
G6(11)	9,09	54,55	9,09	0,00	18,18	0,00	9,09
Global**	1,82	56,36	3,64	18,18	3,64	7,27	9,09

* GX(Y): donde X representa el número de grupo e Y el número de estudiantes considerados en cada taller

** El resultado global muestra el porcentaje considerando a los participantes de todos los talleres

Tabla 4. Porcentaje (%) de respuestas dadas en el postest.

Grupo*	Sí	Sí con justificación	No	No con justificación	No lo sé	No lo sé con justificación	Contradictoria
G1(20)	30,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G4(16)	0,00	50,00	0,00	18,75	6,25	18,75	6,25
G5(8)	12,50	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50
G6(11)	18,18	54,55	18,18	0,00	0,00	0,00	9,09
Global**	16,36	61,82	3,64	5,45	1,82	5,45	5,45

* GX(Y): donde X representa el número de grupo e Y el número de estudiantes considerados en cada taller

** El resultado global muestra el porcentaje considerando a los participantes de todos los talleres

Si se analizan las opiniones del alumnado sobre la pregunta planteada, independientemente de si incluye justificación o no, los grupos 1 y 5 mostraban de forma predominante en el pretest la opinión de que sí existe algún problema con el consumo de carne y dicha opinión no cambió sustancialmente en el postest; mientras que en los grupos 4 y 6 aumentó el porcentaje de estudiantes que pensaban que existe algún problema con el consumo de carne en el postest. En cuanto al porcentaje de opiniones indecisas en el postest respecto del pretest, disminuyeron en el grupo 1, no se registraron en el grupo 5 y desaparecieron las encontradas en el grupo 6, mientras que las del grupo 4 aumentaron. Si se analizan las justificaciones incluidas en las respuestas del alumnado en el postest respecto del pretest, independientemente de su opinión, los grupos 1 y 5 muestran un

descenso en el porcentaje de respuestas con justificación, el grupo 4 muestra un ligero ascenso y el grupo 6 mantiene el mismo porcentaje.

Los resultados globales indican un aumento del porcentaje de alumnado que considera que existe algún problema con el consumo de carne y un descenso del porcentaje de respuestas indecisas entre el pretest y el postest. La mayor parte de los problemas identificados por el alumnado tanto en el pretest como en el postest estaban relacionados con la salud humana, la contaminación y el bienestar animal (p. ej. Sí, las industrias contaminan mucho y maltratan a los animales). No obstante, en el postest aparecen cuestiones que no aparecían en el pretest, la aparición de enfermedades transmisibles (p. ej. Que puede ser peligrosa porque puede haber virus y pueden crear pandemias no deseadas). Algunos estudiantes que habían justificado su respuesta en el pretest no lo hicieron en el postest. Un aspecto que pudo influir en esta reducción de las justificaciones es que se trataba de una actividad exigente, pero no evaluable, por lo que el alumnado podría haberse relajado al final de la misma.

CONCLUSIONES

Los mapas elaborados por el alumnado presentan diferencias en el número de polos, actantes, relaciones y acciones propuestas, lo que consideramos que puede ofrecer información acerca de la complejidad con la que estos grupos de estudiantes comprenden la controversia tratada. Dicha información puede ser de ayuda para el docente en el proceso de diseño de propuestas más extensas, como la construcción de una cartografía de controversias completa u otras actividades. Este trabajo pone de manifiesto la utilidad del mapeo de controversias para visibilizar el grado de comprensión del alumnado sobre controversias sociocientíficas, así como para establecer relaciones que permitan al alumnado visionar y ampliar dicha complejidad sobre controversias a las que se enfrentan en su vida diaria. Aunque la experiencia presentada ha influido en el alumnado, que en parte ha cambiado su opinión sobre la QSV, consideramos que se deben seguir estudiando las causas de los cambios, así como profundizando en el análisis de la calidad de sus justificaciones, algo que creemos que debemos enfatizar en la puesta en práctica de próximas experiencias.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Fondo Social Europeo y la Agencia Estatal de Investigación (contrato PRE2018-083328 del Proyecto Excelencia I+D Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria, ref. EDU2017-82197-P); por el Ministerio de Universidades (contrato FPU19/04507); y por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto I+D+i Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias, ref. PID2019-105765GA-I00). Así como agradecer al proyecto “B1-2021_04” financiado por la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L., ... & Straif, K. (2015). Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 16(16), 1599-1600.
- Christodoulou, A., Levinson, R., Davies, P., Grace, M., Nicholl, J. y Rietdijk, W. (2021). The use of Cartography of Controversy within socioscientific issues-based education: students'

- mapping of the badger- cattle controversy in England. *International Journal of Science Education*, 43(15), 2479-2500.
- Cruz-Lorite, I. M., Acebal-Expósito, M. C. y Cebrián-Robles, D. (2020). Cartografía de controversias sobre el actual modelo de producción y consumo de carne: una experiencia virtual con profesorado de educación infantil en formación inicial. En *Actas Electrónicas del I Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía* (págs. 206-209). ISBN 978-84-09-28033-9
- España-Naveira, P., Morales-Soler, E. y Cebrián-Robles, D. (2021). La visión de la ciudad en la pandemia de la Covid-19 de estudiantes de 3º de ESO a través de una cartografía de controversias. En *Actas Electrónicas del XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias 2021* (págs. 2009-2012). Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-4-1
- Gutián, J. (12 de enero de 2022). Macrogranjas, la carne en el centro del debate. *La Vanguardia*. Recuperado de <http://bitly.ws/nEHT>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Latour, B. (1996). On actor-network theory. A few clarifications plus more than a few complications. *Soziale Welt*, 47, 369-381.
- Legardez, A. y Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives*. Issy les Moulineaux: ESF éditeur
- Nédélec, L. (2018). *Science education in an uncertain world*. (Tesis doctoral). Universidad de Toulouse-Jean Jaurès.
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., & Jonell, M. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519.
- Venturini, T. y Latour, B. (2010). The Social Fabric: Digital and quali-quantitative methods. In *Proceedings of Future En Seine 2009*. Paris.

Mapeando la controversia de los cuidados en la ciudad. Visión sobre su complejidad

Paloma España Naveira¹, Enrique España Ramos², Isabel María Cruz Lorite³, Aurelio Cabello Garrido⁴.

Universidad de Málaga. ¹palomanaveira@uma.es; ²enrieni@uma.es;

³imclorite@uma.es; ⁴aacabellogarrido@gmail.com

RESUMEN: En este trabajo se plantea utilizar el enfoque de cartografía de controversias en el aula para explorar cómo los estudiantes identifican los aspectos más relevantes de la controversia sobre la cuestión socialmente viva de los cuidados en la ciudad, mediante la construcción de mapas de controversia. En cuanto a la metodología, se han analizado los mapas realizados por los grupos de estudiantes y se han elaborado diagramas Sankey para analizar las relaciones entre actantes. Los resultados obtenidos muestran que el mapa de redes de actantes puede ser una herramienta visual adecuada para que los estudiantes se hagan conscientes de sus puntos de vista iniciales tanto a la controversia como de su complejidad, aunque en diferente grado, según el grupo al que pertenecen.

PALABRAS CLAVE: Cuestiones Socialmente Vivas, Mapeo de controversias, Cuidados en la ciudad, pensamiento crítico, Arquitectura.

ABSTRACT: This paper proposes to use the controversy mapping approach in the classroom to explore how students identify the most relevant aspects of the controversy over the social acute question of care in the city by mapping the controversy. In terms of methodology, the maps produced by the groups of students were analysed and Sankey diagrams were drawn up to analyse the relationships between actants. The results show that the actant network map can be a suitable visual tool for students to become aware of their initial views on both the controversy and its complexity, although to a different degree, depending on the group they belong to.

KEYWORDS: Socially Acute Questions, controversy mapping, care in the city, critical thinking, architecture.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un contexto de crisis económica, ecológica, humanitaria, sanitaria, social, medioambiental, etc., con la amenaza de los efectos del cambio climático cada vez más presentes. En este contexto, en la construcción social de la ciudad surgen importantes y complejas controversias sobre cuestiones socialmente vivas (QSV, por sus siglas en francés) (Legardez, 2006), que afectan a la vida de la ciudadanía y en las que se ponen de manifiesto diferentes posturas e intereses. Para ayudar a analizar y visibilizar este tipo de complejas controversias, desde la sociología, Latour (2007) propuso la cartografía de controversias como una herramienta educativa derivada de la Teoría del Actor-Red (Latour, 2005) que propone caracterizar a todos los que interactúan en una controversia y tienen un impacto dentro de una red determinada. Según esta teoría, los que intervienen en una controversia y pueden influir en ella son denominados *actantes* (personas, entidades, ideas, animales o cosas).

Una de estas controversias, acentuada por las medidas que se están tomando debido a la pandemia de Covid-19, está relacionada con los espacios para el cuidado en la ciudad, una cuestión compleja que incluye entre otros el cuidado propio (Foucault, 2000), el cuidado común y el cuidado del medioambiente, poniendo la mirada no solo en las actividades productivas sino también en las reproductivas que ponen la vida de las personas en el centro (Herrero, 2013). Estos aspectos están presentes en los medios de comunicación y en las redes sociales, y formarían parte de una QSV sobre cómo debería ser una ciudad cuidadora (Chinchilla, 2020), en estos momentos de la pandemia y en el futuro. En este trabajo se plantea, desde un enfoque transdisciplinar, utilizar el enfoque de cartografía de controversias en el aula para explorar cómo los estudiantes identifican los aspectos más relevantes de controversias sobre una QSV y afrontan su complejidad, al construir sus mapas de la controversia (Christodoulou et al., 2021), como parte de la dimensión de tratamiento de problemas del pensamiento crítico (Blanco-López, España-Ramos y Franco-Mariscal, 2017). En esta dimensión es importante identificar los problemas, tener en cuenta diferentes perspectivas y visibilizar su complejidad. Este enfoque se propone desde una visión de la Arquitectura para la ciudadanía, entendiendo que la ciudad es una yuxtaposición de capas en la que intervienen diversas disciplinas, no solo desde el campo técnico, sino también desde otros campos como la sociología, el medio ambiente, la educación, etc.

METODOLOGÍA

Se plantea el diseño de un estudio exploratorio sobre cómo los estudiantes representan la complejidad y su punto de vista sobre la controversia relacionada con los espacios para los cuidados en la ciudad utilizando el mapeo de controversias en una actividad formativa diseñada dentro del enfoque de Cartografía de Controversias. El mapa de redes de actantes se entiende como un mapeo de controversia: “no es ni un producto ni un proceso, sino un movimiento o, más exactamente, una serie de movimientos” (Venturini et al., 2015, p. 83-84), que permitirán visibilizar los diferentes actantes que, desde el punto de vista de los estudiantes, intervienen en la controversia propuesta, polos de actantes (Nédelec y Molinatti 2018), relaciones entre actantes, facilitando así una apertura de mente hacia la complejidad de los cuidados en la ciudad. Por lo tanto, la actividad a desarrollar se focaliza en visibilizar el punto de partida de los estudiantes antes de que reciban ningún tipo de información o documento facilitado por los docentes. En este caso son los propios estudiantes los que construyen el mapa de redes de actantes guiados por los docentes en una serie de pasos.

Método y descripción de la actividad

En la experiencia han participado 15 estudiantes de segundo curso de Arquitectura en una actividad llevada a cabo de forma presencial en una sesión de dos horas en la asignatura de Proyectos Arquitectónicos 1 durante el curso académico 2021-22. Para ello se usaron varias herramientas digitales: 1) Google Form con una pregunta inicial para obtener respuestas individuales de cada estudiante, 2) MURAL para realizar el mapa de redes de actantes por grupos de 3-4 estudiantes supervisados por la profesora. Antes del comienzo del trabajo con los estudiantes, la profesora llevó a cabo la elección de una controversia socialmente viva relacionada con los cuidados en la ciudad, de actualidad y conocida por los participantes. También construyó un mapa propio de la controversia.

La actividad comenzó con la pregunta inicial de la controversia: “¿Existen espacios adecuados para los cuidados en la ciudad?”, que los estudiantes respondían de forma individual. Posteriormente, después de la presentación por parte de la profesora del uso

del mapa de redes de actantes, se procedió a la elaboración del mapa de redes de actantes por grupos de 3-4 estudiantes con la herramienta MURAL siguiendo la secuencia de tareas que se muestra en la figura 1.

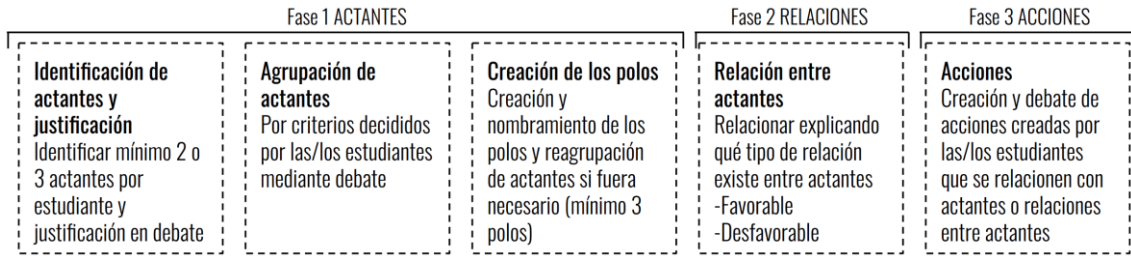


Figura 1. Esquema del método de trabajo desarrollado con los estudiantes en el aula.

Recogida y análisis de datos

El principal instrumento de recogida de datos ha sido los mapas de redes de actantes elaborados por los estudiantes. Para el análisis consideramos que los actantes que los alumnos deciden incluir en sus mapas constituyen un indicador de lo que consideran relevante e importante para la controversia. El número de relaciones de cada actante se utiliza como indicador de la comprensión de los estudiantes de la complejidad de la controversia (Venturini, 2012; Christodoulou et al., 2021).

RESULTADOS

Aspectos de la controversia más relevantes para los estudiantes

En el conjunto de los 4 mapas realizados por los grupos de estudiantes (fig. 2) se han identificado 99 actantes (cuadros amarillos) (tabla 1).

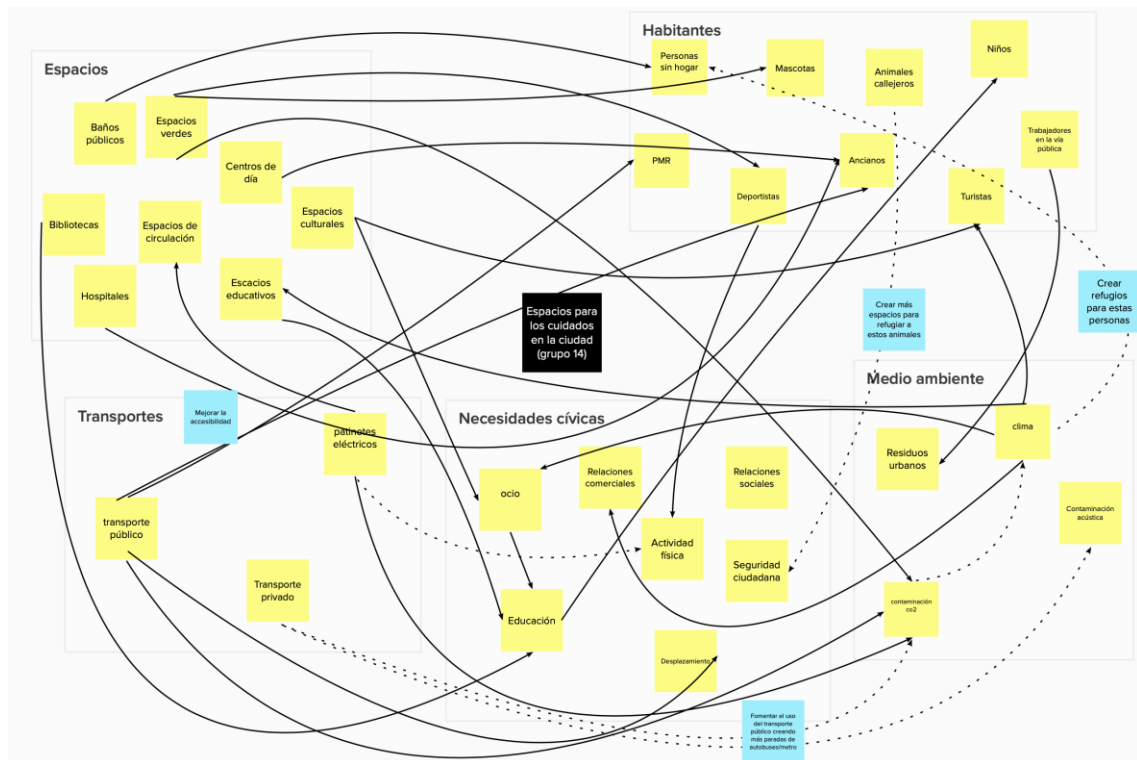


Figura 2. Mapa de redes de actantes, realizado por los/las estudiantes (grupo 2).

Tabla 1. Actantes y polos de los mapas realizados por cada grupo.

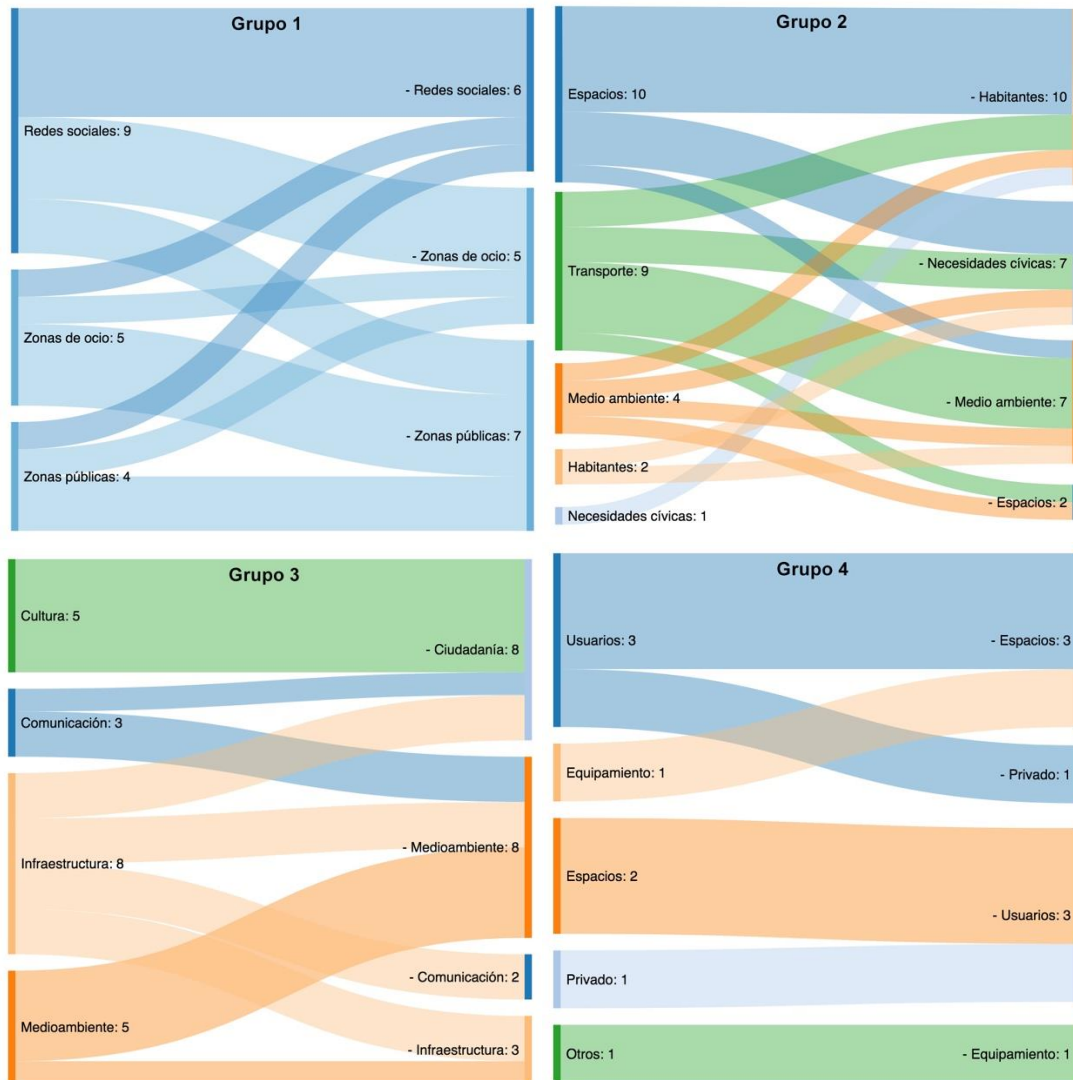


Figura 4. Diagrama Sankey de los grupos 1, 2, 3 y 4.

En términos del número de relaciones establecidas, el grupo 2 presenta una visión más amplia de la complejidad que el resto, con 26 relaciones. El polo *transporte* es el que tiene mayor número de relaciones. En el mapa del grupo 2 hay 26 relaciones, en el grupo 3 hay 21 relaciones, en el grupo 1 hay 18 relaciones y en el grupo 4 hay 10 relaciones. Con estos resultados podemos ver cómo los estudiantes inician un proceso de aproximación a la complejidad de la controversia, ampliando su mirada, aunque haciéndolo en diferente grado, según el grupo al que pertenecen. De esta forma, al elaborar los mapas, desarrollan la dimensión del pensamiento crítico relacionada con el tratamiento de problemas, ya que además de facilitarles la identificación del problema, les ayuda a visibilizar la visión que tienen de la complejidad.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos muestran que el mapa de redes de actantes puede ser una herramienta visual adecuada para que los estudiantes expliciten y se hagan conscientes de sus puntos de vista iniciales, y los de sus compañeros, a través del debate sobre una determinada controversia al construir sus mapas. También parece una herramienta útil para el alumnado realice procesos de análisis crítico de otros problemas, a partir de los cuales podrían desarrollar proyectos. Esta herramienta podría facilitar una visión más

amplia que ayude a que pongan en crisis las dicotomías que ocultan la complejidad de controversias como la de los espacios para los cuidados en la ciudad, pudiendo facilitar así el desarrollo de determinadas dimensiones del pensamiento crítico como el tratamiento de problemas (Blanco-López, España-Ramos y Franco-Mariscal, 2017). Estos resultados hay que tomarlos con la cautela propia de un estudio preliminar que forma parte de uno más amplio en el que los estudiantes tienen que realizar, no solo el mapa de redes de actantes inicial sino otro final, después de un proceso en el que desarrollen el método de cartografía de controversias más amplio, lo que implica un proceso de indagación más complejo en el que cuentan con documentos específicos y pueden realizar búsquedas de otras producciones/materiales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del proyecto “B1-2021_04” financiado por la Universidad de Málaga. Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Universidades a través del programa de Formación del Profesorado Universitario (FPU19/04507).

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco-López, Á., España-Ramos, E., & Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Apice*.
- Chinchilla, I. (2020). *La Ciudad de los Cuidados. Salud, Economía y Medio Ambiente* (L. L. de la Catarata (ed.)) Fuencarral, Madrid
- Christodoulou, A., Levinson, R., Davies, P., Grace, M., Nicholl, J., & Rietdijk, W. (2021). The use of Cartography of Controversy within socioscientific issues-based education: students' mapping of the badger-cattle controversy in England. *International Journal of Science Education*, 43(15), 2479-2500.
- Foucault, M. (2000). *La ética del cuidado de sí como práctica de la libertad. Nombres*, (15)
- Herrero, Y. (2013). Miradas ecofeministas para transitar a un mundo justo y sostenible. *Revista de economía crítica*, 16(2), 278-307.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. NY: Oxford University Press.
- Latour, B. (2007). “La cartographie des controverses”. *Technology Review*, p. 82-83.
- Legardez, A. (2006). “Enseigner des questions socialement vives. Quelques points de repères” en: *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives*, 19-32.
- Nédelec, N. y Molinatti, G. (2018). Démarche d'enquête et éducation aux incertitudes: le dispositif des scénarios du futur. Éducagri éditions.
- Venturini, T. (2012). Building on faults: How to represent controversies with digital methods. *Public Understanding of Science*, 21(7), 796–812.
- Venturini, T., Ricci, D., Mauri, M., Kimbell, L., y Meunier, A. (2015). Designing Controversies and Their Publics. *Design Issues*, 31(3), 74–87.

Preservice primary teachers' argumentative skills during their participation in a role play on nuclear energy

Isabel María Cruz Lorite^{1a}, Maria Evagorou², Daniel Cebrián Robles^{1b}, María del Carmen Acebal Expósito^{1c}

¹Department of Didactics of Mathematics, Social Sciences and Experimental Sciences. University of Malaga. ^a imclorite@uma.es; ^b dcebrian@uma.es; ^c mcebal@uma.es

²Department of Education. University of Nicosia. evagorou.m@unic.ac.cy

RESUMEN: Este trabajo muestra los resultados preliminares de un estudio acerca del uso del juego de rol sobre un problema sociocientífico para la puesta en práctica de las habilidades argumentativas de profesorado de primaria en formación inicial. El problema tratado fue el pacto realizado por el Gobierno español y algunas empresas energéticas para el cierre del parque nuclear español entre 2025 y 2035. Se analizó la estructura y el tema de los argumentos utilizados durante la escenificación. Los resultados muestran que los participantes utilizan gran cantidad y variedad de pruebas y en menor medida formulan conclusiones y justificaciones. La mayor parte de los argumentos fueron sobre temas ambientales, seguidos por los económicos y los sociales. Finalmente, el juego de rol parece ser adecuado para la práctica del uso de pruebas, aunque queda pendiente el análisis de la calidad de las mismas.

PALABRAS CLAVE: Juego de rol, argumentación, problemas sociocientíficos, profesorado de primaria en formación inicial.

ABSTRACT: This work presents preliminary results of a study on the use of role play on a socioscientific issue for the practice of argumentative skills of preservice primary teachers. The socioscientific issue addressed was the agreement of the Spanish Government and some energy companies for the closure of all Spanish nuclear power plants between 2025 and 2035. The structure and topics of the arguments used during the role-playing discussion were analysed. The results show that the participants use a large amount and variety of evidence and, to a lesser extent, formulate conclusions and justifications. Most of the arguments were on environmental topics, followed by the financial topics and social topics. Finally, the role play seems to be very adequate for the practice of the use of evidence, although the analysis of their quality remains to be done.

KEYWORDS: Role play, argumentation, socioscientific issues, preservice primary teachers.

INTRODUCTION

The nuclear energy is a noteworthy problem to be tackled with preservice teachers as it can be considered a socioscientific issue (SSI). According to Evagorou et al. (2020), SSI are ill-structured problems that involve moral, ethical and financial aspects, lack clear solutions, and emerge as a science-society nexus with a degree of uncertainty. Nuclear energy is a scientific issue that has had an impact on world history at technological, economic, military-industrial, political, social, environmental and cultural levels (Solbes & Torres, 2018). Such contexts allow the use of evidence in decision-making, an essential

aspect of learning and developing scientific argumentation (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018). Preservice teachers' engagement with socioscientific issues, and especially how they discuss and provide evidence is still relatively unexplored (Evagorou et al., 2020). Furthermore, how to support preservice teachers in their effort to understand and talk about SSI is still explored.

Role-playing games are appropriate teaching strategies to address these SSI. They allow to bring social debates into the science classroom and create consensual knowledge-building processes (Belova et al., 2013). Preservice teachers can put themselves in the point of view of others in a role play, which helps them establish scaffolding postures and broaden their comprehension of the opposing viewpoints and counterarguments to the topic at hand (Drumond-Vieira et al., 2015). This work examines the extent to which role play promotes the development of scientific arguments and the use of evidence, justifications and conclusions during an experience with preservice primary teachers (PPTs).

METHODOLOGY

Participants

Four role plays were carried out in two groups of PPTs studying the subject Science Teaching in the 3rd year of the Degree in Primary Education at the University of Malaga. This work only analyses one role play in which 28 PPTs between 20 and 21 years old participated. In general, their background was in social sciences and humanities and most of them had last studied science in secondary education.

Learning context

The role play was based on a real agreement of the Spanish Government and some energy companies for the closure of all nuclear power stations in Spain between 2025 and 2035 (RTVE, 2019). To prepare the activity, the PPTs were organised into eleven small groups, each consisting of between 2 and 4 students, defending different roles. Five of the roles were against the agreement (that means in favour of the use of nuclear energy): government politician, manager of a nuclear cemetery, nuclear scientist, manager of a nuclear plant and worker from a nuclear plant; and five roles were in favour of the agreement (that means against the use of nuclear energy): ecologist, renewable energy scientist, member of the public, solar energy entrepreneur and politician from the opposition. The last group had the role of the presenters and producers. One student was the spokesperson in each of these small groups, and the rest were the advisory team, with different tasks during the role play's preparation and staging. The role play lasted 41 minutes and was divided into three parts. The presentation round took place in the first part, in which each spokesperson had 3 minutes to provide their initial arguments. During the presentation round, the advisory teams had to take notes on the initial arguments made by the other roles. In the second part, there was a five-minute break, during which the spokespersons had to discuss with their advisory teams what counterarguments to use in the third part of the staging. Finally, in the third part, the debate took place, in which each group had to attempt to counter each other's arguments. The program presenters and producers had the task of moderating the debate and taking notes on the most relevant points of the discussion for a summary at the end of the debate. They were also to use some technological application to show on the classroom projector brief comments that the participant could send during the debate from their mobile phones. More details about the design and the development of the role play can be consulted in Cruz-Lorite et al. (2020).

Data collection and analysis

The role play was video recorded and this video recording was transcribed. The PPTs' argumentation skills were analysed through two aspects: the structure and the topics of the arguments.

The structure of the arguments

The analysis of the structure of the arguments was based on an adaptation of the Toulmin model (Toulmin, 1958) developed by Jiménez-Aleixandre (2010), considering as essential elements of arguments the evidence, the justifications and the conclusions. The evidence 'is the observation, fact, experiment, sign, sample or reason intended to show that a statement is true or false' (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 20). The justification is 'the element which relates the conclusion or explanation with the evidences' (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 75). Finally, the conclusion 'is the statement of knowledge that is intended to be proved or refuted' (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 70). Furthermore, the arguments were analysed regarding the number of elements they included. They could be complete (if they included evidence, justification and conclusion) or incomplete (if they did not include at least one of the aforementioned elements).

The topics of the arguments

An open coding was carried out to analyse the topics of the arguments. As a result, fourteen sub-categories were extracted, grouped in four categories: financial, environmental, social and others (Table 1).

Table 1. Framework for the analysis of the topics of the arguments. In the description, 'type of energy' refers to the different ways of producing electricity from different sources (e.g. solar energy, wind energy or nuclear energy)

CATEGORY	SUB-CATEGORY	DESCRIPTION
Environmental	Pollution	About how a certain type of energy affects the environment.
	Health	About health aspects related to the use of a certain type of energy.
	Resources depletion	About the reserves of natural resources or their consumption pace.
	Waste and waste management	About waste generated by a certain type of energy and its management.
	Safety	About the safety of a certain type of energy.
Financial	Continuous production	About aspects related to maintaining a continuous electricity production with a certain type of energy.
	Employment	About aspects related to the employment provided by a certain type of energy.
	Production costs	About the costs of electricity production of a certain type of energy.
	Saving money	About the economic savings and taxes associated with the use of a certain type of energy.
	Viability	About practical/economic viability of the use of a certain type of energy.
Social	Ear money	About the incomes for towns, cities, countries, etc.
	Necessity	About why we need to use a certain type of energy or other services (e.g. nuclear cemetery)
Others	Resettle	About social benefits or damages of a certain type of energy.
	Unknown topic	It is not possible to know what is exactly the topic they talk about.

The data were analysed with the qualitative analysis software Atlas.ti v.9. An example of the analysis of an argument is shown below (the authors have added information in square brackets for a better understanding of the analysis and the quotations):

Member of the public: ‘I think it would be much easier if the resources offered to us, for example solar panels, were more viable [conclusion], because not everybody has access to install solar panels in their house and get their energy through it [evidence]. Therefore, we are in favour of renewable and non-polluting energies. They should be more accessible, because there are not enough resources to obtain it [justification]’. Complete argument; topic: viability (financial).

Reliability analysis

For data analysis, first, two of the authors conducted several rounds of analysis, on the one hand, to test the adequacy of the framework for analysing the structure of the arguments and, on the other hand, to extract the categories to form the framework for analysing the topics of the arguments. These rounds consisted of two rounds of analysis of the first role play and one round of analysis of the second role play (three rounds in all). Then, we proceeded to the reliability analysis of both developed frameworks, in which three of the authors of this work participated. A sample of 25 % of the transcript of the third role play was selected for the reliability analysis, including 28 utterances (an utterance is an intervention made by a participant). The authors independently analysed each utterance, identifying evidence, justifications and conclusions and the topics on which they were about. The percentages of agreement were higher than 75 % for all the categories analysed. Disagreements were resolved through discussion among the authors.

RESULTS

In Table 2 can be seen the results about the structure of the arguments analysis. The PPTs use a large amount of evidence in their arguments. However, they formulate conclusions to a lesser extent, and the justifications are the least present elements in their arguments. These elements were presented as complete (32) or incomplete arguments (41). Often, an argument includes more than one evidence, justification and/or conclusion, which is why the total number of elements (172) is higher than the total number of arguments (73).

Table 2. Results of the analysis of the structure of the arguments used by the PPTs.

	N	%
Evidence	76	44,19
Justification	41	23,84
Conclusion	55	31,98
Total	172	100,00

With respect to the incomplete arguments, the most common types of structures were:

1. Only conclusion or evidence. The PPTs provide a conclusion without further evidence or justification. For example, the ecologist’s advisor said: ‘As far as geological formations [repositories] are concerned, it is very bad to group this [nuclear waste] together on land [conclusion]’. In this case, there is no further evidence about why burying nuclear waste is a bad measure.
2. Conclusion and evidence without justification. The PPTs provide evidence and conclusion, but without a justification that satisfactory links both elements. For example, the manager of a nuclear plant said: ‘With regard to clean energies, for example, solar or wind energy they often depend on meteorological factors [conclusion]. For example, solar energy would not be produced at night and wind

energy depends on the wind, while nuclear power plants create a lot of energy [evidence]’. In this case, it is not justified how the evidence on the amount of energy provided by nuclear energy explains the conclusion that nuclear energy does not depend on meteorological factors.

- Evidence and justification without conclusion. The PPTs provide evidence and justification, but the conclusion is not explicitly stated. For example, the worker from a nuclear plant said: ‘Furthermore, nuclear energy costs us money because of its production, but we have to consider that with solar energy, among other renewable energies, we’re being taxed [evidence] for something that is supposed to belong to all of us and we should all benefit from. So, why are we questioning this? [justification]’. In this case, it is not clear what is being questioned and to what conclusion this reasoning is ultimately directed.

Table 3. Results of the analysis of the topics of the arguments used by the PPTs. The number of topics is higher than the number of complete and incomplete arguments because often an argument was about more than one topic.

CATEGORY	SUB-CATEGORY	N		%	
Environmental	Pollution	1	57	0,99	56,44
	Health	17		16,83	
	Resources depletion	7		6,93	
	Safety	13		12,87	
	Waste and waste management	19		18,81	
Financial	Continuous production	9	39	8,91	38,61
	Ear money	1		0,99	
	Employment	12		11,88	
	Production costs	2		1,98	
	Saving money	14		13,86	
Social	Viability	1	4	0,99	3,96
	Necessity	1		0,99	
	Resettle	3		2,97	
Others	Unknown topic	1	1	0,99	0,99
Total		101	101	100,00	100,00

Regarding the analysis of the topics, there is a clear presence of arguments on environmental issues (Table 3). Waste and waste management is the sub-category with the highest number of contributions. The discussion on social issues was very limited and focused on aspects related to the benefits that nuclear energy would have for repopulating depopulated areas of Spain.

CONCLUSIONS

Given the dynamism and dialectical structuring of role-playing games, this teaching strategy can be considered as a perfect setting to bring scientific evidence into play. This work has highlighted the high number of evidence that PPTs presented in their arguments, over and above other elements such as conclusions and justifications. Implications from this study concern continuing the analysis to explore in detail the quality, relevance, and consistency of this evidence concerning the arguments, given that the use of evidence is,

according to Bravo-Torija and Jiménez-Aleixandre (2018), a central feature of knowledge evaluation and, therefore, of argumentation.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the European Social Fund and Spain's National Research Agency (contract PRE2018-083328 of the Excellence in R+D project Developing the competences of secondary and university students in relation to everyday problems through the scientific practices of argumentation, inquiry and modelling - EDU2017-82197-P); by the University of Malaga (Educational Innovation Project Development of competences in environmental education during teacher training - PIE A-19-067); and by the Spanish National Plan (R+D+i Project Citizens with critical thinking: A challenge for teachers in science education - PID2019-105765GA-I00).

REFERENCES

- Belova, N., Eilks, I., & Feierabend, T. (2013). The evaluation of role-playing in the context of teaching climate change. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(S1), 165–190.
- Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619–638.
- Cruz-Lorite, I. M., Acebal, M. C., Cebrián, D., & Blanco, A. (2020). El juego de rol como estrategia didáctica para el desarrollo de la conciencia ambiental. Una Investigación Basada en el Diseño (IBD). *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1-23.
- Drumond-Vieira, R., Roberto-da-Rocha-Bernardo, J., Evagorou, M., & Florentino-de-Melo, V. (2015). Argumentation in Science Teacher Education: The simulated jury as a resource for teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1113–1139.
- Evagorou, M., Nielsen, J. A., & Dillon, J. (Eds.). (2020). *Science Teacher Education for Responsible Citizenship: Towards a Pedagogy for Relevance through Socioscientific Issues*. Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- RTVE. (6 de marzo de 2019). Las grandes eléctricas pactan el cierre escalonado de las centrales nucleares españolas entre 2025 y 2035. *RTVE*. Retrieved from <http://bitly.ws/hwPX>
- Solbes, J., & Torres, N. (2018). Energía nuclear: una cuestión sociocientífica para el desarrollo del pensamiento crítico. In: Conrado, D. M., and Nunes-Neto, N., *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* [online]. (pp. 375-394). ISBN 978-85-232-2017-4.
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Propuestas didácticas para la incorporación de los ODS en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria

María Calero Llinares¹, José Cantó Doménech¹, Olga Mayoral García-Berlanga^{1,2}, Tatiana Pina Desfilis¹, M. Àngels Ull Solís³, Amparo Vilches Peña¹.

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València. María.Calero@uv.es; Jose.Canto@uv.es; Tatiana.Pina@uv.es;

Amparo.Vilches@uv.es

²Jardín Botánico de la Universitat de València, Universitat de València.

Olga.Mayoral@uv.es

³ERI de Estudios de Sostenibilidad, Universitat de València. Angels.Ull@uv.es

RESUMEN: El propósito de este trabajo es presentar algunos resultados de una amplia investigación cuya finalidad principal es contribuir a incrementar la atención a la Educación para la Sostenibilidad (EDS) y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la formación del profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria. Para ello se han diseñado y puesto en práctica propuestas fundamentadas de intervención didáctica para el tratamiento de los ODS en diferentes asignaturas de los Grado en Maestro/a en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universitat de València, que permitan implicar al profesorado en formación inicial en la adopción de medidas para avanzar en la construcción de un presente y un futuro sostenibles. Los primeros resultados muestran que la implementación de dichas propuestas favorece un conocimiento significativo de los ODS por parte del profesorado en formación implicado, a la vez que contribuye a facilitar la incorporación de los valores de la Sostenibilidad en su futura práctica docente.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, Educación para la sostenibilidad (EDS), Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Formación Inicial del Profesorado, Educación Superior

ABSTRACT: The purpose of this study is to present some results of an extensive research aimed at contributing to increase the attention given to Sustainability and the Sustainable Development Goals (SDGs) in the training of Early Childhood and Primary Education teachers. To this end, we have designed and put into practice teaching proposals to address the SDGs in different subjects of the Degrees in Preschool Education and in Primary Education at the Universitat de València to involve future teachers in the adoption of measures to advance in the construction of a sustainable present and future. The first results show that the implementation of these proposals favours the achievement of a significant knowledge of the SDGs by the teachers involved, while helping to facilitate the incorporation of the principles and values of Sustainability in their future teaching practice.

KEYWORDS: Sustainability, Education for Sustainable Development (ESD), Sustainable Development Goals (SDGs), Teacher Training, Higher Education

OBJETIVOS: El objetivo del presente trabajo es el diseño de secuencias didácticas (SD) para trabajar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la formación inicial de

Maestros/as de Educación Infantil y Primaria, así como su implementación en diferentes asignaturas y la evaluación de su impacto.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se enfrenta a desafíos globales como la crisis sanitaria, el cambio climático, las crecientes desigualdades, las guerras o la erradicación de la pobreza. En este contexto global, el impulso de la sostenibilidad es señalado por especialistas y organismos internacionales como el camino para garantizar la calidad de vida, la equidad entre las generaciones presentes y futuras y la salud ambiental (Bybee, 1991; UNESCO, 2015; Worldwatch Institute, 1984-2017).

A lo largo de las últimas décadas hemos sido testigos de un creciente reconocimiento, del papel de la educación como agente clave para transformar la sociedad actual en una más sostenible, equitativa y justa (Tilbury, 2011). El papel fundamental que Naciones Unidas (UN, por sus siglas en inglés), especialmente desde la UNESCO, y otras instituciones científicas y educativas han atribuido a la educación ha sido el de proporcionar a la ciudadanía la formación que permita participar en la adopción de decisiones y en la puesta en práctica de medidas para superar la grave crisis socioambiental a la que nos enfrentamos y avanzar en la construcción de un presente y un futuro satisfactorios para todas las personas (UNESCO, 2005, 2015 y 2017).

Entre otros acontecimientos, la institución de la Década de las Naciones Unidas para la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS, 2005-2014; UNESCO, 2005) fue determinante para impulsar los procesos de integración de los principios de Educación para la Sostenibilidad (EDS) en todos los niveles educativos y la formación del profesorado y desembocó en la aprobación del Programa de Acción Global (UNESCO, 2014) durante la Conferencia Mundial de EDS celebrada en 2014.

En 2015, tras un proceso de más de tres años de amplia participación, la Asamblea General de UN aprobó el documento "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" (UN, 2015), articulado a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 Metas para ser puestos en marcha en el periodo 2016-2030. En particular, el ODS 4 (Educación de calidad), en la meta 4.7, hace referencia a la necesidad de que el alumnado adquiera los conocimientos y competencias necesarias para promover el Desarrollo Sostenible.

MARCO TEÓRICO

La universidad, como institución dedicada a la creación y transmisión de conocimiento a través de la investigación y la docencia, desempeña un papel protagonista en la difusión y aplicación de posibles soluciones a los problemas socioambientales a los que se enfrenta la sociedad. La complejidad de la situación del mundo actual exige impulsar en todas las disciplinas una EDS que favorezca que nuestro alumnado *“sea capaz de colaborar, manifestarse y actuar en nombre de un cambio positivo”* (UNESCO, 2015 y 2017).

Sin embargo, a pesar de las recomendaciones de UN y de la UNESCO a todos los países y a sus instituciones educativas para que introduzcan la EDS, la investigación ha mostrado que siguen existiendo dificultades para llevarlo a cabo con la implicación necesaria (Cantó, Vilches y Hurtado, 2014; Gil-Pérez y Vilches, 2019). Tal y como se ha puesto de manifiesto, no es suficiente que haya referencias a la Sostenibilidad en las competencias de los currículos si las materias no desarrollan los contenidos que contribuyan a su adquisición o si el profesorado no lo considera realmente importante y no lo lleva adelante en sus clases (Vilches y Gil-Pérez, 2013). De hecho, la escasa cultura de la Sostenibilidad

entre el profesorado y la utilización de metodologías tradicionales (Gil-Pérez y Vilches, 2019) son algunos de los obstáculos detectados para su incorporación real.

Es el profesorado quien, en definitiva, tiene que implementar en el aula los procesos de sostenibilización curricular de las materias como agente del cambio hacia la transición a la Sostenibilidad; por eso es fundamental incorporar la EDS en la formación del profesorado. En la perspectiva de impulsar el logro de los ODS desde la Educación Superior, la investigación llevada a cabo pretende dar respuesta a la siguiente cuestión general: ¿cómo se podría favorecer el tratamiento de los ODS en la formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria? Es decir, ¿cómo implicarlo en el tratamiento de los ODS y la EDS en sus clases? Mediante un proceso de investigación e impregnación en la cultura de la sostenibilidad, se pretende incorporar en su formación los contenidos en relación con los ODS y la EDS y la necesidad de su tratamiento en las aulas.

Teniendo en cuenta investigaciones precedentes (Calero et al., 2019), la hipótesis que ha orientado la investigación ha sido que: Diseñar, llevar a cabo y evaluar propuestas de intervención didáctica favorece un mayor conocimiento e implicación de los futuros maestros y maestras de Educación Infantil y Primaria sobre los ODS.

Al tratarse de una amplia investigación, nos centraremos en una parte del trabajo realizado. En la presentación oral se mostrarán con más detalle los diseños de las intervenciones y algunos de los resultados obtenidos en este estudio.

METODOLOGÍA

Con la finalidad de dar respuesta a los numerosos llamamientos y tratar de incluir la EDS en la formación inicial del profesorado, se han diseñado varias propuestas de intervención (validadas por personas investigadoras en didáctica de las ciencias) que se pusieron en práctica durante el curso 2020-21 en distintas asignaturas de 3º y de 4º curso del Grado en Maestro/a en Educación Infantil y en Educación Primaria de la Universitat de València (UV) (Tabla 1). Las propuestas didácticas se implementaron a lo largo de cuatro sesiones de dos horas de duración en cada uno de los grupos implicados.

Tabla 1. Características de la muestra en que se implementaron las propuestas didácticas.

Titulación (Grado)	Asignatura	Curso	Descripción	Participantes
1. Maestro/a en Educación Infantil	Taller multidisciplinar del área: El medio físico, natural, social y cultural	4º	6 créditos Optativa Cuatrimestral	25
2. Maestro/a en Educación Primaria	Propuestas Didácticas en Ciencias	3º	6 créditos Optativa Cuatrimestral	42
3. Maestro/a en Educación Primaria	Didáctica de las Ciencias: Materia, Energía y Máquinas	3º	4,5 créditos Obligatoria Cuatrimestral	86

Algunos de los objetivos a los que se pretende contribuir con estas propuestas de intervención se reflejan en la Tabla 2.

Tabla 2. Objetivos de las propuestas de intervención didáctica diseñadas para su implementación en el Grado en Maestro/a en Educación Infantil y en Educación Primaria.

Finalidades de las propuestas de intervención didáctica sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	
1.	Conocer los problemas socioambientales más importantes, promover debates sobre sus causas y estrechas relaciones, así como el papel que cada uno/a puede desempeñar para avanzar en sus posibles soluciones.
2.	Comprender el concepto de Sostenibilidad y reconocerlo como alternativa necesaria frente al crecimiento económico habitual, en un planeta de recursos limitados.

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

3. Conocer el origen de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible y las características, vinculaciones e importancia de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.
4. Reconocer el nivel de responsabilidad, como ciudadano/a y como docente en formación, ante los problemas a que nos enfrentamos y la necesidad de contribuir a avanzar en la transición a la Sostenibilidad.

Las actividades diseñadas pretenden contribuir a la adquisición de algunas competencias generales y específicas de los grados en los que se desarrolló la intervención (Tabla 3).

Tabla 3. Competencias generales (CG) y específicas (CE) vinculadas a las propuestas.

Titulación	Competencias	
Grado en Maestro/a en Ed. Infantil y Ed. Primaria (UV)	CG16 (Ed. Infantil)	Analizar e incorporar de forma crítica las cuestiones más relevantes de la sociedad actual que afectan a la educación familiar y escolar: impacto social y educativo de los lenguajes audiovisuales y de las pantallas; cambios en las relaciones de género e intergeneracionales; multiculturales e interculturales; discriminación e inclusión social y desarrollo sostenible; y también promover acciones educativas orientadas a la preparación de una ciudadanía activa y democrática, comprometida con la igualdad, especialmente entre hombres y mujeres.
	CG4 (Ed. Primaria)	
Grado en Maestro/a en Ed. Infantil (UV)	CE218	Adquirir actitudes y comportamientos con el desarrollo sostenible a través de la comprensión de las respuestas que dan las sociedades a determinadas situaciones y las transformaciones que ello genera. Promover el interés y respeto por el patrimonio natural, social y cultural a través de proyectos didácticos adecuados.
	CE242	Promover el interés y el respeto por el medio natural mediante proyectos didácticos que pongan de manifiesto algunas de las relaciones entre ciencias, técnicas, sociedad y desarrollo sostenible.
Grado en Maestro/a en Ed. Primaria (UV)	CE110	Fomentar la educación democrática de la ciudadanía, la práctica del pensamiento social crítico y la defensa de los derechos humanos desarrollando competencias en la comprensión de la sociedad sin discriminaciones por razón de sexo, cultura, religión, etc.
	CE112	Adquirir actitudes y comportamientos comprometidos con el desarrollo sostenible a través de la comprensión de las respuestas que dan las sociedades a determinadas situaciones y las transformaciones que ello genera.
	CE126	Elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción de ciencias, tecnologías, sociedad y desarrollo sostenible.

Se pretende que el alumnado reflexione sobre los problemas y desafíos a los que ha de hacer frente la humanidad y las acciones educativas requeridas. Nos centraremos en una de dichas propuestas, aplicada en las asignaturas “Taller multidisciplinar del área” y “Propuestas Didácticas en Ciencias” (Tabla 1), consistente en un programa de actividades con comentarios didácticos para facilitar la intervención. Un fragmento de dicho programa para el alumnado se muestra en la Figura 1.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

OBJETIVOS UNIVERSALES, INCLUSIVOS E INDIVISIBLES PARA TRANSFORMAR EL MUNDO

En la Asamblea de Naciones Unidas celebrada en Nueva York en septiembre de 2015, los Estados Miembros de la ONU aprobaron el documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, articulado a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas para ser puestos en marcha en el período 2016-2030. Esta Agenda establece 17 objetivos universales, e interrelacionados, para abordar una amplia gama de desafíos sociales, económicos y ambientales.

Se han logrado enormes progresos, pero aún es necesario seguir avanzando.

A.1. Vivimos en la actualidad una situación de auténtica emergencia planetaria caracterizada por una serie de problemas vinculados entre sí que es preciso contemplar globalmente. ¿Cuáles pensáis que son los problemas mundiales a los que la humanidad ha de hacer frente?

A.2. Hagamos ahora un ejercicio de imaginación, planteándonos las siguientes cuestiones:
 ¿Qué edad tendréis en 2030? ¿Cómo esperaréis que sea vuestra vida en 2030? ¿Cómo os gustaría que fuera el mundo en 2030? ¿Cómo os imagináis que serán, posiblemente, los problemas mundiales en 2030? ¿En qué se diferencian esos problemas de los actuales? ¿Tienen alguna relación con los problemas de hoy? ¿Qué problemas esperaréis que se hayan resuelto para entonces?

A.3. Visualizar el vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=MCKH5xk8Xg>)

Figura 1. Fragmento del programa de actividades para docentes en formación.

Con una orientación constructivista, partiendo de problemas de interés y mediante un trabajo colaborativo se pretende favorecer la participación del futuro profesorado en la construcción de conocimientos y promover su formación como parte activa de una ciudadanía responsable y preparada para participar en la toma de decisiones frente a los problemas a los que ha de hacer frente la humanidad.

Tras la implementación de la propuesta, con el fin de valorar el interés concedido por el profesorado en formación a las actividades realizadas, conocer si le ha permitido profundizar en sus conocimientos sobre los ODS y así aumentar su concienciación sobre las medidas que es necesario adoptar, se pasó un cuestionario de valoración (Figura 2).


 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE https://www.un.org/sustainabledevelopment/ EVALUACIÓN PROPUESTA DIDÁCTICA ODS	
<p>1. Valora de 0 a 10 (indicándolo con una X sobre el valor elegido) en qué medida el trabajo realizado sobre los ODS te ha ayudado a comprender mejor la situación de emergencia planetaria a la que nos enfrentamos y, sobre todo, la necesidad y posibilidad de avanzar hacia la Sostenibilidad:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 </p> <p>Comentarios y/o sugerencias (comenta las razones de tu valoración):</p>	<p>2. Valora de 0 a 10 el interés de las actividades realizadas:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 </p> <p>Indica si alguna te ha interesado en particular y por qué y también si hay alguna actividad que pienses que no conviene hacer:</p>
<p>3. Valora de 0 a 10 hasta qué punto piensas que este trabajo puede mejorar tu compromiso frente al reto que supone el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 </p> <p>¿Cómo has percibido que tu compromiso ha mejorado? Indica los comentarios y/o sugerencias que ayuden a clarificar la respuesta:</p>	<p>4. Valora de 0 a 10 si consideras que las actividades realizadas te pueden ayudar a trabajar la Educación para la Sostenibilidad con alumnado de Educación Infantil/Primaria:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 </p> <p>Indica razonadamente qué otros instrumentos o ayudas precisarías</p>
<p>5. Otros comentarios, críticas y/o sugerencias:</p>	
<p>¡Muchas gracias por tu colaboración!</p>	

Figura 2. Cuestionario de evaluación de la propuesta didáctica.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del trabajo de los 67 participantes, en la puesta en marcha y evaluación de la propuesta, muestran que:

- Las actividades realizadas sobre los ODS han ayudado a comprender mejor la problemática socioambiental, así como la necesidad de adoptar medidas para avanzar en la construcción de sociedades más sostenibles.
- La propuesta favorece la reflexión del profesorado en formación inicial participante sobre las acciones que se pueden y deben llevar a cabo para mejorar su compromiso para avanzar en la Sostenibilidad y resulta de utilidad para su mayor implicación en el desarrollo de la EDS con alumnado de Educación Infantil y Educación Primaria.
- Los resultados obtenidos respecto a la valoración de las actividades realizadas, han sido muy positivos en todos los ítems (entre 8,4 y 9,4), mostrando un grado de satisfacción ligeramente superior en el Grado en Maestro/a en Educación Primaria. Son muchos los comentarios que reflejan la importancia concedida a la realización de actividades como las propuestas.

Estos resultados ponen de manifiesto que las propuestas didácticas diseñadas e implementadas con docentes en formación han resultado eficaces, como una primera aproximación al tratamiento de los ODS en los Grados en Maestro/a en Educación Infantil y Educación Primaria, a pesar de las limitaciones del trabajo y las dificultades que se han

tenido que superar por la COVID-19. Por ello es necesario que los ODS sean incorporados no solo

al currículum de las diferentes materias del Grado, sino también que sean abordados en el aula, de manera contextualizada, con el fin de profundizar en su significado e importancia y establecer las estrechas relaciones entre ellos.

CONCLUSIONES

El conjunto de resultados obtenidos, tal y como se mostrará en la presentación oral, apoya nuestra conjetura sobre que llevar a cabo y evaluar propuestas de intervención didáctica favorece un mayor conocimiento e implicación de los futuros maestros y futuras maestras sobre los ODS, contribuyendo a su concienciación sobre la gravedad de la situación y a su implicación en la puesta en marcha de medidas que es necesario adoptar para el logro de un presente y un futuro sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, Á. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 37(1), 157-175. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Cantó, J., Vilches, A. y Hurtado, A. (2014). Formación en sostenibilidad de los futuros maestros de Educación Infantil: percepciones del alumnado. *Revista Unipluriversidad*, 41(14), 365-372.
- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2019). La comprensión e impulso de la Sostenibilidad: un requisito imprescindible para una acción educativa y ciudadana eficaz. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(2), 2101. https://doi:10.25267/Rev_educ_ambientsostenibilidad.2019.v1.i2.2101
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001914/191442e.pdf>
- UN (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. A/70/L.1 https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- UNESCO (2005). *UN Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014 International Implementation Scheme*. UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654e.pdf>
- UNESCO (2014). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514e.pdf>
- UNESCO (2015). *Education 2030. Incheon Declaration and Framework for action for implementation of SDG 4*. UNESCO. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/ED/pdf/FFA_Complet_Web-ENG.pdf
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives*. UNESCO <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2013). La Ciencia de la Sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Número Extraordinario), 749-762. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.17
- Worldwatch Institute (1984-2017). *The State of the World*. W.W. Norton.

Propuestas para generar Conciencia Ambiental en los alumnos de Educación Primaria e Infantil

Sandra Laso Salvador¹, Mercedes Ruiz Pastrana²
Universidad de Valladolid. ¹sandra.laso@uva.es; ²mercedes.ruiz@uva.es

RESUMEN: Es necesario que toda la población tome conciencia sobre los graves problemas medioambientales. En esta línea, se está desarrollando un proyecto orientado a generar y desarrollar conciencia ambiental desde edades tempranas. En este trabajo, se presentan dos propuestas de intervención para aulas de educación infantil y educación primaria y se exponen los resultados obtenidos en ambas etapas educativas tras su implementación. Con ello, se pretende que, desde el comienzo de su educación, los alumnos vayan formando un juicio crítico en la valoración de temas científico-ambientales y se sientan partícipes para convertirse en ciudadanos responsables.

PALABRAS CLAVE: conciencia ambiental, educación ambiental, educación primaria, educación infantil.

ABSTRACT: It is necessary for the entire population to become aware of the serious environmental problems. Along these lines, a project is being developed aimed at generating and developing environmental awareness from an early age. In this work, two intervention proposals are presented for early childhood and primary education classrooms and the results obtained in both educational stages after their implementation are presented. The aim is to ensure that, from the beginning of their education, pupils form a critical judgement in the evaluation of scientific-environmental issues and feel involved in becoming responsible citizens.

KEYWORDS: environmental awareness, environmental education, primary education, early childhood education.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la sociedad mundial se enfrenta a graves problemas medioambientales, difíciles de abordar, en los que la educación y los docentes tienen un papel fundamental para informar, trabajar y concienciar a los futuros ciudadanos como individuos críticos, responsables y comprometidos con su entorno (Richard y Contreras, 2013).

Estos problemas, no solo representan una amenaza para la salud de las personas, sino que también lo son para el propio entorno, afectando principalmente a la flora y fauna del planeta. La asociación WWF afirma que, en cuarenta años, la biodiversidad se ha reducido en un 58% (WWF, 2021). Concretamente, en las últimas dos décadas se viene observando cómo las poblaciones de vencejos, aviones y golondrinas han disminuido un 30% (Ibáñez, 2021).

Esta problemática medioambiental, lejos de decrecer, aumenta cada año. De ahí que, en este trabajo, se utilicen las Ciencias Naturales para trabajar la conservación del medio ambiente, que se tratará como base general, para, posteriormente, ir abordando problemas derivados de su degradación y su efecto a corto, medio y largo plazo. Se centra de forma

específica en la afectación de tres aves con características muy similares, el vencejo, la golondrina y el avión.

A la vista de esta realidad, parece conveniente encontrar el modo de conseguir en el aula, tanto la formación científica básica de los futuros ciudadanos, como una mayor implicación en estas cuestiones. El design thinking se posiciona como metodología adecuada ya que, promueve el aprendizaje significativo, dando la oportunidad a los alumnos de convertirse en protagonistas que investigan, interpretan problemas y buscan soluciones con la figura del docente como clave para presentar el problema y guiar a los educandos. Por ello, mediante este contenido y esta metodología, se trabajará la conciencia ambiental dentro de las aulas de Educación Primaria y de Educación Infantil, fomentando el trabajo cooperativo y el descubrimiento guiado, la toma de decisiones y el respeto de las diferentes opiniones.

MARCO TEORICO

En este punto se pretende ofrecer una visión global del sustento de las propuestas de intervención planteadas. Concretamente, se hace una revisión del concepto de conciencia ambiental y se estudia la idoneidad de la metodología design thinking como alternativa para generar conciencia ambiental y lograr alcanzar un aprendizaje significativo.

Conciencia ambiental

La educación ambiental surge de la necesidad de asumir una educación que permita dar solución a los problemas ambientales. Bill Stapp, uno de los primeros autores que define educación ambiental, lo hace asignando a este concepto el objetivo de formar ciudadanos sensibilizados con el medio biofísico y sus problemas, concienciados de cómo ayudar a resolverlos (González, 2003). En definitiva, la educación ambiental posibilita generar conciencia ambiental.

Se entiende este concepto como un proceso complejo en el que es necesario que el individuo viva, conozca y experimente con toda la información que puede obtener de su entorno, consiguiendo así una gran base de conocimientos que le permitirán comprender el mundo a través de pequeñas acciones (Febles, 2001).

Esta idea sobre la conciencia ambiental se puede observar desde diferentes perspectivas o dimensiones. La dimensión cognitiva centra su atención en el grado de información o conocimiento que tiene un individuo sobre el medio ambiente, es decir, en su nivel de comprensión. La dimensión afectiva refleja la percepción que se tiene del medio, creando así unos sentimientos y creencias en materia medioambiental y, de forma más precisa, habla sobre las emociones que despierta. Otra perspectiva para tratar es la dimensión conativa, centrándose en la disposición a generar actitudes y criterios proambientales en la conducta, generando interés en participar de forma positiva en la mejora del medio, ya sea mediante la predisposición en actividades o manifestando nuevas ideas o mejoras. Por último, la perspectiva activa permite la creación de nuevas conductas en la realización de actos y prácticas responsables con el medio (Anónimo, 2019; Gomera, Villamandos y Vaquero, 2012).

Para lograr un alto grado de conciencia ambiental en los estudiantes se deben seleccionar metodologías adecuadas para este fin, en las que se implique activamente a los alumnos y que desarrollen su capacidad de razonamiento. Se posiciona el design thinking como elección acertada dados los aspectos que se comentan a continuación.

Design thinking

El design thinking (Brown, 2008) permite alcanzar las premisas señaladas anteriormente, además de desarrollar, implementar y evaluar ideas propuestas para la solución de problemas, en este caso problemas ambientales. Esta metodología, que nace en la escuela de diseño de la Universidad de Stanford en los años 90, plantea generar ideas innovadoras, que centren su eficacia en el entendimiento y la solución de las necesidades reales de unos usuarios. Es decir, es una innovación centrada en la persona (Brown, 2008). El design thinking atiende al proceso de diseño más que al producto final, e integra conocimientos técnicos del diseño, las ciencias sociales, la empresa y la ingeniería. Por lo tanto, integra numerosas ventajas derivadas de esos diferentes campos que, aplicadas al entorno educativo permiten mejorar en los estudiantes, entre otras, la capacidad de resolución de problemas, el trabajo en equipo, el compromiso con las tareas, la curiosidad por el aprendizaje, la sensibilidad hacia los problemas de otras personas y del contexto global y el grado de empatía y de humildad.

Esta metodología implica realizar una serie de fases (Figura 1) (Scheer, Noweski y Meinel, 2012).

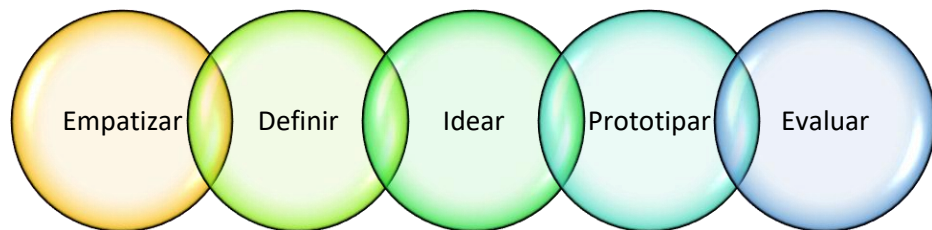


Figura 1. Fases del Design Thinking.

A continuación, se pasa a detallar cada una de las fases expuestas en la Figura 1 (Arias-Flores, Jadán-Guerrero y Gómez-Luna, 2019):

1. Empatizar: esta primera fase consiste en comprender las necesidades de los participantes y del entorno. Esta etapa requiere la capacidad de imaginar el mundo desde diferentes perspectivas. Por ello, algunas técnicas o herramientas adecuadas son la segmentación y el moodboard, entre otras.
2. Definir: durante este periodo cribaremos la información recogida en la fase anterior, que pueda plantear nuevas perspectivas.
3. Idear: el objetivo es la generación de una gran variedad de ideas sin límites, ignorando los juicios de valor. El brainstorming o los seis sombreros son buenas herramientas para acometer este objetivo.
4. Prototipar: esta etapa consiste en hacer realidad las ideas para, así, poder visualizar las soluciones antes del resultado final. Esta fase, dependiendo de la actividad que se esté desarrollando, va a tener distinta naturaleza.
5. Evaluar: implica analizar la solución o producto final. Para esta fase, algunas herramientas que se pueden utilizar son las rúbricas.

DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS DIDÁCTICAS

Las propuestas educativas diseñadas tienen como principal objetivo estimular el desarrollo de conciencia ambiental en los niños de Educación Primaria e Infantil. Generar

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

conciencia ambiental requiere trabajar desde la perspectiva ética, involucrando, tanto los aspectos conceptuales-filosóficos, como su componente práctica (Barraza y Castaño, 2012). En este punto conviene indicar que desde la perspectiva ética se deben abordar las relaciones del hombre con el medio, además de las sociales y humanas, es decir, trabajar los sistemas socio-ecológicos. Por ende, hay que dar a conocer los sistemas ambientales, los beneficios que aportan y cómo la acción humana los modifica, además de los nexos entre ellos, generando de esta forma conciencia ambiental (Anónimo, 2019).

Los aspectos señalados anteriormente se trabajan a partir de cinco actividades diseñadas para tal fin, de manera que:

- La primera actividad pretende que los niños empaticen con la situación que se les va a plantear, de modo que consigan conocer los principales elementos que componen el medio ambiente y mostrar interés por la flora y la fauna, concretamente por las aves urbanas. Así, se consigue trabajar el sistema ambiental y los servicios que presta al ser humano. En el caso de los niños de Educación Infantil, esta actividad involucra además obtener conocimientos básicos sobre las aves, reconociendo las partes de las mismas e incluso conocer la escritura de la palabra concreta.
- La segunda de las actividades busca definir el problema que se va a intentar solventar a lo largo de las siguientes etapas del design thinking. Para ello, previamente tienen que aprender sobre las consecuencias del comportamiento humano en algunas de las aves y conocer las consecuencias de la protección de las mismas. La actividad se complementará con un mapa de empatía en el que los niños tendrán que ponerse en el lugar de las aves, lo que les permitirá descubrir la realidad que viven las aves en las ciudades e identificar las necesidades que pueden presentar, contestando una serie de preguntas.
- La tercera actividad implica idear, y además conocer, el impacto de las acciones humanas sobre el medio ambiente. Dados los objetivos definidos y la temporalización de la propuesta, se plantea a los alumnos que aborden dos problemas, de modo que esta actividad se va a trabajar dos veces para las dos problemáticas que seleccionen.
Una vez definido cómo abordar los problemas identificados, mediante una lluvia de ideas, se procede a elegir cuál es la mejor opción que se adapte a las necesidades de las aves seleccionadas. En el caso de los niños de Educación Primaria esta actividad se complementa previamente con información visual y escrita que ayude a identificar la mejor idea para solventar la problemática identificada en las fases anteriores. Sin embargo, en el caso de los niños de Educación Infantil esta información es transmitida a través de un cuento creado para tal fin. Asimismo, la idea queda definida en asamblea utilizando como apoyo el dibujo de las indicaciones que iban señalando los niños.
- La cuarta actividad se encarga de la fase prototipar. Tras la ideación que se ha producido en la actividad anterior se asignan diferentes tareas en la construcción a los componentes de los distintos grupos formados para que, posteriormente, puedan crear la idea definida.
- En último lugar, se procede a evaluar. Esta actividad tiene como objetivo analizar la utilidad de las ideas construidas, así como los aspectos que consideran necesario mejorar. Los alumnos de Educación Primaria proceden a elaborar un mural colaborativo donde deben plasmar el desarrollo de todas las fases llevadas a cabo, así como la utilidad de las medidas que definieron en un periodo de tiempo

estipulado por el docente. Además, el mural es utilizado como herramienta de evaluación por parte del docente.

Sin embargo, para evaluar la eficacia de su prototipo, los alumnos de menor edad realizan comprobaciones del prototipo durante una semana, que les permitan llevar a cabo una observación de algunos de los parámetros que el docente considere adecuado verificar.

Metodología

El propósito de este trabajo es presentar los resultados obtenidos tras desarrollar una propuesta didáctica para mejorar la conciencia ambiental en los niños de Educación Infantil y Educación Primaria. Las dimensiones que abordan el estudio conducen a optar por un enfoque cualitativo.

Participantes

Los participantes en esta propuesta han sido 15 estudiantes de segundo curso de Educación Infantil y 23 estudiantes de tercer curso de Educación Primaria de dos centros públicos de la ciudad Valladolid, habiendo sido seleccionados por conveniencia, accesibilidad y de forma incidental.

RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos, tras la realización de la intervención, indican un alto grado de motivación pese a no haber trabajado previamente con esta metodología. Esto es especialmente significativo en el alumnado de educación infantil, a pesar de que una de las actividades les resultó algo compleja.

La participación de todos los alumnos en la realización de las actividades ha sido alta, implicando también a las familias, como corresponde a las primeras etapas educativas.

Los resultados obtenidos de las encuestas respondidas por los padres señalan un gran interés por parte de los niños, tras la intervención educativa, por las cuestiones ambientales en los aspectos doméstico y, en general, de su entorno más cercano.

CONCLUSIONES

Respecto al grado de cumplimiento de los objetivos, indicar que han sido alcanzados por parte de todos los alumnos, e incluso se ha conseguido superar las expectativas prefijadas, ya que, tras haber finalizado la propuesta, los niños seguían involucrados con las problemáticas abordadas. Esto denota que se obtuvo una experiencia de aprendizaje auténtica.

En cuanto al diseño de las propuestas presentadas, se observó que se adecúan, al nivel de desarrollo de los niños, lo cual es especialmente significativo en el caso de Educación Infantil puesto que la metodología seleccionada no es habitualmente desarrollada en ese nivel educativo.

Se puede concluir que, mediante la implementación de las propuestas diseñadas para Educación Primaria y Educación Infantil, se genera y se comienza a desarrollar conciencia ambiental en los alumnos de ambas etapas educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias-Flores, H., Jadán-Guerrero, J. y Gómez-Luna, L. (2019, 15 marzo). Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. *Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador*, 6(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6974899>
- Barraza, L., y Castaño, C. (2012). ¿Puede la enseñanza de la ciencia ayudar a construir una sociedad sostenible?. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(2), 45-58. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724395004>
- Berland, L. K. y Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68– 94. <https://doi.org/10.1002/tea.20446>
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84
- Febles, M. (2001). La vivencia como punto de partida de las transformaciones estructurales y funcionales de la subjetividad. Ponencia en sesión científica de la Cátedra L. S. Vygotski. La Habana: 2001.
- Gomera, A., Villamandos, F. y Vaquero, M. (2012). Medición y categorización de la conciencia ambiental del alumnado universitario: contribución de la Universidad a su fortalecimiento. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 16 (2), 213-238. <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/43725/25606>
- González, E. (2003). Educación para la ciudadanía ambiental. *Interciencia*, 28(10), 611-615.
- Laso, S., Ruiz, M., y Marbán, J. M. (2019). Impacto de un programa de intervención metacognitivo sobre la Conciencia Ambiental de docentes de Primaria en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2501-2501.
- Martín del Pozo, R., Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., Rodríguez, F., Azcárate, P. y Ezquerro, A. (2012). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Richard, E. y Contreras, D. (2013). Reflexiones en torno a las reservas naturales urbanas como espacio de diálogo de saberes en la construcción de un ciudadano urbano crítico, responsable y comprometido con la problemática ambiental, la biofilia y la cultura de la contemplación para el buen vivir en Bolivia y Latinoamérica. *Revista de Didáctica Ambiental*, 9(13), 1-30.
- Scheer, A., Noweski, C., y Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: *Design thinking in education. Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3).
- Wallace, J. y Loughran, J.J. (2012). Science teacher learning. En K. Tobin, C. McRobbie y B. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education*. (2nd Edition, pp. 295–306). Springer.

Reflexiones CTSA para incentivar el desarrollo del pensamiento crítico en torno al consumo de tartrazina

Valeria Carmona Alzate¹, Laura Camila Sossa Agudelo², Sara Cristina Zuluaga Gómez³, James Stevan Arango Ramirez⁴.

Universidad de Antioquia. ¹valeria.carmonaa@udea.edu.co; ²camila.sossa@udea.edu.co; ³sarac.zuluaga@udea.edu.co; ⁴james.arango@udea.edu.co.

RESUMEN: Esta ponencia deviene de un proyecto de investigación que tiene como objetivo general: analizar cómo una propuesta educativa con enfoque CTSA en torno a la Tartrazina en los alimentos, puede incentivar el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de octavo grado en relación con la alimentación saludable. Para el diseño de dicha propuesta, nos basamos en los 4 momentos del Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996). En relación con aspectos de orden metodológico, desde el paradigma cualitativo optamos por el estudio de caso instrumental según Stake (1998) y llevamos a cabo un análisis del contenido para examinar los enunciados de los estudiantes a la luz de aspectos teóricos asociados con el pensamiento crítico y con reflexiones CTSA. Finalmente, y en relación con los hallazgos y conclusiones, podemos decir que hubo un aprendizaje significativo y una construcción cognitiva basada en argumentos y evidencias en los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Tartrazina, CTSA, Alimentación Saludable, Pensamiento crítico, aditivos alimentarios

ABSTRACT: This paper comes from a research project that has as its general objective: to analyze how an educational proposal with a CTSA focus on Tartrazine in food, can stimulate the development of critical thinking of eighth grade students regarding healthy eating. For the design of this proposal, we based ourselves on the 4 moments of the Learning Cycle of Jorba and Sanmartí (1996). Regarding methodological aspects, from the qualitative paradigm we opted for the instrumental case study according to Stake (1998) and carried out a content analysis to examine the statements of the students in the light of theoretical aspects associated with critical thinking and with reflections CTSA. Finally, regarding the findings and conclusions, we can say that there was significant learning and a cognitive construction based on arguments and evidence in the students.

KEYWORDS: Tartrazine, STSE, Healthy nutrition, critical thinking, food additives

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alimentación es una necesidad básica de todos los seres vivos, esta necesidad es aprovechada por las grandes multinacionales que en el marco de la industria alimentaria ofrecen una variada cantidad de alimentos algunos catalogados como saludables o no tanto, pues en su elaboración, se le adicionan ciertas sustancias que cumplirán una función específica como lo son por ejemplo el color, sabor, textura, conservación, entre otros; a estas sustancia la denominamos aditivos alimentarios y dan como resultado alimentos procesados. Uno de estos aditivos que funciona como colorante artificial es la Tartrazina,

sustancia que en Colombia no se regula desde 1985 y que ya ha sido prohibida en varios países como lo son: Australia, Canadá, Japón y en la Unión Europea

La tartrazina es un colorante artificial derivado del petróleo, comúnmente usado en la industria alimenticia como aditivo para dar coloración entre amarillo y anaranjado a las comidas, para ser así más atractivo a sus consumidores, este es empleado en bebidas carbonatadas y snacks, los cuales suelen ser producto de consumo diario en la dieta alimenticia de los niños, jóvenes y adultos, estos a mediano y largo plazo tiene impactos negativos en la salud de sus consumidores, por ejemplo, es causante de algunas reacciones alérgicas, de sensibilidad e hiperactividad (Amaya y Pinto, 2019).

En este sentido, se hace necesario pensar en un proyecto con un impacto en los niños y jóvenes que responda a las preocupaciones que trae consigo el consumo de este colorante artificial en diferentes alimentos, todo estos desde el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), el cual permita a los estudiantes desarrollar un pensamiento crítico en torno al consumo de colorantes artificiales como la tartrazina en su alimentación diaria y cómo esta trae consecuencias de impacto negativo a su salud a largo plazo, pero sobre todo, que los motive a llevar a cabo acciones responsables e informadas sobre su alimentación.

MARCO TEÓRICO

En primer lugar, es importante decir que esta investigación acoge una perspectiva sociocultural de la enseñanza de las ciencias, partiendo de reflexiones en torno a su dimensión cultural, desde la cual “la ciencia es el producto de una actividad desarrollada por los hombres, mediante la cual se pretende elaborar diferentes marcos teóricos que reflejan el estado, la naturaleza y la dinámica de comportamiento del “mundo natural” (Romero, 2013, p.75).

Reflexiones CTSA En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales

La ciencia, Tecnología, Sociedad y más recientemente, el enfoque Ambiente, es un paradigma alternativo en educación en el cual se pretende entender el fenómeno científico-tecnológico en el contexto social (Cano y Alberto, 2010). Esta perspectiva surge luego de la posguerra, en países como Estados Unidos y Escocia, se da como una reflexión académica la cual buscaba una mejor comprensión entre la ciencia, la tecnología y el contexto social, económico y socioambiental.

En el marco de la enseñanza de las ciencias, se requiere integrar aspectos desde una perspectiva CTSA, pues “la percepción de que la ciencia no es una actividad neutra y de que su desarrollo está relacionado con aspectos sociales, políticos, económicos, culturales y ambientales, posee fuertes implicaciones para la sociedad” (Carnio, 2011, p. 22). Lo anterior, permite al maestro poder abordar diferentes problemáticas y entre ellas, asuntos relacionados con la alimentación saludable. Precisamente, autores como Waks, (1990) y Hodson (1994) plantean abordar con los estudiantes temas como, por ejemplo: el hambre en el mundo, los recursos alimentarios y la agricultura, así como la salud humana y las enfermedades.

El abordar dichas temáticas entre otras más, tienen como propósito: potenciar la responsabilidad, desarrollando en los estudiantes la comprensión de su papel como miembros de la sociedad y ejercitar a los estudiantes en la toma de decisiones y en la solución de problemas.(Waks, 1990).

El tema de la alimentación y los alimentos que consumimos son bastante llamativos para la sociedad actual y es por esto por lo que las grandes industrias han centrado su atención,

especialmente en la duración de los alimentos, en la modificación genética, uso de conservantes, aditivos y colorantes para dar características atractivas a diferentes alimentos (Prieto Ruz et al. 2012).

Por lo anterior, se hace importante llevar a las aulas temas como la alimentación y los colorantes empleados como la Tartrazina, dado que presenta peligros para la salud humana y en especial para los niños que son los mayores consumidores de productos que contienen este colorante, conocido también como amarillo 5 o E 102.

Pensamiento crítico

En cuanto al pensamiento crítico, Facione (2007), lo define como aquel pensamiento que permite tomar decisiones, el cual tiene como propósito probar un punto, interpretar lo que algo significa o resolver un problema, contrario al pensamiento ilógico, irracional. Este pensamiento, no se desarrolla a partir de lo memorístico, sino a partir de tareas colaborativas e incluye habilidades -interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación y disposiciones -sistemático, analítico, inquisitivo, juicioso, buscador de la verdad, confía en el razonamiento, de mente abierta-.

En relación con lo anterior, es importante y urgente que los profesores fomenten las habilidades del pensamiento crítico, pues para “enseñar con éxito a pensar críticamente, éste debe estar entrelazado con el contenido curricular, su estructura y su secuencia para todos los grados escolares” (Paul & Elder, 2005, p.11). Además, en relación al pensamiento crítico y el aprendizaje del contenido o de una disciplina académica, los mismos autores señalan que:

“El pensamiento crítico provee de herramientas tanto para internalizar el contenido (adueñándose del contenido) y evaluando la calidad de esa internalización. Nos permite construir el sistema (sobre el cual yace el contenido) en nuestras mentes, interiorizarlo y emplearlo en el razonamiento a través de problemas y asuntos reales.” (p.11)

Por su parte, López (2012) menciona que la principal función del pensamiento crítico es revisar ideas, evaluarlas e identificar qué es lo que se comunica mediante otros tipos de pensamiento -verbal, matemático, lógico, entre otros-, por ende, una persona con pensamiento crítico es aquella que es capaz de pensar por sí misma.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación se aborda desde una metodología cualitativa, la cual está enmarcada como lo expresa Hernández, Fernández y Baptista (2014), en un proceso inductivo, que busca analizar la realidad de manera subjetiva y recurrente, es decir, que retoman constantemente eventos, acciones, procesos, entre otros del pasado, para construir nuevas teorías y apreciaciones que permitan explicar los fenómenos sociales actuales.

Como método de investigación se propone el estudio de caso, el cual posee como característica fundamental abordar de forma intensiva un temática, problemática o eje central (...) para este caso, se abordará desde un estudio de caso intrínseco el cual busca estudiar el fenómeno general a partir de un caso en específico (Stake, 1998).

De este modo, con la finalidad de dar respuesta a la pregunta de investigación y abordar los objetivos planteados en el proyecto, se realizó en la ciudad de Medellín, comuna 7 en el barrio López de Mesa un estudio de caso en la Institución Educativa Luis López de Mesa con 42 estudiantes del grado octavo, de los cuales se tomó una muestra de 4

estudiantes. El estudio de caso intrínseco se desarrolló a través de la implementación de una unidad didáctica enmarcada en el ciclo de aprendizaje propuesto por Jorba y Sanmartí (1996), lo cual permitió analizar situaciones específicas relacionadas con la evolución del pensamiento crítico en los estudiantes.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La técnica elegida para este proceso fue el análisis de contenido, la cual nos ofrece la posibilidad de investigar la naturaleza del discurso y su contenido en el contexto del aula (Piñuel, 2002). Con base en los objetivos específicos de investigación, hemos planteado dos categorías de análisis:

- Enunciados iniciales de los estudiantes asociados al pensamiento crítico, en relación con el consumo de alimentos procesados y sus posibles impactos negativos en la salud.
- Enunciados construidos por los estudiantes en relación con el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y la toma de decisiones en torno a la alimentación saludable.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Una vez aplicado el proyecto por medio de las actividades realizadas como: Cuestionarios “todo sobre mi alimentación” (fase de exploración y fase final), casos simulados sobre hábitos alimenticios, debate y recetario, se recoge la información necesaria, para alcanzar los objetivos planteados y verificar si la pregunta de investigación se responde con todo lo propuesto.

El análisis de los enunciados iniciales y el cambio en las ideas de los estudiantes con la realización del cuestionario final, se verán reflejados en la tabla 1 y en la tabla 2.

Tabla 1. Enunciados iniciales de los estudiantes asociados al pensamiento crítico, en relación con el consumo de alimentos procesados y sus posibles impactos negativos en la salud. Estudiante E4.

ACTIVIDAD	ENUNCIADO	ANÁLISIS
Cuestionario inicial (Fase de exploración)	¿Qué mecatos consumes con mayor frecuencia? E4: “ Detodito de limón, doritos, tutifruiti de mango, chocolatina, galletas milo.”	Cómo se observa, el estudiante 4 (E4) al comienzo de la aplicación del proyecto expresa el consumir alimentos procesados que contienen colorantes como la tartrazina (Doritos, Tutti Fruti), en la fase final se evidencia en su enunciado que hace una modificación sobre sus hábitos alimenticios, en dieta disminuye el consumo de alimentos procesados que contienen colorantes, esto se asocia a un cambio de ideas y a su vez de un pensamiento crítico que como lo enuncia Facione (2007), es el que permite tomar decisiones a partir de sus propia reflexiones, orientado hacia la acción y a su vez a la toma de decisiones, que para este caso es el de mejorar su alimentación y que esta sea más saludable.
Cuestionario final	Luego de la aplicación del proyecto, ¿has modificado algún hábito alimenticio? ¿Cuál(es)? E4: “si, ya no consumo muchas cosas que tienen colorantes con frecuencia.” E4: “si ya no como con tanta frecuencia mecatos como el dorito.”	

Tabla 2. Enunciados construidos por los estudiantes en relación con el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y la toma de decisiones en torno a la alimentación saludable. Estudiante E2.

ACTIVIDAD	ENUNCIADO	ANÁLISIS
Cuestionario Inicial (Fase de exploración)	E2: “¿Qué conoces sobre la industria alimentaria y los alimentos procesados?” R: No conozco mucho, pero sé que estos son combinados con químicos para tener sabores diferentes, una apariencia aceptable y otros olores.	Como se puede observar en las ideas iniciales el estudiante 2 (E2) tiene una idea sobre los colorantes artificiales y uno de los motivos por los cuales son empleados, luego de la aplicación del proyecto se evidencia que hace una modificación a sus hábitos alimenticios en cuanto al consumo de productos procesados y argumenta el por qué desde una preocupación por la salud y los efectos adversos que la tartrazina genera en el cuerpo. Todo lo anterior permite inferir que el estudiante al ver la tartrazina como un colorante que afecta su salud toma la decisión de consumir alimentos más naturales, este es un indicio de pensamiento crítico, dado que a partir de la reflexión la cual lo lleva a implementar una acción a partir de un asunto socio-científico (Beltrán, 2010) como lo es la alimentación.
Cuestionario Final	Luego del proyecto, ¿consideras que ha cambiado tu opinión acerca del consumo de alimentos procesados y de los alimentos que contienen colorantes artificiales como la tartrazina? ¿Por qué? R: si, ahora trato de consumir cosas más naturales y verificar si trae tartrazina o algún otro colorante artificial ya que afecta a largo plazo y genera mucha hiperactividad, afecta en algunos sistemas, también en la intoxicación.	

Esta propuesta educativa enfocada en reflexiones CTSA en torno al uso de la tartrazina, incentiva la alimentación saludable, ya que al presentar los efectos que tiene este colorante en los alimentos y en las personas que lo consumen genera una reflexión por lo que ingerimos y lo que le podemos causar a nuestra salud, por esto de forma autónoma los estudiantes toman una postura crítica y válida, con argumentos y posiciones claras.

CONCLUSIONES

En realización con el análisis realizado, podemos concluir que el uso del Ciclo de Aprendizaje en el abordaje de cuestiones Sociocientíficas tienen mucho potencial, pues cada una de sus fases permite ir desde el reconocimiento de un problema de salud por una sustancia en los alimentos, hasta reflexionar sobre su uso y tomar decisiones sobre su consumo o no y esto, lo asociados con el desarrollo de un pensamiento crítico hacia acciones responsables e informadas.

En los enunciados iniciales, se encontró que los estudiantes no conocían mucho sobre la sustancia en cuestión, pero tampoco sobre muchos los alimentos procesados y menos sobre sus impactos negativos en la salud. Sin embargo, muchos estudiantes luego de identificar la tartrazina, los alimentos que la pueden contener y sus efectos, pudieron tomar decisiones y asumir compromisos sobre la alimentación saludable. Consideramos que en la actualidad, es más urgente y necesario incorporar en la enseñanza de las ciencias las reflexiones CTSA para ayudar a mejorar la calidad de vida de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya Javier, R. A., & Pinto Vilca, S. A. (2019). La presencia de tartrazina en el de los niños de 6 a 7 años pertenecientes al nivel socioeconómico C debido al constante de alimentos aditivos en el distrito de Ventanilla. Universidad San Ignacio de Loyola, 111. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/8878>

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

- Beltrán, C. M. J. (2010). Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona próxima* (12), 144-157. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/view/1141/712>
- Cano, Q., & Alberto, C. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): Perspectivas educativas para Colombia. *Zona Próxima*, 0(12), Article 12. Recuperado de: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/view/1151>
- Carnio, M. P. (2011). Tratamiento de problemas socio-científicos en la formación de profesores de biología: algunos aspectos. *Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias* (Bogotá, Colombia), 6(1), 21-33.
- Facione, P. A. (2007). *Pensamiento crítico: ¿Qué es y por lo que cuenta?* Millbrae, CA: Insight Evaluación/California Academic Press LLC. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>.
- Hernández, F., Fernández, R.,C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). McGraw-Hill.
- Hodson, D. (1994). Seeking Directions for Change: the personalisation and politicisation of science educatio. DOI: 10.1080/0965975940020104.
- Holford, P. (2005) *Nutrición óptima para la mente*, Ediciones Robinbook, Barcelona.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e investigación*, 22, 41-60. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/9053>
- Piñuel, J. L. (2002) Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*. 3(1), 1-42. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Extraído el 16 de enero de 2006 de <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf>
- Romero Chacón, Á. E. (2013). Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza: el caso de la experimentación en la clase de ciencias. Editorial Artes y Letras S.A.S, *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*, (pp. 71-98), ISSN: 978-958-8790-97-8.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Waks, L.J. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 42-75. Anthropos.

Tensiones al diseñar e implementar secuencias de enseñanza–aprendizaje en Ciencias para la Ciudadanía por futuros profesores de Biología y Química

Dra. Edith Herrera San Martín
Universidad del Bio-Bio. eherrera@ubiobio.cl

RESUMEN: El estudio caracteriza las reflexiones de estudiantes en Biología y Química en las tensiones implicadas al diseñar e implementar secuencias de enseñanza – aprendizaje en práctica de Pedagogía, bajo un enfoque didáctico de ciencia para el desarrollo de una ciudadanía crítica para la justicia social. El estudio cualitativo de caso siguió el análisis del discurso en categorías y subcategorías. Los resultados cuestionan el modelo tradicional, dificultades al diseñar el aprendizaje nuclear, tensiones al tomar decisiones pedagógicas y emociones negativas que emergen ante la incertidumbre y desigualdad social en el acceso educativo en pandemia.

PALABRAS CLAVE: Educación científica y ciudadanía, Secuencia enseñanza-aprendizaje, Formación inicial Secundaria.

ABSTRACT: The study characterizes the reflections of students in Biology and Chemistry on the tensions involved in designing and implementing teaching-learning sequences in Pedagogy practice, under a didactic approach to science for the development of critical citizenship for social justice. The qualitative case study followed the discourse analysis in categories and subcategories. The results question the traditional model, difficulties in designing nuclear learning, tensions in making pedagogical decisions, and negative emotions that emerge in the face of uncertainty and social inequality in educational access in a pandemic.

KEYWORDS: Science education and citizenship, Teaching-learning sequence, Initial training Secondary

INTRODUCCIÓN

En el incierto y complejo escenario del COVID19 se propone a futuros profesores de Biología y Química que diseñen Secuencias de Enseñanza Aprendizaje (SEA) para la nueva asignatura de Ciencias para la Ciudadanía (CPC) teniendo en cuenta las metodologías de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), ABP por resolución de problemas y cuestiones socio científicas, que pueden proporcionar la oportunidad de incorporar conceptos interdisciplinarios en el aula (Queiruga-Dios, Diez-Ojeda y Saiz-Manzanares, 2019) a través de la diversidad de actividades que se realizan durante su desarrollo (diseño, resolución de problemas, indagación, trabajo colaborativo, etc.) y trabajar la autonomía de los alumnos (Larmer, Mergendoller, y Boss, 2015).

Aprender a enseñar la nueva asignatura de CPC se convirtió en su desafío y un auténtico reto para el equipo docente que coordinaba y para los estudiantes en formación al asumir nuevos contenidos curriculares, que promueven el desarrollo de habilidades científicas y actitudes, que permitan comprender, participar y transformar la vida cotidiana (Bienestar, social, ambiental); nuevos escenarios educativos (distancia/ virtual); repensar la

enseñanza en un contexto de emergencia y crisis (social, ambiental, sanitaria) contribuir a la inclusión y equidad social (Dillon & Avraamidou, 2020) y asumir las orientaciones curriculares (MINEDUC, 2020) y didácticas (Mesa COVID, 2020) que fueron emergiendo. Estas decisiones nos permitieron optar por una visión crítica de la ciencia, para transformar (Sjöström and Eilks, 2018).

El diseño del SEA siguió las orientaciones constructivistas (Couso, 2020; Sanmartí, 2002) y responde a las siguientes cuestiones ¿Qué se va a hacer? ¿Cómo se va a hacer para aprender? ¿Cómo se va a evaluar? Para ello, se propone seguir la secuencia: 1). Expresando y compartiendo los saberes, habilidades y actitudes científicas; 2). Poniendo a prueba los saberes; 3). Estructurando el aprendizaje nuclear; 4). Aplicando el aprendizaje nuclear. La propuesta de cambio en formación inicial de profesores de Biología y Química se muestra la figura 1 siguiendo las orientaciones de la Propuestas Educación Mesa Social Covid-19 (2020).

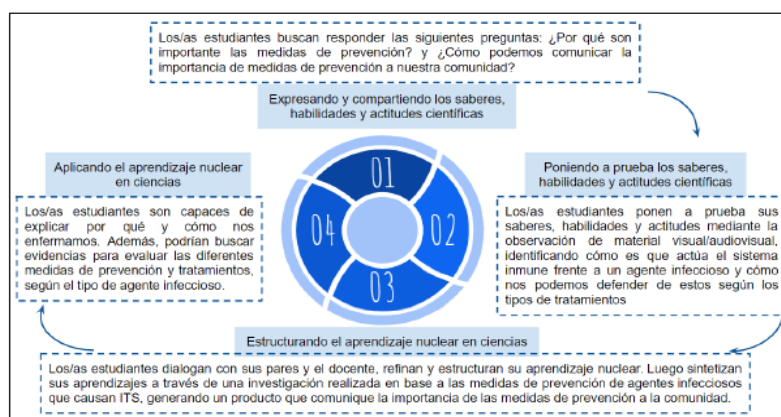


Figura 1. Secuencia Enseñanza y aprendizaje (SEA) del módulo Bienestar y Salud en Ciencias para la Ciudadanía.

METODOLOGÍA

La investigación con enfoque cualitativo (Flick, 2015) se centra en comprender y profundizar los fenómenos, "utilizándolos desde el punto de vista de los participantes en su ambiente y en relación con los aspectos que los rodean." (Guerrero, 2016 p. 3), corresponde a un estudio de caso realizado con estudiantes (n=19) en su último año de una carrera de Pedagogía en Biología y Química de Universidad Pública, quienes cursaron a través de educación remota de emergencia el curso de Didáctica integrada de las ciencias y Práctica profesional en el segundo semestre del año 2021. Se trabajó en duplas / tríos el análisis de las nuevas bases curriculares de CPC para diseñar e implementar la SEA en la práctica profesional virtual de 8-9 semanas en el establecimiento educacional asignado en modalidad virtual en el que se redujo el tiempo de clase de 90 a 40 minutos.

El instrumento de recopilación de datos corresponde al portafolio de la asignatura. En el avance del portafolio I se incluye el diseño, notas etnográficas ampliadas de observación del contexto escolar. El portafolio II, recopila los resultados de la implementación del SEA, con el análisis del registro de clases virtuales y sobre su desempeño. Las reflexiones crítica de cada portafolio grupal se analizaron en su contenido de discurso escrito en códigos, categorías y subcategorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Diseño de secuencias de enseñanza- aprendizaje en Ciencias para Ciudadanía

En el módulo Módulo bienestar y Salud se diseñaron SEA según objetivo priorizado utilizando como metodología el ABP y el enfoque de CSS que muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Rutas de aprendizaje del Módulo bienestar y Salud en modalidad virtual en pandemia.

Ciencias para la ciudadanía		
Asignatura	Pregunta orientadora del Aprendizaje nuclear en cada SEA	Objetivo Priorizado
G1.CSS	¿Cómo podemos defendernos responsablemente de los virus patógenos considerando los distintos tipos de medicinas explicando según sus mecanismos de acción?	O. A3 (nivel1)
G2.ABP	¿Cómo utilizo los conocimientos científicos sobre los mecanismos de infección para prevenir su contagio y potenciales riesgos?	O. A3 (nivel1)
G3.CSS	¿Cuáles son las propuestas de la medicina convencional y la mapuche sobre el tratamiento de la salud mental?	O. A3 (nivel1)
G4.ABP	¿Cómo explicamos las diferencias entre las enfermedades bacterianas y virales para fomentar las actitudes del autocuidado y prevención de enfermedades en nuestro entorno?	O. A3 (nivel1)
G5.ABP	¿Cómo puedo concientizar a mi comunidad sobre las consecuencias negativas del consumo de alcohol y tabaco en la salud?	O. A2 (nivel 2)
G6.ABP	¿De qué forma mis análisis de problemáticas sobre los factores sociales, biológicos y ambientales impactan en mi bienestar, salud y autocuidado?	O. A2 (nivel 2)
G7.ABP	¿Qué implicancias tiene el uso de drogas en el organismo y sus efectos en el contexto socio afectivo de las personas?	O. A2 (nivel 2)

1.1 Criterios para delimitación del Aprendizaje Nuclear (AN) en la SEA

El aprendizaje nuclear está compuesto por un conjunto de saberes, habilidades y actitudes y para su formulación se siguieron cuatro criterios: Bienestar, Pertinencia, Integración de aprendizajes y centralidad para el aprendizaje de las ciencias (Mesa Social Covid-19, 2020, p.53-54) que presenta en Tabla 2 un ejemplo para la pregunta del G1.

Tabla 2. Criterios para delimitación del aprendizaje nuclear de SEA.

Criterios Aprendizaje nuclear	Explicar mediante modelos como las distintas medicinas actúan ante enfermedades de origen viral, utilizando como contexto sus propias experiencias y distinguiendo los riesgos de la automedicación para tomar decisiones responsables en su salud.
Bienestar	los estudiantes han de ser capaces de contrastar información sobre virus en su contexto cercano relacionado a medicinas del tipo alternativo o tradicional para tomar las medidas de autocuidado personal y familiar.
Pertinencia	Los estudiantes inician su exploración desde la discusión de sus propias enfermedades virales y los tratamientos que han seguido, considerando que la medicina convencional no es el único tipo de medicina pero que es necesario juzgar mediante evidencias científicas la efectividad de los tipos alternativos.
Integración de aprendizajes	La integración con Química, en cómo operan los virus a nivel químico para comprender los fenómenos biológicos, ecológicos y el impacto que pueden tener los virus en la salud, en el medioambiente.
Centralidad aprendizaje de ciencias	El enfoque de Educación para la Salud en la Escuela la intención principal es que los estudiantes formen sus explicaciones y tomen decisiones fundamentadas como ciudadanas y ciudadanos de una sociedad.

1.2 Secuencia Enseñanza –Aprendizaje y pregunta orientadora para CPC.

El diseño se desarrolló a través en una temporalidad de 4 semanas (o sesiones) según muestra la figura 2. la propuesta SEA plantea la siguiente pregunta orientadora:

¿Cómo podemos defendernos responsablemente de los virus patógenos considerando los distintos tipos de medicinas explicando según sus mecanismos de acción?

Consideramos fundamental *al compartir y expresar saberes (1)* detectar sus ideas previas, por las dificultades que se pueden presentar al realizar el proceso de modelización al momento de comprender y aplicar los conceptos. *Para poner a prueba los saberes del A.N (2)* implica a los alumnos relacionar fenómenos que ocurren en niveles macro (enfermedades) con otros que ocurren al nivel micro (virus), mediante el uso de vocabulario científico). Dada la contingencia actual, estos saberes pueden conllevar actitudes y sentimientos negativos como pesimismo, frustración, ansiedad y/o negacionismo al simpatizar con el movimiento anti-vacunas, por lo cual es importante que los docentes seamos capaces de detectar y encausar. En la *estructuración del A.N (3)* es importante que se promueva la actitud de autocuidado a partir de conocer y comprender los mecanismos de acción de la medicina convencional sobre enfermedades virales y los riesgos asociados a la automedicación y a otras medicinas, lo cual tiene implicancias directas en su bienestar y salud, lo cual los puede ayudar tomar decisiones responsables consigo mismo.

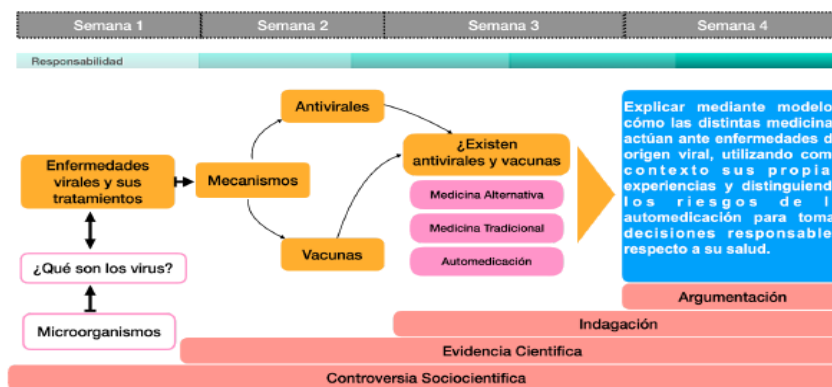


Figura 2. Diseño del aprendizaje nuclear y su temporalidad en SEA.

En la *aplicación del A.N (4)*, los alumnos debieron presentar los resultados de su indagación y con ello proponer un mecanismo que explica cómo funciona el tratamiento seleccionado y su efectividad, para luego ser capaz de presentar su postura crítica sobre la controversia en debate organizado en la clase. Para hacer partícipe al alumno de su proceso de aprendizaje y guiarlo se diseñó una rúbrica y pauta de autoevaluación.

2. Tensiones en implementación del SEA en asignatura de ciencias para la ciudadanía

La Tabla 3 presenta las principales problemáticas de los profesores/as en formación inicial de ciencias al diseñar e implementar SEA en su práctica.

Tabla 3. Tensiones al diseñar e implementar SEA por futuros profesores de ciencias.

Subcategorías	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Elaborar Pregunta orientadora del Aprendizaje Nuclear	X	X	X	X	X	X	X
Dificultad tomar decisiones estrategia de enseñanza	X	X	X	X	X	X	X
Motivar a los alumnos	X	X			X	X	X
Contextualizar la enseñanza	X	X				X	
Repetir modelo enseñanza tradicional		X		X		X	
Explorar ideas previas alumnos		X		X			X
Diseñar evaluaciones para el aprendizaje del alumno		X		X			X

Los nudos críticos en todos los grupos se refieren a ¿cómo construir la pregunta orientadora del aprendizaje nuclear? y tomar decisiones sobre estrategias de enseñanza para desarrollarlo. Según (G1) “La planificación de una secuencia didáctica en contexto virtual ha significado un desafío para nuestra formación, porque ha sido como trabajar a ciegas sobre lo que podría interesar a los alumnos, hacer preguntas que sean investigables ha sido todo un reto”. Para el G1,2,5,6,7 hay escasa participación de forma virtual y las pantallas están en negro, se hace difícil la forma de motivar a sus estudiantes para aprender ciencias. El G6 señala “Es complejo que los y las estudiantes se interesen por la ciencia sí como docentes se las presentamos como algo lejano, estático y que no está conectado con sus vidas. El G1, G2 y G6 dan relevancia a la elección del contexto para interesar a los alumnos en las actividades de aprendizaje.

El grupo G2, G4, G6 se cuestiona repetir el modelo tradicional que tanto han criticado en sus profesores de colegio y de universidad (Gaete y Camacho, 2017). El G2, G4, G7 le preocupa no sentirse preparado para diseñar evaluaciones que sean distintas a pruebas. El G4 señala (...) Me cuestiono el tomar el rol de profesora y las decisiones buenas o malas que pueda realizar y al pensarlo idealizo una clase en que las y los estudiantes sean activos y participes, que les motive generar su conocimiento.

Las tensiones que se expresan en sus reflexiones críticas van desde cuestionar su rol para tomar decisiones acertadas en su desempeño docente en su práctica (Shapiro,2010), hacia un giro que se focaliza en el sujeto que aprende (sus estudiantes) en el contexto de crisis sanitaria.

3. Emociones generadas durante el diseño y la implementación del SEA

La Tabla 4 muestra que todos los grupos presentan emociones negativas de angustia, nerviosismo por la incertidumbre al hacer su práctica (Marchesi y Diaz,2007). Las reflexiones expresan además el sentimiento frustración y tristeza por la desigualdad social y la falta de accesibilidad de los estudiantes más vulnerables al acceso de educación virtual G3“Es triste la desigualdad tanto educativa como económica que viven miles de familia en nuestro país sumado a esto la accesibilidad a los servicios de internet, es compleja para todos”; “mi angustia es ¿si nadie se interesa en el contenido que tengo que enseñar y en las actividades que diseñé para realizar en clase? (G6). Las emociones positivas de alegría (G2, G7) y satisfacción (G4, G7) las describen luego de haber compartido sus saberes pedagógicos en su grupo, también cuando sus alumnos participan y responden en la clase.

Tabla 4. Emociones al diseñar e implementar SEA por futuros profesores de ciencias

Subcategorías	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Angustia por la incertidumbre	X	X	X	X	X		X
Ansiedad y nerviosismo	X		X		X	X	X
Frustración ante la desigualdad social	X	X	X	X	X		X
Tristeza por falta interacción alumnos	X			X		X	
Satisfacción al responder los alumnos		X		x		x	X

CONCLUSIONES

La nueva asignatura de Ciencias para la ciudadanía nos permite resignificar el enseñar ciencias, al reflexionar con los futuros profesores de ciencias sobre el propósito que tiene alfabetizar científicamente y con ello pensar críticamente sobre cuál es la sociedad en la que queremos vivir para orientar estas prioridades en los diseños del SEA, específicamente en la delimitación del aprendizaje nuclear en torno una pregunta

orientadora investigable que incluye conceptos, habilidades, actitudes. Esto requiere no sólo construir un conocimiento general de la ciencia relacionados con los contenidos más estructurantes de las disciplinas de Biología y Química, sino una formación más humana y social, ligada al contexto real en el que se desenvuelve sus alumnos, que se conecte con sus ideas previas y considere sus intereses.

La migración desde lo presencial hacia ambientes remotos/virtuales/ híbridos por la pandemia significó pérdida de control de lo conocido y esfuerzos para acomodar la vida cotidiana y personal a un nuevo escenario, generando cuestionamientos en los procesos educativos en la docente formadora, los futuros profesores/as, emociones negativas de incertidumbre, angustia, frustración ante la desigualdad educativa y social por la inequidad en el acceso a dispositivos, redes de comunicación virtual que han ampliado aún más las brechas educativas de nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto Fondecyt de Iniciación a la Investigación N°11220596, financiado por ANID (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo) de Chile.

REFERENCIAS

- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En Couso, D., Jiménez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (Coords). *Enseñando Ciencia con Ciencia* (pp. 63-74). FECYT & Fundación Lilly. Penguin Random House
- Dillon, J. & Avraamidou, L. (2020). Towards a Viable Response to COVID-19 from the Science Education Community. *Journal for Activist Science & Technology Education*, 11, 2, 1-6.
- Gaete, M. y Camacho, J. (2017). Vivencias de practicantes de pedagogías en ciencias: prácticas de conocimiento científico y pedagógico. *Educação e Pesquisa* 43(2), 341-356.
- Flick, U (2015). *El diseño de investigación cualitativa*. Morata
- [Marchesi, A., y Diaz, T. \(2007\). *Las emociones y los valores del profesorado*. Cuadernos de la Fundación SM: N° 5., 9-13](#)
- Mesa COVID 19 Ciencias Naturales. *Propuesta Educación Mesa Social COVID 19 (2020). Didácticas para la proximidad: aprendiendo en tiempos de crisis*. Santiago, Chile. Mayo 2020.
- MINEDUC, (2020) Unidad de Currículum y Evaluación. Curriculum Transitorio COVID-19 Ciencias Naturales. 1° básico a 4° medio.
- Larmer, J., Mergendoller, J., y Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning: A proven approach to rigorous classroom instruction*. Alexandria, VA: ASCD.
- Queiruga Dios, M. Á., Sáiz Manzanares, M. C., & Montero García, E. (2019). Problemas-Proyectos Adaptativos y Creativos en la enseñanza de las ciencias. Descripción de la metodología y apreciación de los estudiantes involucrados. *Research in Education and Learning Innovation Archives*. 2019, n. 23, p.1-23. <https://doi.org/10.7203/realia.23.15567>
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Síntesis
- Shapiro, S. (2010). Revisitando el Salón de Profesores: Reflexiones sobre la Experiencia Emocional y la Identidad Docente. *Enseñanza y Formación del Profesorado*, 26, 616-621. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.09.009>
- Sjöström, J. y Eilks, I. (2018). Reconsiderar diferentes visiones de la alfabetización científica y la educación científica basadas en el concepto de bildung . En: YJ Dori , Z. Mevarech , y D. Baker (Eds.), *Cognición, metacognición y cultura en la educación STEM* (pp. 65 – 88). Springer.

Un programa formativo sobre las vacunas frente a la COVID-19 para la acción responsable

Noela Rodríguez-Losada^{1,2}, Blanca Puig Mauriz³.

¹Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales. Facultad de Educación, Universidad de Málaga. ²Departamento de Anatomía y Embriología Humana. Facultad de Medicina, Universidad de Málaga. noela@uma.es.

³Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales. Facultad de Educación, Universidade de Santiago de Compostela. blanca.puig@usc.es.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es presentar el diseño de un programa formativo sobre las vacunas frente a la COVID-19 llevado a cabo en formación inicial del profesorado de infantil en 2021 de manera telemática. Los participantes (N=96), no se habían vacunado en ese momento frente a la COVID-19, siendo el momento propicio para el desarrollo de la formación. El programa tiene como principal objetivo la capacitación científica del alumnado y el desarrollo de pensamiento crítico para la toma de decisiones razonada y responsable frente a las vacunas de la COVID-19. Engloba distintas tareas de argumentación y de construcción de modelos sobre la generación de vacunas. El análisis muestra que las posiciones de los participantes frente a la vacunación varían a medida que avanzan en el programa, siendo capaces de argumentar su uso en base a datos recuperados de las tareas al terminar el mismo, lo que da cuenta de su potencial.

PALABRAS CLAVE: controversias socio-científicas, vacunas, COVID-19, prácticas científicas, formación inicial profesorado.

ABSTRACT: The goal of this research is to present the design of an initial teaching training program about COVID-19 vaccines carried in 2021 using an online platform. The participants (N=96) have not been vaccinated at that moment; thus, the scenario was pertinent for the development of this program. The main goal of the program is to enhance scientific literacy and critical thinking for responsible and reasonable decision-making on vaccination against COVID-19 by participants. It involves argumentation and modelling tasks about the generation of vaccines. The analysis shows that participants' positions about vaccination change through the program execution. They were able to argue based on the data retrieved from the activities after the completion of the program, what shows its potentialities.

KEYWORDS: socio-scientific issues, vaccines, COVID-19, scientific practices, initial teachers' training.

INTRODUCCIÓN

La pandemia de la COVID-19, declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020, puso en jaque a una sociedad que no estaba preparada para tal evento a nivel mundial. Este escenario dio lugar al desarrollo de investigaciones orientadas a generar diseños didácticos para la alfabetización científica y el desarrollo de competencias de pensamiento crítico y acciones responsables por parte del alumnado de distintos niveles (Rodríguez-Losada, Puig, Cebrián-Robles y Blanco, 2021). La crisis

generada por el coronavirus constituye un reto para la comunidad científica y educativa por distintos motivos, entre los que destacamos el auge de noticias falsas sobre la COVID-19. En particular, las vacunas, su composición y supuestos efectos adversos. En respuesta a este problema, surgen colaboraciones entre equipos de investigación de nuestro país con el fin de dotar de herramientas y conocimientos útiles al profesorado en formación en el abordaje de noticias falsas relacionadas con la vacunación y las vacunas (Abril, Franco Mariscal y Blanco, 2021; Rodríguez-Losada, Puig, Cebrian-Robles y Blanco, 2021)

Uno de los aspectos a destacar de esta pandemia es el hecho de que conceptos científicos como: vacunas, antígenos, anticuerpos, AND, ARN, PCR, entre otros, reciben una mayor atención mediática (López-Goñi, 2020), aunque ello no implique su adecuada comprensión por parte de la ciudadanía. El fenómeno de la sobreinformación y desinformación sobre la COVID-19 y las nuevas generaciones de vacunas de ARN y ADN por medios de difusión no fidedignos convierte la tarea de enseñar temas como la inmunización y las aplicaciones de la genética en tareas todavía más complejas para los/as docentes. El auge de sectores como “médicos por la verdad” a nivel mundial contribuye a sembrar la duda y el escepticismo entre la población acerca de la eficacia y seguridad de las vacunas de la COVID-19, fomentando falsas ideas sobre las alteraciones cromosómicas que estas pueden generar (Rodríguez-Losada, Puig, Pérez-Maceiras, 2021). Ante este escenario, cobra importancia el desarrollo de una educación científica que implique al alumnado en acciones tanto individuales como colectivas, que permitan dar respuesta a problemas de esta índole. Este trabajo surge de esta preocupación y presenta el diseño de un programa formativo para la formación inicial del profesorado en vacunas y la COVID-19.

Controversias socio-científicas para la acción responsable

La introducción de cuestiones socio-científicas en el aula permite poner en valor el papel de la ciencia y su utilidad para la resolución de problemas que nos afectan directamente (Stuckey, Hofstein, Mamlok y Eilks, 2013). Además, su enseñanza contribuye al desarrollo de pensamiento crítico y prácticas científicas por el alumnado, así como competencias para la acción (Hodson, 2004). La investigación sobre cuestiones socio-científicas ha puesto el foco de atención en el análisis de la argumentación y el uso de pruebas por el alumnado (Garrido Espeja y Couso, 2020), así como en la aplicación de conocimientos científicos por parte de este. Sin embargo, apenas existen evidencias sobre qué modelos de enseñanza y diseños promueven dimensiones de pensamiento crítico necesarias para la acción responsable, como la vacunación frente a la COVID-19.

Estudios anteriores a la pandemia sobre controversias de salud y las vacunas en formación de profesorado, muestran una estrecha relación entre el dominio de conocimiento y un mejor desempeño de pensamiento crítico (Rodríguez-Losada, Puig, Pérez-Maceiras, 2021). Este trabajo apoya esta idea y coincide con autores como Kuhn (2019), en que, para su promoción, es necesario el uso de contextos que incentiven la práctica dialógica por parte del alumnado. Uno de los problemas que suscita la enseñanza de controversias socio-científicas es que el profesorado no se siente lo suficientemente preparado para abordar las incertezas que caracterizan a estos problemas, entre otros aspectos. La polémica de la vacunación frente a la COVID-19 pone de relieve la importancia de aunar esfuerzos en la investigación para integrar la naturaleza de la ciencia y mejorar la alfabetización científica en diseños específicos sobre esta controversia. Existen iniciativas realizadas desde sociedades científicas como ÁPICE sobre vacunas (Abril, Franco Mariscal y Blanco, 2021), así como trabajos de divulgación entre científicas e investigadoras en didáctica de ciencias, sobre la aplicación de la ingeniería para la

generación de vacunas que buscan mejorar la comprensión sobre cómo se generan las vacunas de ARN para los docentes. Temas con los que se relaciona el programa formativo que se presenta en esta comunicación.

PROGRAMA FORMATIVO. LA CIENCIAS DETRÁS DE LAS VACUNAS FRENTE A LA COVID-19

Se presenta un programa formativo que tiene como objetivo principal la formación científica y el desarrollo de pensamiento crítico para la toma de decisiones responsable frente a las vacunas de la COVID-19. El programa incluye una serie de tareas diseñadas por una científica e investigadores en didáctica de ciencias, que involucran a los/as participantes en prácticas científicas para la construcción de conocimientos y el desempeño de pensamiento crítico sobre las vacunas.

Participantes: El programa formativo se desarrolló con alumnado del Grado de Educación Infantil en la asignatura de segundo curso, Salud Higiene y Alimentación Infantil en 2021. Los participantes son un total de 96 estudiantes, la mayoría mujeres (92 mujeres y cuatro hombres), que proceden de la rama social de educación secundaria obligatoria (94 vs dos alumnas de ciencias). El alumnado se distribuía en dos grupos, A y B, de número equitativo de estudiantes aproximadamente. Elegimos este grupo por considerarlo representativo de la sociedad no especializada en las áreas implicadas en la generación de la vacuna. Participan también dos expertas en la generación de vacunas de ARN a nivel internacional. Una doctora en epidemiología y salud pública de la Universidad de Málaga y una doctora en biología molecular, científica del centro pionero en inmunización y vacunación del Hospital Methodist de Houston, USA. Además, la docente que conduce la asignatura en la que se integra el programa es doctora en medicina y experta en técnicas de biología molecular y celular, por lo que a lo largo del programa interviene en las diferentes sesiones.

Contexto de instrucción y desarrollo del programa formativo: El programa se llevó a cabo de manera exclusivamente telemática los meses de febrero a junio de 2021 debido a la situación de la pandemia. Se desarrolló en siete sesiones de duración variable, entre 2 horas y 4 horas. Todas las sesiones fueron realizadas mediante Google Meet y empleando la plataforma del campus virtual. El alumnado trabajó en grupos de cinco a siete estudiantes durante la mayor parte de las tareas. Cabe destacar que el alumnado no había recibido la vacuna contra la COVID-19 debido al ritmo de vacunación en España, siendo, desde el punto de vista de las autoras, esta situación propicia para realizar este programa. La tabla 1 muestra las tareas del programa formativo, su distribución en sesiones.

Hay que señalar que la realización online de los talleres con expertas permitió grabar las sesiones para que el alumnado pudiera recuperar la información tantas veces como quisiera.

Tabla 1. Actividades del Programa formativo

Sesión	Actividades
1 (18/02/2011)	Tarea 1. Pretest <i>¿Qué sabes y cuál es tu posición respecto a las vacunas y la vacunación frente al COVID-19?</i> Tarea 2. <i>Microorganismos (virus/bacterias) y patogenicidad</i>
2 (25/02/2021)	Tarea 3. <i>Análisis de argumentos a favor y en contra de la vacuna frente a la COVID-19. Un taller de argumentación</i>
3 (04/03/2021)	Tarea 4. <i>La vacuna a debate</i> Tarea 5. <i>Con lo aprendido de la argumentación, corrige tu tarea</i>
4 (18/03/2021)	Tarea 6. <i>¿Cómo actúa una vacuna?</i>

	Tarea 7. Construir una secuencia explicativa de la generación de una vacuna
5 (06/05/2021)	Tarea 8. ¿Qué le preguntarías a una experta en vacunas de la COVID-19 Tarea 9. Taller virtual con científicas expertas
6 (27/05/2021)	Tarea 10. Vídeo de campaña de vacunación frente a la COVID-19
7 (03/06/2021)	Tarea 11. Postest

Fuente: elaboración propia

Tarea 1. Consiste en un cuestionario individual sobre la vacunación, en concreto las vacunas frente a la COVID-19. Para la contextualización se utilizó un artículo de prensa local en el que se muestra la primera mujer vacunada de la provincia.

Tarea 3. Taller de formación breve sobre argumentación explícita. Se realiza una tarea en la que se muestran argumentos a favor y en contra de la vacuna de ARN de la COVID-19 respondiendo a la siguiente pregunta *¿Cómo te posicionas en relación con todos estos aspectos relativos a la vacuna: composición, producción, suministro, eficacia, seguridad y distribución?*

Tarea 4. Consiste en un debate que gira alrededor de una noticia sobre la posible obligatoriedad de la vacuna contra la COVID en una determinada comunidad autónoma. El alumnado ha tenido que preparar previamente sus argumentos a favor y en contra de la vacunación obligatoria.

Tareas 6 y 7. El alumnado ha de expresar sus modelos mentales acerca de cómo actúa una vacuna y en qué consiste la inmunización. Posteriormente (Tarea 7), se proporciona a cada grupo una serie de informaciones sobre las vacunas y el proceso de generación de estas (ver figura 1), que han de ordenar de manera secuencial.



Figura 1. Fichas para construir una secuencia explicativa sobre la generación de una vacuna (elaborado por la autora 1).

La tarea requiere explicar cómo se origina una vacuna desde el primer brote infeccioso incontrolado en un hospital hasta su comercialización, pasando por las diferentes fases de investigación básica, clínica y ensayos clínicos para aprobar su administración y/o comercialización. Cada ficha contiene información sobre cada paso, que el alumnado ha de ordenar con ayuda de la docente. Leen las informaciones de las fichas y las discuten entre ellos/as, para después secuenciarlas y construir una explicación.

Tareas 8 y 9. Taller abierto con expertas en vacunas orientado a resolver cuestiones que los propios participantes presentan. Entre las cuestiones formuladas se incluyen: la aprobación de las vacunas como de AstraZeneca con la aparición de casos adversos de tromboembolismo a nivel mundial, por qué hay tantos tipos de vacunas, y las razones para probar las vacunas en diferentes rangos de edad y personas antes de su

administración a la población. Una vez finalizada esta sesión, se comparte con el alumnado un cómic (figura 2) para abordar los mecanismos por los cuales se genera memoria inmunológica, que complementa lo comentado previamente por las expertas.

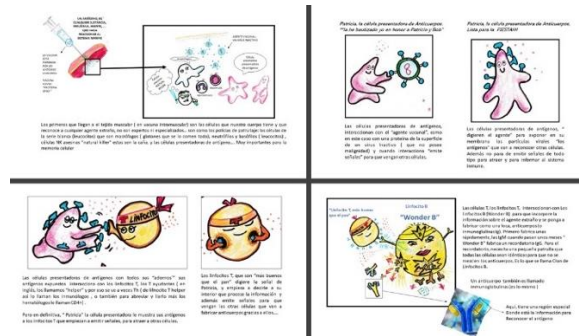


Figura 2. Cómic sobre memoria inmunológica (elaborado por la autora 1).

Tarea 10. Consiste en el desarrollo de una campaña de vacunación que implica al alumnado en la elaboración de un video mostrando su posicionamiento a favor o en contra de la vacunación del COVID-19 con el fin de poder presentar en un centro. En esta campaña el alumnado debe de realizar una encuesta a madres y padres de alumnado de infantil, para conocer su posicionamiento inicial. Como se trabaja en un supuesto no real, para ese momento histórico, los argumentos basados en el conocimiento adquirido durante la formación poseen un mayor peso.

Tarea 11: Esta última tarea consiste en un cuestionario para comprobar lo aprendido a cerca de la vacuna de la COVID-19 y la inmunización en general.

POSICIONES DEL ALUMNADO FRENTE A LA VACUNACIÓN

El análisis de las posiciones del alumnado frente a la vacunación antes y tras completar el programa difiere, tal y como pudimos comprobar mediante el análisis del pretest y postest. El 16% del alumnado indicó que no se vacunarían al principio, en el pretest, y un 2,2% expresó que no lo tenía claro. Un 66,7% indicó que lo harían de forma inmediata si desde el servicio de salud hubieran llamado para hacerlo, y el 15% que lo harían en una segunda instancia, después de ser vacunados los de alto riesgo. En la última tarea, el postest, pudimos comprobar que el alumnado que se mostraba contrario y con dudas cambió de posición. El 100% de los participantes se mostraron partidarios de la vacunación frente al COVID-19, siendo la información proporcionada por la mayoría como la de los ejemplos de las infografías (figura 3).



Figura 3. Infografías de campaña de vacunación elaboradas por el alumnado.

ALGUNAS REFLEXIONES

El desarrollo del programa formativo, “La ciencia detrás de las vacunas frente a la covid-19”, con un grupo de profesorado en formación, nos ha permitido ver la evolución

favorable del alumnado en relación con sus conocimientos y comprensión acerca de cómo funciona una vacuna y qué componentes lo constituyen, cómo se fabrica, entre otros aspectos. El alumnado, a medida que avanzaba en el programa fue capaz de generar argumentos que justificaban su uso, lo que da cuenta de los beneficios potenciales de este programa formativo. Este trabajo apoya la idea de que la toma de decisiones responsables sobre la vacunación implica no sólo disponer de conocimientos científicos básicos, sino también conocer la naturaleza de la ciencia, en concreto, como se desarrolla una vacuna (Rodríguez-Losada, Puig, Cebrián-Robles, Blanco 2021).

El profesorado de infantil y de otros niveles, ha de formarse en estos conocimientos desde un enfoque que les permita contrastar sus modelos con los modelos científicos de referencia participando en procesos de argumentación que impliquen la construcción de explicaciones en base a pruebas y el desarrollo de pensamiento crítico. El profesorado de infantil muchas veces imparte aulas de primaria, donde este tema forma parte de los contenidos de cuerpo humano y salud, motivo por el que debe formarse en el tema. Además, dentro de su formación en la asignatura de salud, conocer los programas de vacunación y prevención de enfermedades forma parte de su formación curricular. Sin olvidar que todo/a educador/a es un agente de salud, que debe promocionar la salud tanto dentro como fuera de las aulas, por consiguiente, su formación en este ámbito es primordial.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto ESPIGA, referencia PGC2018- 096581-B-C22, financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades - Agencia Estatal. A los y las participantes. Al proyecto «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» Referencia PID2019-105765GA-I00 Proyecto del Ministerio de Ciencia.

REFERENCIAS

- Rodríguez-Losada, N., Puig, B., y Maceira, J (2021). Desmontando los bulos sobre las vacunas frente a la COVID-19. *Aula de secundaria*, (42), 30-37
- Rodríguez-Losada, N., Puig, B., Cebrián-Robles, D., y Blanco, Á. (2021). La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de la COVID-19: Conocimientos y posiciones de futuros docentes. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, e021007-e021007.
- Abril M, Franco-Mariscal, J.; y Blanco-López A. (Coord.) (2022). *Enseñanza de las ciencias en tiempos de COVID-19. De la investigación didáctica al aula*. Graó
- Garrido Espeja, A., & Couso, D. (2020). Introducing Model-Based Instruction for SSI Teaching in Primary Pre-service Teacher Education. *In Science Teacher Education for Responsible Citizenship* (pp. 153-171). Springer, Cham.
- Hodson, D. (2004). Going beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. *Science Education Review*, 3(1), 2-7.
- López-Goñi, I. (2020). *Preparados para la próxima pandemia. Reflexiones desde la ciencia*. Ediciones Destino.
- Kuhn, D. (2019). Critical thinking as discourse. *Human Development*, 62 (3), 146-164.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of ‘relevance’ in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49 (1), 1-34.

El problema de la generación de residuos en los libros de texto de ESO

M^a Ángeles García-Fortes¹, Patricia Esteve-Guirao², Isabel Banos-González³

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

¹mariaangeles.garciaf@um.es; ²p.esteve@um.es; ³ibbg1@um.es

RESUMEN: El exceso de consumo constituye uno de los conflictos socio-ambientales más importantes en la actualidad, ligado no solo al agotamiento de los recursos naturales, sino también a la producción masiva de residuos. La educación se considera clave en la concienciación y promoción de hábitos más sostenibles. En este sentido, la escuela juega un papel fundamental, donde el libro de texto (LT) sigue siendo un recurso didáctico muy utilizado. Por ello, resulta oportuno analizar cómo los LT plantean la problemática en cuanto a los contenidos y las actividades que proponen. Los resultados obtenidos indican que los libros no establecen conexiones adecuadas entre las causas, las consecuencias y las posibles soluciones del problema, careciendo de la oportuna contextualización a las posibilidades de acción del alumnado. Además, las actividades no favorecen el desarrollo de las necesarias responsabilidades y compromisos.

PALABRAS CLAVE: Educación secundaria, libros de texto, residuos sólidos urbanos, contenidos, actividades.

ABSTRACT: Overconsumption is one of the most important socio-environmental conflicts today, linked not only to the depletion of natural resources, but also to the massive production of waste. Education is considered key in raising awareness and promoting more sustainable habits. In this sense, the school plays a fundamental role, where the textbook (LT) continues to be a widely used didactic resource. It is therefore appropriate to analyze how the problem is approached in terms of the contents, images and activities proposed in the textbooks. The results obtained indicate that the books do not establish adequate connections between the causes, consequences and possible solutions to the problem, lacking the appropriate contextualization to the students' possibilities of action. In addition, the images have few implications in the learning process and the activities do not favor the development of the necessary responsibilities and commitments.

KEYWORDS: Secondary Education, Textbook, Urban solid waste, Contents, Activities.

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se caracteriza por un consumo intensivo, que implica una gran utilización de recursos limitados y una vasta generación de residuos (Efing y Gomes, 2014). Cada ciudadano en el mundo produce de media 0,74 Kg/día de residuos sólidos urbanos (RSU), pudiendo alcanzar los 4,54 Kg/día en países con mayores ingresos económicos (Kaza et al., 2018). Para estos autores, podría esperarse que para el 2050 se triplique esta cantidad, llegando a alcanzar 3.400 millones de t/año de RSU. Por lo que resulta esencial encontrar estrategias para minimizar el impacto socio-ambiental y económico que subyace bajo el modelo actual de gestión y tratamiento de los RSU, así como del propio modelo de consumo y generación de los mismos.

Sin embargo, la ciudadanía presenta dificultades para establecer vínculos adecuados entre la actual crisis ambiental, las formas de consumo y la producción de residuos, lo que limita que se reconozca la necesidad de reducir los consumos individuales (Fernández Manzanal et al., 2003). En este contexto, la educación se considera una herramienta clave para concienciar e implicar a la ciudadanía, desde el reconocimiento de estos vínculos. Permitiendo al alumnado establecer las relaciones causa-efecto entre sus acciones, individuales y colectivas, y las consecuencias (Banos-González y Hernández, 2021).

A este fin, la mayoría de docentes siguen utilizando como recurso didáctico principal los libros de texto (LT). De forma que, según Montañés y Jaén (2015), los planteamientos de estos manuales pueden ser un indicador de lo que se enseña en las aulas. Por lo que resulta de interés analizar cómo abordan la problemática de generación masiva de residuos.

2. OBJETIVOS

En este trabajo nos planteamos llevar a cabo un análisis sobre cómo abordan la problemática de la generación de residuos en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) los LT. En concreto nos preguntamos si promueven que el alumnado se identifique como parte del problema y si generan cambios en sus valores, actitudes y comportamientos.

3. METODOLOGÍA

En este estudio se analizan 10 libros pertenecientes a la Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), de editoriales habitualmente empleadas en las aulas de secundaria (Tabla 1). En concreto, son libros de 1º y 4º de ESO, pues son los cursos en los que se aborda los factores que interfieren en los ecosistemas y su conservación, y de manera específica el tema de los residuos y su gestión, respectivamente.

Tabla 1. Muestra de estudio.

EDITORIAL	TEMA	CURSO
L1 Anaya (2016)	Tema 8: Los ecosistemas y el ser humano	4º ESO
L2 Oxford (2018)	Tema 11: Impactos de las actividades humanas en el medio ambiente	
L3 McGraw Hill (2015)	Tema 6: La actividad humana y el medio ambiente	
L4 SM (2016)	Tema 12: Las actividades humanas y el medio ambiente	
L5 EDELVIVES	Tema 10: Los ecosistemas y el ser humano	
L6 EDEBÉ	Tema 5: Recursos y medio ambiente	
L7 SM (2015)	Tema 12: Degradación y conservación del medio	1º ESO
L8 McGraw Hill (2015)	Tema 2: La vida en la Tierra	
L9 Santillana (2015)	Tema 12: La dinámica de los ecosistemas	
L10 EDELVIVES	Tema 11: Los ecosistemas.	

Como instrumentos de recogida de información, se diseñaron 2 plantillas, una para el análisis de los contenidos y otra para las actividades, con criterios seleccionados a partir de Montañés y Jaén (2015), Bermúdez (2018), Hernández et al. (2018) y Pardo (2004). Así, para el análisis de los contenidos se atendió a sus causas, consecuencias y posibles soluciones. Mientras para el análisis de las actividades se consideraron el tipo de actividad y sus objetivos en el proceso de enseñanza/aprendizaje. La recogida de datos se efectuó concretando la presencia o ausencia de cada uno de los criterios.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados sobre el análisis de los contenidos

4.1.1. Resultados sobre las causas

Al analizar los contenidos, observamos que, en general, los LT analizados no atienden con rigor al origen de la problemática, incluso la abordan de manera muy superficial: “*ya conoces los problemas del consumo de recursos naturales: se agotan y generan residuos*” (L7). De hecho, solo 5 manuales (L1, L3, L5, L6 y L10) consideran la relación entre el modelo económico y la generación de RSU (Tabla 2).

Aunque en la mayoría el ser humano es presentado como parte del problema, no suelen hacer referencia a actividades concretas: “*la introducción de contaminantes producidos por la actividad del ser humano ocasiona la desaparición de las especies del ecosistema más sensibles*” (L5). Es común una visión reduccionista de las causas y depositar la responsabilidad sobre el sector productivo, asociándolo a una tecnología capaz de producir más. De tal manera, que parecen plantear un problema de exceso de producción y no de exceso de demanda. Esto podría dificultar que el alumnado se sintiese responsable como consumidor (Efing y Gomes, 2014). Además, los LT analizados también enfatizan las cantidades por encima de las características de los residuos generados: “*la actividad humana genera una enorme cantidad de materiales de desecho que el medio ambiente no es capaz de asimilar*” (L2). Aunque algunos sí señalan las características de los residuos, por ejemplo, el L5 diferencia residuos no peligrosos y peligrosos.

4.1.2. Resultados sobre las consecuencias

En cuanto a las consecuencias, destacar que todos los LT mencionan que la acumulación de residuos causa daños al medio ambiente, aunque pocos especifican cómo: “*Los residuos generan impactos y graves problemas ambientales, que en conjunto se conocen como contaminación*” (L4). De hecho, la mayoría reduce el problema a su dimensión medioambiental (o a lo sumo sanitario), minimizando las consecuencias sociales o económicas. Incluso, si refieren estas últimas, a veces lo hacen a través de un link que les lleva a información externa al libro. De esta manera, la falta de conciencia sobre cómo nos pueden afectar estas problemáticas, podría llegar a ser una barrera para promover acciones individuales y colectivas (Montañés y Jaén, 2015).

Por otro lado, la mayoría de libros omiten las consecuencias negativas de la gestión de residuos, ofreciéndose una visión muy favorable de la misma: “*la eliminación de residuos es necesaria y tiene como objetivo evitar problemas sanitarios o medioambientales*” (L5). Apenas refieren la ineficacia de métodos como el reciclaje, donde solo el L6 lo menciona superficialmente, ofreciendo un link para obtener la información “*...a veces el agua, con estos contaminantes, no se depuran correctamente y retornan al mar*”.

4.1.3. Resultados sobre las soluciones

La mayoría de los LT analizados se decantan por soluciones orientadas a la gestión de los desechos una vez producidos, muy por encima de la reducción. De hecho, en ninguno de ellos se aborda la jerarquía de gestión. Este resultado está en sintonía con la falta de atención a las consecuencias negativas de los métodos de gestión; es más, incluso se refieren a ellos como una solución beneficiosa “*la recogida de basura es un impacto positivo*” (L6). Además, básicamente, promueven la separación selectiva: “*reciclar los residuos permite conservar los recursos naturales y reducir la contaminación de los ecosistemas*” (L10). Sin llegar a incidir en las limitaciones del reciclaje, que presentan como un método totalmente eficiente: “*con esta práctica se reduce la necesidad de extraer recursos naturales y, al mismo tiempo, se eliminan los residuos generados*” (L5).

Tabla 2. Criterios y plantilla para análisis de contenidos

CRITERIOS		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
CAUSAS	1. Asocia la GR con el modelo socioeconómico.	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ
	2. Asocia la GR con el consumo	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
	3. Asocia la GR con el desarrollo tecnológico	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	SÍ
	4. Asocia la GR con el contexto demográfico	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ
	5. Se identifica al ser humano como parte del problema	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
	6. Menciona los residuos producidos	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
CONSECUENCIAS	7. Se relaciona los residuos con emisiones a la atmósfera	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ
	8. Se aborda el daño generado por los residuos al medio ambiente	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	9. Se hace referencia la vida media de los residuos	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO
	10. Se mencionan los materiales no biodegradables	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO
	11. Se hace referencia a la ineficacia del reciclaje.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	12. Se reconoce la exportación de residuos.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	13. Se hace referencia a las implicaciones económicas de la GR	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO
	14. Se hace referencia a las implicaciones sociales de la GR	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO
	15. Se hace referencia a las implicaciones sanitarias de la GR	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO
	16. Se hace referencia a las consecuencias no deseables de la gestión de residuos	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO
SOLUCIONES	17. Se aborda la gestión de los residuos	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	18. Se incluye la jerarquía en la gestión de residuos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	19. Menciona el consumo responsable	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
	20. Se aborda el reciclaje.	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	21. Se proponen soluciones individuales.	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO
	22. Se hace referencia al papel de la Educación en la problemática de la GR	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	23. Se abordan soluciones de carácter administrativo (legislativas y políticas)	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO
	24. Aborda la Economía circular vs economía lineal.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	25. Aborda el papel de la tecnología en la solución de la problemática de la GR	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO
	26. Refiere la regla de las “erres”	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO

Por otro lado, la mayoría de las soluciones se plantean a nivel colectivo o a nivel administrativo, a través de normas y gestión: “cuando se adquiere un nuevo dispositivo electrónico, el establecimiento está obligado por ley a aceptar el aparato usado y enviarlo a un centro de reciclaje” (L5). Por lo que el alumnado podría disipar su responsabilidad individual (Varela-Losada et al., 2021). Conviene señalar que solo 5 libros (L3, L4, L5, L6 y L7) atienden al consumo responsable como solución a la problemática: “llevar a cabo un consumo responsable con acciones como escoger productos de proximidad, con poco embalaje y que no sean de un solo uso” (L6); o el L3 que incorpora el apartado “Qué puedes hacer tú”. Pero, en general, las soluciones propuestas no parecen ayudar al alumnado a cambiar su percepción y posicionamiento

ante esta problemática y tampoco se le ofrece oportunidades para contrastar la eficacia de las distintas medidas (Hernández et al., 2018).

4.2. Resultados sobre el análisis de las actividades

Las cuestiones son más numerosas que otro tipo de actividades, siendo en su mayoría cerradas y academicistas. Además, no suelen estar contextualizadas en la vida cotidiana del alumno: “*Clasifica los siguientes residuos...*”, “*Indica a qué tratamiento se somete a cada uno de los residuos de la actividad anterior*” (L6). Y los que más se acercan son del tipo “*En grupo anotad una lista de los residuos que generáis en un día, clasifícadlos e indicad de qué tipo son*” (L6).

En general, abundan las cuestiones que buscan definiciones, requiriendo la recuperación de información en el mismo texto: “*Indica el color del contenedor en el que debes depositar los siguientes residuos...*” (L5). En menor medida se han identificado otro tipo de actividades, como pequeñas investigaciones, aunque suelen ser muy superficiales y no implican una búsqueda crítica de información ni la obtención de conclusiones. Un ejemplo de ello sería: “*Investiga qué tipos de residuos se depositan en los puntos SIGRE*” (L1). Entonces, podría decirse que las actividades que implican un alto nivel cognitivo son escasas.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Respecto a los contenidos, la mayoría de los libros analizados presentan el consumo excesivo como connatural a nuestro modelo socioeconómico y sin apenas cuestionarlo, ni plantearse la necesidad de reducir la generación de residuos. Esto podría dificultar que el alumnado se responsabilice ante este problema y genere cambios en su día a día. Además, ante el planteamiento generalizado de que la mayoría de los residuos son reciclables, la reducción perdería importancia como posible solución (Catlin y Wang, 2012). De acuerdo con Fernández y Caballero (2017), podría considerarse que ofrecen una información incompleta, de bajo rigor y calidad, ya que no plantean los efectos nocivos y la falta de eficacia de los tratamientos a los que se someten los residuos. Así mismo, no solo no ofrecen situaciones para poner en conflicto la tendencia a sobreestimar las tasas de reciclaje, reportada en alumnado de secundaria (Banos-González y Hernández, 2021), sino que estos planteamientos podrían reforzar sus posicionamientos acerca del reciclaje frente a la reducción.

Aunque existen ciertas excepciones, las editoriales analizadas no cumplen con la mayoría de los criterios, especialmente en 1º de ESO. Por lo que parece evidente la necesidad de propuestas educativas orientadas a un análisis más sistémico de la problemática, desde la selección de contextos cercanos, que permitan al alumnado reconocer su propia responsabilidad, y la importancia de adoptar decisiones de consumo diarias sostenibles.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PID2019-105705RA-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banos-González, I. y Hernández Campillo, A. (2021). El alumnado de secundaria ante el problema de la generación masiva de residuos: sus percepciones, su responsabilidad y su disposición a actuar. En: Investigación educativa ante los actuales retos migratorios. Romer, Cáceres, de la Cruz y Ramos (Eds). Dykinson SL. Pp: 841-855

Línea 1. Educación Científica y Sociedad

- Bermúdez, G.M.A. (2018): ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (1), 1102.
- Catlin, J. R. y Wang, Y. (2012). Recycling Gone Bad: When the Option to Recycle Increases Resource Consumption. *Journal of Consumer Psychology*, 23 (1), 122-127
- Efing, A.C. y Gomes, L. (2014): La responsabilidad compartida de los residuos posconsumo en el combate contra la contaminación transfronteriza. *Ius et veritas*, 24(49), 92-106.
- Fernández, M.P. y Caballero, P.A. (2017): El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado*, 29 (1), 201-217.
- Fernández Manzanal, R., Pérez de Heredia, A.H., Rodríguez Barreiro, L.M. y Marcén Albero, C. (2003) ¿Qué miden las escalas de actitudes? Análisis de un ejemplo para conocer la actitud hacia los residuos urbanos. *Rev. Ecosistemas*, 12, 1-18
- Hernández, A. M., Burgui, M., Velázquez de Castro, F. y Corrales, J. M. (2018). ¿Responden los libros de texto a las demandas de la educación ambiental? Un análisis para la educación secundaria. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 7, 80-110.
- Montañés, S. y Jaén, M. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3º de la ESO? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 130-148.
- Pardo, P. (2004): ¿Qué actividades proponen los libros de texto elaborados para enseñar Geología? *Pulso: revista de educación*, 27, 49-60
- Varela-Losada, M., Vega-Marcote, P., Lorenzo-Rial, M. y Pérez-Rodríguez, U. (2021). The Challenge of Global Environmental Change: Attitudinal Trends in Teachers-In-Training. *Sustainability*, 13 (2), 493.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. y Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank, Washington, DC.

Presentación del *Cuestionario Hábitos de Ingesta Alimentaria* (CHIA)

Ligia Isabel Estrada Vidal¹ y Marcia Eugenio-Gozalbo².

¹ Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla, Universidad de Granada. ligia@go.ugr.es.

² Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid. marcia.eugenio@uva.es

RESUMEN: El uso de huertos ecodidácticos (HEDs) en la formación inicial de maestros facilita abordar la alimentación saludable y sostenible. Tanto para evaluar los aprendizajes en este ámbito, como el éxito de las intervenciones educativas basadas en HEDs, resulta necesario disponer de herramientas cuantitativas. Presentamos el *Cuestionario Hábitos de Ingesta Alimentaria* (CHIA), construido *ad hoc*, así como sus características psicométricas. CHIA se implementó a principios del curso 2021/2022 con 622 futuros docentes de siete universidades españolas, mayoritariamente estudiantes de los Grados en Educación. Los resultados indican una adecuada fiabilidad ($\alpha=0.752$) y validez de constructo (los tres factores extraídos explican el 55.934% de la varianza total). CHIA queda constituido por 13 ítems agrupados en cuatro dimensiones, y puede implementarse previa y posteriormente a intervenciones didácticas que específicamente traten temas de alimentación o bien contextualizadas en HEDs, tanto para evaluar los aprendizajes de los estudiantes como el propio éxito de las intervenciones.

PALABRAS CLAVE: alimentación sostenible, evaluación, huertos ecodidácticos.

ABSTRACT: Using organic learning gardens (OLGs) in initial teacher training facilitates addressing healthy and sustainable eating. However, it is necessary to dispose of quantitative tools, both to evaluate learning in this area, as well as the success of educational interventions based on OLGs. We present the *Food Intake Habits Questionnaire* (CHIA), built *ad hoc*, as well as its psychometric characteristics. CHIA was implemented at the beginning of the 2021/2022 academic year with 622 future teachers from seven Spanish universities, mostly students of the Degrees in Education. The results indicate an adequate reliability ($\alpha = 0.752$) and construct validity (the three factors extracted explain 55.934% of the total variance). CHIA is made up of 13 items grouped in four dimensions and can be implemented prior to and after didactic interventions specifically on food or contextualized at HEDs, both to assess student learning and the success of the interventions itself.

KEYWORDS: assessment, organic learning gardens, sustainable food.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es un elemento estratégico dentro de la Agenda 2030 (ONU, 2018). Son varios los Objetivos del Desarrollo Sostenible relacionados con la alimentación en alguna de sus dimensiones: social, política, económica y ambiental, destacando *Hambre Cero* (ODS 2) y *Producción y consumo responsable* (ODS 12), y contabilizándose hasta 70 medidas que están conectadas con la alimentación en el marco de otros (Sage et al., 2021). Los organismos europeos e internacionales insisten en la urgencia de realizar una transición hacia dietas no solo saludables, sino también sostenibles (UE, 2020). La

Educación para la alimentación sostenible busca propiciar ese cambio y contribuir a la construcción de sistemas alimentarios sostenibles (meta 12.8, ODS 12).

Es importante fomentar buenas prácticas de sostenibilidad alimentaria desde los centros educativos. Una de éstas es el huerto escolar, particularmente si se maneja mediante prácticas agrícolas sostenibles (*huertos ecodidácticos*, HEDs). Los HEDs son recursos didácticos versátiles, que permiten abordar una variedad de temas curriculares, de forma destacada en educación alimentaria y científica (Williams y Dixon, 2013). En los últimos años, están proliferando en las universidades de todo el mundo, donde contribuyen a la educación para la sostenibilidad (Cheang et al., 2017). En España son particularmente usados en la formación inicial de maestros (Eugenio et al., 2021) y se están diseñando productos curriculares contextualizados en ellos (Zuazagoitia et al., 2021). Existe por tanto una demanda de instrumentos cuantitativos para evaluar los aprendizajes de los estudiantes y las propias intervenciones de forma sistemática y consistente.

Estudios previos de corte cualitativo desvelan los aprendizajes y cambios de conducta que los maestros en formación inicial reconocen tras una experiencia educativa en el HED universitario, entre los que se encuentran aprendizajes relevantes sobre alimentación y compra responsable de alimentos y cambios positivos en conductas alimentarias (Eugenio et al., 2019, 2021). Es en base a ellos que nos planteamos elaborar un banco de cuestionarios de tipo escala de Likert, de los que el CHIA forma parte.

METODOLOGÍA

Muestra

CHIA se implementó en octubre de 2021 en siete universidades españolas que participan en el Proyecto de Innovación Docente “Huertos EcoDidácticos” (Universidad de Valladolid), sumándose una muestra total de 622 estudiantes, fundamentalmente de los Grados de Educación Infantil, Primaria y Social (87.46% de la muestra), y en una pequeña parte, del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (el 12.54% en Posgrado). Sobre el total, 84.1% eran alumnas y 15.9% alumnos. Sus edades se encontraban entre los 17 y los 56 años, siendo la media de 21.77 años (DT= 4.303). De entre los participantes de los Grados en Educación, el 24% se encontraba en 1º curso, el 5.3% en 2º curso, el 46.2% en 3º curso y el 24.4% en 4º curso.

Instrumento

CHIA es un cuestionario construido *ad hoc* para conocer qué hábitos de ingesta alimentaria tiene el alumnado universitario. El instrumento es una escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta (0= nunca, 1= casi nunca, 2= a veces, 3= casi siempre y 4= siempre) y está constituido por 14 ítems, de los cuales siete están reagrupados en cuatro indicadores dentro de la primera dimensión, y los otros siete en dos indicadores dentro de la segunda (tabla 1).

Tabla 1. Relación de dimensiones, indicadores e ítems del CHIA

DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEM
D1-Hábitos generales en la ingesta de alimentos	Motivación fundamental (dieta saludable, dieta de alimentos que le gusta)	13. Procuero comer alimentos que sean saludables
		6. Sobre todo, como aquellos alimentos que me gustan*
	Dieta variada de fruta y verdura	10. Como bastante variedad de frutas y verduras

D2-Ingesta de alimentos por tipología	Ingesta de alimentos sostenibles (ecológicos, de temporada y km 0)	12. Como alimentos que se han producido de manera ecológica
		8. Como ciertas frutas y verduras a lo largo de todo el año, aunque no sean de temporada*
		9. Intento comer fruta y verdura cultivada cerca de donde vivo
	Desperdicio alimentario	14. Procuero no tirar comida
	Alimentos de origen vegetal o animal (carne)	7. Como alimentos de origen vegetal (frutas, verduras, legumbres, hierbas aromáticas...)
		3. Como carne*
	Alimentos procesados	11. Como alimentos crudos o poco cocinados
		2. Como comida precocinada que está envasada o enlatada (lasañas, albóndigas...)*
		1. Como “comida rápida” (de pizzerías, hamburgueserías...)*
		4. Como dulces procesados (bollería industrial, postres envasados) *
	5. Consumo refrescos (bebidas azucaradas y carbonatadas) *	

(*) ítems formulados en negativo

Previo al diseño del cuestionario piloto, y mediante la técnica de juicio de expertos, un grupo de 13 docentes con experiencia en Métodos de Investigación, Educación para el Desarrollo Sostenible, Huertos educativos y Alimentación, valoraron la claridad e importancia de los ítems, así como su pertinencia en sus respectivas dimensiones, realizándose así la validación de contenido (Autores, *in press.*).

Procedimiento

Participaron alumnos de varios docentes universitarios que son miembros del proyecto de innovación docente, a quienes se solicitó la colaboración voluntaria (*técnica de muestreo no probabilística incidental*). El cuestionario (Tabla 1) se digitalizó en la aplicación Google Forms, cuyo enlace se facilitó al profesorado en un email en además se explicitó un protocolo a seguir para su implementación, así como ciertas recomendaciones en cuanto a dispositivos, espacios y tiempo, con el objetivo de garantizar la omisión de posibles sesgos en la recogida de información. También se grabó un vídeo con explicaciones sobre cómo es el cuestionario e indicaciones sobre cómo responderlo, que todos los estudiantes de las distintas universidades visualizaron inmediatamente antes de responder. La duración promedio de respuesta fue de aproximadamente 2 a 3 minutos, sin incluir el tiempo de acceso al mismo desde la red digital. Siguiendo los principios éticos de investigación, se garantizó el anonimato de los participantes.

Técnicas de análisis de datos

Las características psicométricas de un instrumento permiten conocer su calidad, en base a su consistencia interna (fiabilidad) y validez de constructo (González, 2010). La fiabilidad se calculó mediante el coeficiente alfa de Cronbach del total de los ítems, y la validez de constructo con un análisis factorial exploratorio sobre factores principales con rotación *normalización varimax con Kaiser* (lo que permitió conocer la estructura latente del cuestionario). Se llevaron a cabo con el paquete estadístico SPSSv25.

RESULTADOS

El número de ítems era originalmente de 14 (tabla 2), y la fiabilidad de 0.703, que mejoró a 0.752 al ser eliminado el ítem 8, quedando 13 ítems en el instrumento final y una consistencia interna satisfactoria (Cronbach, 1951; Oviedo y Campo-Arias, 2005).

Tabla 2. Estadísticos total-elemento del CHIA

	MEDIA DE ESCALA SI SE SUPRIME EL ÍTEM	VARIANZA DE ESCALA SI SE SUPRIME EL ÍTEM	CORRELACIÓN TOTAL DE ÍTEMS CORREGIDA	ALFA DE CRONBACH SI SE SUPRIME EL ÍTEM
Item1	28.03	27.100	0.499	0.672
Item2	27.48	27.226	0.339	0.685
Item3	29.06	26.989	0.326	0.686
Item4	27.87	26.076	0.483	0.667
Item5	27.63	26.498	0.368	0.681
Item6	29.40	29.783	0.085	0.711
Item7	27.39	26.585	0.434	0.674
Item8*	28.73	31.860	-0.175	0.752*
Item9	28.46	25.147	0.397	0.676
Item10	27.70	24.341	0.502	0.659
Item11	29.20	28.060	0.207	0.702
Item12	28.69	27.076	0.392	0.679
Item13	27.44	25.806	0.572	0.659
Item14	26.99	28.753	0.169	0.704

(*) El ítem 8 se elimina en el cuestionario final, cuya fiabilidad es 0.752.

En relación con la validez de constructo, el índice de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) obtuvo un valor de 0.805 para los ítems del CHIA, indicando una correcta adecuación de los datos para efectuar el Análisis Factorial Exploratorio. La prueba esfericidad de Bartlett resultó significativa ($\chi^2= 1665.123$, g.l.= 78 y $p<.0001$), indicando así el buen ajuste del modelo. La solución factorial está formada por cuatro factores, que se extrajeron después de la *rotación varimax con normalización Kaiser* y cuyo proceso convergió en la décima iteración, los cuales explican el 55.934% de la varianza total (tabla 3). Dicha solución factorial explica entonces más del 50% de la variabilidad total de respuesta al test (Merenda, 1997), por lo que la validez de constructo se considera adecuada.

Tabla 3. Varianza total explicada de los componentes extraídos

Componente	AUTOVALORES INICIALES			SUMAS DE CARGAS AL CUADRADO DE LA EXTRACCIÓN			SUMAS DE CARGAS AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3.590	27.617	27.617	3.590	27.617	27.617	2.279	17.533	17.533
2	1.432	11.018	38.635	1.432	11.018	38.635	2.272	17.479	35.011
3	1.245	9.577	48.212	1.245	9.577	48.212	1.580	12.153	47.164
4	1.004	7.722	55.934	1.004	7.722	55.934	1.140	8.770	55.934
5	0.894	6.875	62.809						
6	0.876	6.741	69.550						
7	0.821	6.312	75.863						
8	0.745	5.731	81.594						
9	0.640	4.923	86.517						
10	0.537	4.133	90.649						

I1	0.496	3.815	94.464
I2	0.404	3.105	97.569
I3	0.316	2.431	100.000

Método de extracción: análisis de componentes principales.

El número de componentes que pueden adoptarse queda también indicado en el gráfico de sedimentación (Gráfico 1), donde se ha aplicado la prueba Scree de Cattell.

El primer factor explica el 17.533% (cinco ítems), el segundo el 17.479% (cuatro ítems), el tercero el 12.153% (dos ítems) y el cuarto el 8.770% (un ítem), cuya relación se puede consultar en la tabla 4.

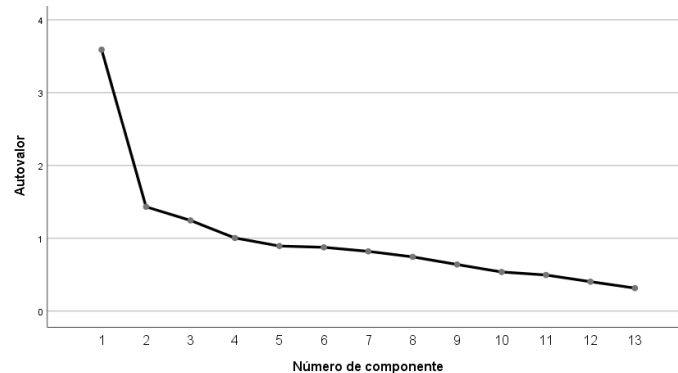


Figura 1. Gráfico de sedimentación

Tabla 4. Matriz de componente rotado

	COMPONENTE ^a			
	1	2	3	4
Item7	0.785			
Item10	0.747			
Item13	0.671			
Item11	0.541			
Item4		0.721		
Item5		0.685		
Item1		0.653		
Item2		0.650		
Item3		0.453		
Item9			0.793	
Item12			0.772	
Item6				0.741
Item14				-0.433

^(a) Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. La rotación ha convergido en 10 iteraciones.

CONCLUSIONES

El *Cuestionario de hábitos de ingesta alimentaria* (CHIA) ha sido implementado en estudiantes universitarios y el análisis de sus propiedades psicométricas revela que presenta las características adecuadas, encontrándose su fiabilidad por encima de 0.70 (su alfa de Cronbach es de 0.752) y explicando cuatro factores el 55.934% de la varianza total explicada, es decir, un valor superior al 50%. CHIA queda entonces constituido por 13 ítems que se encuentran agrupados en cuatro dimensiones. La primera dimensión, denominada *Hábitos de ingesta alimentaria saludable*, integra los ítems 7, 10, 13 y 11, y recoge información relativa a llevar una dieta variada, fundamentada en el consumo de

frutas y verduras crudas o poco cocinadas. La segunda dimensión, denominada *Hábitos de ingesta alimentaria no saludable*, integra los ítems 4, 5, 1, 2 y 3, y recoge información sobre aquellos hábitos que convendría cambiar, como el consumo de alimentos procesados, precocinados, o la comida rápida. La tercera dimensión, denominada *Hábitos de ingesta alimentaria sostenible*, integra los ítems 9 y 12, y recoge información sobre la producción ecológica y local de los alimentos que se ingieren. Finalmente, la cuarta dimensión integra los ítems 6 y 14. El instrumento es apto para ser utilizado previa y posteriormente a las implementaciones educativas que se lleven a cabo en el contexto de los HEDs universitarios, o en otras situaciones en que convenga evaluar cuáles son los hábitos de ingesta de este grupo de población (adulta y bien formada), o si están evolucionando hacia el cambio, tras intervenciones educativas.

AGRADECIMIENTOS

Grupo de Innovación Docente “Huertos EcoDidácticos”, de la Universidad de Valladolid. En particular, a los miembros del GID que implementaron los cuestionarios en sus aulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autores, *in press*.

- Cheang, C.C., So, W.-M.W., Zhan, Y. y Tsoi, K.H. (2017). Education for sustainability using a campus eco-garden as a learning environment. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(2), 242-262. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2015-0174>.
- Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Eugenio Gozalbo, M., Ramos Truchero, G., y Vallés Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 37(3): 111-127. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos-Truchero, G., y Suárez-López, R. (2021). University gardens for sustainable citizenship: assessing the impacts of garden-based learning on environmental and food education at Spanish Higher Education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22 (3), 516-534. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2020-0208>
- European Commission (2020). Farm to fork strategy. For a fair, healthy and environmentally friendly food system. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
- González, I. (2010). Determinación de los elementos que condicionan la calidad de la universidad: Aplicación práctica de un análisis factorial. *RELIEVE*, 9(1), 83-96. <https://doi.org/10.7203/relieve.9.1.4351>
- Merenda, P. (1997). A guide to the proper use of Factor Analysis in the conduct and reporting of research: pitfalls to avoid. *Measurement and evaluation in counseling and evaluation*, 30, 156-163.
- Organización de las Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Oviedo, H.C., y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.
- Sage, C., Quietì, M.G. y Fonte, M. (2021). Sustainable Food Systems. Sustainable Diets. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 27(1), 1-11. <https://doi.org/10.48416/ijaf.v27i1.449>
- Williams D.R. y Dixon P.S. (2013) Impact of Garden-Based Learning on Academic Outcomes in Schools: Synthesis of Research Between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, 83(2), 211-235. <https://doi.org/10.3102/0034654313475824>
- Zuazagoitia, D., Ruiz-González, A., Aragón, L. y Eugenio-Gozalbo, M. (2021). ¿Podemos cultivar este suelo? Una secuencia didáctica para futuros maestros contextualizada en el huerto. *Investigación en la Escuela*, 103, 32-47. <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.03>

LÍNEA 1. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

Simposios

LÍNEA 1. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

Simposio 1

EL PROFESORADO ANTE EL RETO DE DESARROLLAR COMPETENCIAS
EN SALUD ENTRE SU ALUMNADO

Valentín Gavidia
(Coord.)

Los temas de salud han estado presentes en los currículos de biología ofreciendo información acerca de las enfermedades y su prevención, con la esperanza de promover comportamientos saludables. Linville (1909), citado por Rosenthal (1989), ya sugería que en los cursos de biología se debía incluir la higiene, la sexualidad, los efectos del alcohol y de los narcóticos, la prevención de enfermedades, etc. Así, estos primeros modelos de Educación Sanitaria eran exclusivamente informativos.

Sin embargo, la idea de que la información generaba cambios de comportamiento se comprobó simplista. Los temas de salud debían ser tratados teniendo en cuenta los componentes actitudinales y procedimentales, y considerarlos conformando una materia curricular y no como un añadido en la biología. La LOGSE la consideró transversal y empezamos a hablar de Educación para la Salud, con la necesidad de establecer contenidos interdisciplinares y realizar proyectos educativos.

En las siguientes leyes educativas, las materias transversales desaparecieron y con ellas la Educación para la Salud como tal, pero lo que podría significar un retroceso se convirtió en avance al encontrar los temas de salud en el currículo de diversas asignaturas.

En estos momentos, a la idea de salud se le agregan nuevos distintivos: a) una concepción comunitaria sobre la visión individual, b) los determinantes socio-ambientales que condicionan los estilos de vida, c) la promoción de la salud para actuar sobre el entorno y posibilitar cambios de comportamiento y d) el establecimiento de relaciones entre la salud y el medio ambiente tratando problemas de salud ambiental (Gavidia, 2016).

Estos motivos de reflexión y acción son adecuados para la presentación de controversias, el desarrollo de un pensamiento crítico y la generación de competencias, pero también para realizar proyectos que participen en una mejora de la calidad de vida de las personas.

El presente simposio ofrece cuatro reflexiones profesionales con estas consideraciones.

- 1) “El concepto de salud en las aulas aragonesas de Educación Infantil y Primaria” de la Universidad de Zaragoza, en la que se estudia el significado de las ideas de salud del alumnado y del profesorado.
- 2) “Educación para la Salud: La Educación Alimentaria y Nutricional a través del Aprendizaje Cooperativo” de la Universidad de Extremadura, donde se usa un problema central de salud como la alimentación para desarrollar un aprendizaje cooperativo.
- 3) “Las competencias en salud en la formación permanente del profesorado de la Comunidad Valenciana” de la Universidad Católica de Valencia, que analiza la formación en salud que los Centros de Profesores ofrecen al profesorado en activo.
- 4) “Diseño, implementación y primeros resultados de un curso de formación en Salud Ambiental para el profesorado en activo” de la Universitat de València. que presenta la planificación y los resultados de un curso para el profesorado sobre salud ambiental.

Gavidia, V. (Coord) (2016). *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela*. Tirant Humanidades. <https://www.uv.es/comsal/pdf/librocomsal.pdf>

Rosenthal, D. B. (1989). Two Approaches to Science-Technology-Society (S-T-S) Education. *Science Education*, 73 (5), 581-589. <https://doi.org/10.1002/sce.3730730506>

El concepto de salud en las aulas aragonesas de Educación Infantil y Primaria

Adrián Ponz-Miranda¹, Beatriz Carrasquer-Álvarez² y Rafael Royo-Torres³.

¹Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Univ. de Zaragoza. adrian.ponz@unizar.es

²Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. becarras@unizar.es

³Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Univ. de Zaragoza. royotorres@unizar.es

RESUMEN: Diversas instituciones nacionales e internacionales recomiendan realizar intervenciones de Promoción y Educación para la Salud en los centros educativos. Por ello, se ha estudiado, mediante entrevistas y cuestionarios, el nivel de conocimiento de los escolares sobre diferentes aspectos de la salud y, por otro lado, cómo los trabaja su profesorado en el aula. El alumnado de Infantil basa su idea de salud en la ausencia o presencia de enfermedad. En Primaria, este conocimiento mejora e incorpora otros ámbitos, como el bienestar general de la persona, la higiene, el ejercicio físico y la buena alimentación, siendo escasas las referencias concretas al ámbito mental, afectivo-sexual y emocional. Los/as docentes señalan la falta de recursos como una dificultad para trabajar la salud en el aula, al mismo tiempo que creen necesaria la participación de las familias y de los profesionales sanitarios.

PALABRAS CLAVE: Educación para la salud, Ed. Infantil, Ed. Primaria, Aragón.

ABSTRACT: Several national and international institutions recommend Health Promotion and Education interventions in schools. For this reason, the level of schoolchildren's knowledge of different aspects of health has been studied by means of interviews and questionnaires, and, on the other hand, how their teachers work with them in the classroom. Pre-school students base their definition of health on the absence or presence of illness. In Primary Education this knowledge improves and incorporates other areas, such as a person's general well-being, hygiene, physical exercise and good nutrition, although with few specific references to the mental, affective-sexual and emotional fields. Teachers point to the shortage of resources as a difficulty in working on health in the classroom, while at the same time they believe that the participation of families and health professionals is necessary.

KEYWORDS: Health education, Childhood Education, Primary Education, Aragón

INTRODUCCIÓN

La alfabetización en salud es primordial para maximizar el bienestar general de todos los ciudadanos, no sólo en cuanto a los resultados de salud, sino por contribuir a minimizar las crecientes epidemias (obesidad, diabetes, acoso, comportamientos de riesgo, etc.) que afectan a jóvenes y mayores, especialmente entre los que tienen pocos conocimientos sobre la salud (Marks, 2012). Su finalidad es conseguir que se adquieran las habilidades cognitivas y sociales que pueden determinar la motivación y capacidad de las personas para acceder, comprender y utilizar la información para promover la buena salud y también apoyar la acción política (Nutbeam, 2000). En este sentido, Koelen y Van den Ban (2004) proponen definir la Educación para la Salud (EpS) como la construcción de oportunidades para el aprendizaje, con la participación de representantes de la población objetivo, implicando una forma de comunicación diseñada para mejorar la alfabetización de la salud, incluyendo la mejora de los conocimientos y el desarrollo de habilidades para la vida que sean propicias para la salud del individuo y la comunidad.

Diversas entidades nacionales (Ministerios de Sanidad, Consumo y Educación del Gobierno de España, etc.) e internacionales (OMS, UNESCO, Consejo de Europa, Comisión Europea, etc.) recomiendan realizar intervenciones de Promoción y Educación para la Salud en los centros educativos (Gavidia, 2016), porque la salud y la educación están intrínsecamente relacionadas. Una escuela saludable es aquella donde se aprenden competencias para gestionar la salud y se viven experiencias coherentes con la misma, cuya finalidad es dotar de valores, habilidades, y motivaciones para promover la salud y el bienestar del alumnado (Aliaga et al., 2016).

El objetivo de este trabajo es conocer el nivel de conocimiento del alumnado aragonés de Infantil y Primaria sobre diferentes ámbitos de la salud y, por otro lado, cómo los trabaja su profesorado en el aula.

METODOLOGÍA

Se diseñaron 3 cuestionarios mediante *Google Forms* para conocer las ideas sobre la salud que tiene el alumnado de Educación Infantil (5 y 6 años) y Primaria (cursos 2º, 4º y 6º), y cómo la trabaja en el aula su profesorado. Los cuestionarios fueron validados por 4 investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales, con gran experiencia en el ámbito de la salud, y 4 maestros/as de Infantil y Primaria de un centro educativo perteneciente a la Red Aragonesa de Escuelas Promotoras de la Salud (RAEPS). Los cuestionarios dirigidos a estudiantes comenzaban con ítems sobre la salud en general y, después, otros relacionados con la alimentación, la higiene, el ejercicio físico y el ambiente; el del profesorado presentaba ítems relacionados con su acción docente y los recursos que usan habitualmente. En todos ellos se incluyeron ítems con respuestas de tipo abierto o cerrado. El cuestionario dirigido a Infantil y 2º Primaria fue cumplimentado por los/as investigadores/as que entrevistaron individualmente a los/as estudiantes de esos cursos, acudiendo presencialmente a dos centros educativos (con el visto bueno de sus equipos de dirección y el profesorado afectado), adaptando los ítems para facilitar su comprensión (<https://cutt.ly/1G1CsJb>). El cuestionario dirigido al alumnado de 4º y 6º de Primaria (<https://cutt.ly/sG1CRSn>) fue cumplimentado en papel o mediante ordenador portátil en sus propias aulas en presencia de los/as investigadores. El formulario del profesorado (<https://cutt.ly/wG1CMnp>) fue distribuido por correo electrónico a todos los centros educativos de Infantil y Primaria de Aragón, el cual también fue cumplimentado por el profesorado de los estudiantes consultados. En 3º de Infantil se consiguieron 33 registros, al igual que en 2º de Primaria, en 4º, 25, y en 6º, 42. Cumplimentaron el cuestionario 11 docentes de Infantil, 28 de Primaria y 6 que impartían clase en ambas etapas (aulas rurales).

Se analizaron los datos recopilados a través de las hojas de cálculo generadas por *Google Forms*, produciendo una estadística descriptiva. Los datos correspondientes a los/as seis maestros/as que impartían clase en Infantil y Primaria (aulas rurales) se han considerado en las estadísticas de ambas etapas. En esta comunicación no se consideran los datos recopilados correspondientes al ámbito del ambiente y la salud, por haberse divulgado estos con antelación (Álvarez et al., 2020).

actividad indagativa sobre la salud, pero cuando se les pidió que mostraran un ejemplo, se observó que ninguno usaba realmente esta metodología didáctica. La mayor parte del profesorado (58%) piensa que el currículo trata de forma suficiente y correcta la educación para la salud, pero no los recursos que proporcionan las editoriales (47%).

Primaria

Los estudiantes de 2° de Primaria basaron principalmente su explicación de salud en la higiene (30%), en la ausencia o presencia de enfermedad (24%), algo necesario para la vida (24%) y, por otro lado, el ejercicio físico (18%), cuidado del cuerpo (18%) o una buena alimentación (15%). Los síntomas de enfermedad los basaron en la existencia de dolor (48%), en la tos (48%) y en la fiebre (36%). Los términos que mejor conocían fueron el resfriado, varicela, alergia y reciclaje (100%; Figura 1). En el 67% de los estudiantes coincide su comida preferida con las que les suelen proporcionar semanalmente. El 76% señaló que existen alimentos malos para la salud, señalando mayoritariamente a las chucherías (44%) y la bollería (28%). Su profesorado (45%) y sus madres (42%) son mayoritariamente quienes les dicen que se laven las manos, y sus madres (45%), padres (39%) y dentista (39%) en el caso de la limpieza de los dientes. Preferirían acudir caminando al colegio en menor proporción (67%) de la que lo hacen habitualmente (Tabla 1). Lo que más les gusta hacer en su tiempo libre es jugar (61%; 45% de ellos/as con videoconsola, ordenador, etc.).

Tabla 1. Respuestas más relevantes dadas por el alumnado en las entrevistas o cumplimentación del cuestionario. Se muestran sólo los datos con mayor frecuencia.

ÍTEM	3° INFANTIL	2° PRIMARIA	4° PRIMARIA	6° PRIMARIA
<i>· Alimentación</i>				
Comida preferida	Pasta (51,5%)	Pasta (60,6%)	Pasta (76,0%)	Pasta (97,6%)
Desayuno habitual	Leche (84,8%)	Leche (93,9%)	Leche (84,0%)	Leche (83,3%)
Alimentos que se deben consumir con mayor frecuencia	Fruta (36,4%)	Verdura (81,8%)	Verdura (76,0%)	Verdura (69,1%)
<i>· Higiene</i>				
Razón para lavarse las manos	Gérmenes (36,4%)	Gérmenes (66,7%)	Gérmenes (76,0%)	Gérmenes (69,1%)
Razón para lavarse los dientes	Evitar suciedad (48,5%)	Evitar caries (55,5%)	Higiene (92,0%)	Higiene (45,2%)
<i>· Ejercicio físico</i>				
Desplazamiento diario al colegio	Caminando (51,5%)	Caminando (78,8%)	Caminando (84,0%)	Caminando (93,0%)
¿Vas a un parque todas las semanas?	Sí (69,7%)	Sí (81,8%)	Sí (80,0%)	No (57,1%)
¿Otras actividades fuera de casa?	Sí (75,8%)	Sí (81,8%)	Sí (88,0%)	Sí (90,5%)
	Deporte (56,0%)	Deporte (63,0%)	Deporte (90,9%)	Deporte (76,3%)

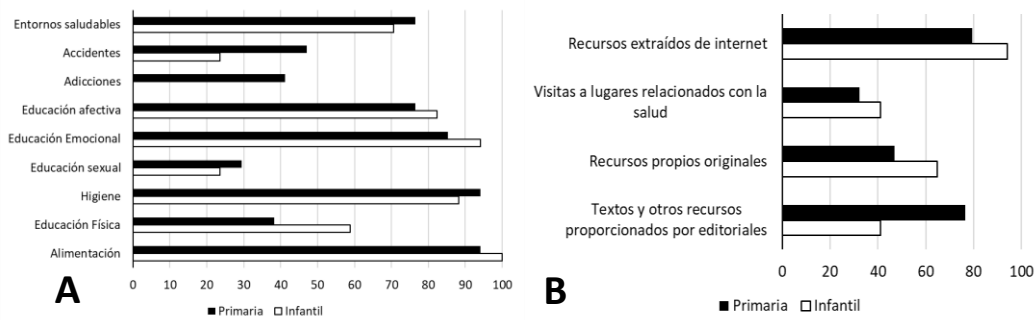


Figura 2. (A) Ámbitos de la salud trabajados por los docentes. (B) Recursos utilizados para su tratamiento en el aula.

El alumnado de 4° de Primaria centró básicamente su definición de salud en el bienestar de la persona (68%), cuidado del cuerpo (24%) y buena alimentación (24%), y los síntomas de enfermedad en la fiebre (36%), en el dolor (32%), en sentirse mal (32%) y en los vómitos (28%). Los términos mejor conocidos fueron accidente, alergia, contaminación, gripe, reciclaje, resfriado y varicela (100%; Figura 1). En el 52% de ellos/as coincide su comida preferida con las que le suelen proporcionar semanalmente. Todos dijeron que existen alimentos malos para la salud, señalando las chucherías (48%), las hamburguesas (28%), las patatas fritas (28%), los refrescos (20%) y la bollería (20%). Sus madres (72%), padres (48%) y maestros/as (32%) son quienes les aconsejan que se laven las manos, y sus madres (76%), padres (48%) y dentista (28%) en el caso de la limpieza de los dientes. Mostraron su deseo de acudir caminando al colegio en la misma proporción (84%) de la que lo hacen habitualmente (Tabla 1). Lo que más les gusta hacer en su tiempo libre es jugar (60%; 33% de ellos/as con videoconsola o tablet). El 80% piensa que la falta de ejercicio físico puede causar enfermedades, concretando únicamente la obesidad (25%).

Los estudiantes de 6° de Primaria basaron principalmente su explicación de salud en el bienestar de la persona (40%), “estar sano/a” (36%) y la buena alimentación (8%). Los síntomas de enfermedad los basaron mayoritariamente en sentirse mal (86%), la existencia de dolor (64%), en la fiebre (45%), en la tos (21%) y vómitos (21%). Los términos que mejor conocían fueron ahorro de energía, alergia, contaminación, dieta, reciclaje y resfriado (97,6%; Figura 1). En el 86% de los estudiantes coincide su comida preferida con las que le suelen proporcionar semanalmente. El 95% manifestó que existen alimentos malos para la salud, señalando mayoritariamente a los dulces (30%), los refrescos (27,5%), las hamburguesas (25%) y la comida basura (20%). Sus madres (88%), padres (69%), profesorado (67%) y la televisión (67%) son mayoritariamente quienes les recomiendan que se laven las manos, y sus madres (93%), padres (81%) y su maestro/a (62%) en el caso de la limpieza de los dientes. Preferirían acudir caminando al colegio en menor proporción (74%) de lo que confiesan hacer habitualmente (Tabla 1). Lo que más les gusta hacer en su tiempo libre es jugar (64%; 44% de ellos/as con videoconsola, smartphone, etc.) y hacer deporte (43%). El 74% piensa que la falta de ejercicio físico puede causar enfermedades, pero sólo señala la obesidad (16%).

El 76% del profesorado de Primaria consultado manifestó que trabajaba la salud de forma transversal en todas las áreas académicas y, mayoritariamente, los ámbitos de la alimentación, higiene, educación emocional y afectiva y los entornos saludables (Figura 2). Los recursos que usan con mayor frecuencia son los que obtienen buscando en internet y los proporcionados por las editoriales (Figura 2). La mayoría dedica todas las semanas del curso (35%) o al menos una vez en cada trimestre (32%) para tratar temas variados

sobre la salud. El 56% manifiesta que ha realizado alguna actividad indagativa sobre la salud, pero cuando se le pide que explique un ejemplo, sólo en dos casos usan realmente esta metodología didáctica. Una gran parte del profesorado (50%) piensa que el currículo trata de forma suficiente y correcta la educación para la salud, sin embargo, no saben si los recursos proporcionados por las editoriales también lo hacen o no (47%). Los/as maestros/as de esta etapa sugieren que se debería implicar más a las familias para tratar estos temas y que se deberían trabajar con más frecuencia en el aula, tanto los aspectos físicos como mentales. Por otro lado, solicitan que se proporcione al profesorado una mayor cantidad de recursos y que se impliquen más las instituciones (centros de salud, hospitales, etc.), acudiendo a las aulas para participar en proyectos educativos, etc.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Poco más de la mitad del alumnado de Infantil no conoce el concepto de salud, y quienes sí tienen nociones, basan su explicación en la ausencia o presencia de enfermedad. Con la edad, según las respuestas del alumnado de Primaria, este conocimiento mejora e incorpora otros ámbitos, como el bienestar general de la persona, la higiene, el ejercicio físico y la buena alimentación, siendo escasas las referencias concretas al ámbito mental, afectivo-sexual y emocional. Independientemente de la edad y el género, la mayoría asocia el dolor con el padecimiento de una enfermedad y también señala jugar como su actividad favorita en su tiempo libre. Por otro lado, los datos recogidos revelan también una mayor dedicación parental del género femenino en los aspectos consultados.

La mayoría de los/as maestros/as trabajan la EpS en sus aulas (con menor frecuencia en Primaria) y señalan la falta de recursos como una dificultad para trabajar la salud en el aula, al mismo tiempo que creen necesaria la participación de las familias, como sugieren Davó et al. (2008), y de los profesionales sanitarios. La mayoría busca los recursos en internet, probablemente, porque les resulta más fácil y rápida su obtención. También se observa que no conocen bien la metodología didáctica de la indagación.

AGRADECIMIENTOS

A M. Escorihuela y R. Albás por su ayuda. A los proyectos 2015-B008 y 2020-B002 (Fundación Universitaria Antonio Gargallo), PIIDUZ_2_21_304 (Universidad de Zaragoza) y PID2019-105320RB-I00 (MCIN/AEI/10.13039/501100011033). Los/as autores forman parte del Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_20R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, P., Bueno, M., Ferrer, E., Gállego, J. Ipiéns, J. R., Moreno, C., Muñoz, P., Plumed, M. y Vilches, B. (2016). Las Escuelas Promotoras de Salud, un entorno para desarrollar competencias y vivir experiencias positivas para la salud: la experiencia de Aragón. En V. Gavidia (Coord.), *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela* (pp. 45-66). Ed. Tirant Humanidades.
- Álvarez, M.V., Ponz, A. y Carrasquer, B. (2020). Percepciones de los/as estudiantes de Educación Infantil y Primaria sobre la salud ambiental. En M. Paz (Comp.), *Libro de Abstracts de 8th International Congress of Educational Sciences and Development* (p. 122). Asociación Española de Psicología Conductual.
- Davó, M. C., Gil-González, D., Vives-Cases, C., Álvarez-Dardet, C. y La Parra, D. (2008). Las investigaciones sobre promoción y educación para la salud en las etapas de infantil y primaria de la escuela española. Una revisión de los estudios publicados entre 1995 y 2005. *Gaceta Sanitaria*, 22(1), 58-64.

- Gavidia, V. (2016). El Proyecto Comsal (Competencias en Salud). En V. Gavidia (Coord.), *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela* (pp. 3-18). Ed. Tirant Humanidades.
- Koelen, M.A. y Van den Ban, A.W. (2004). *Health education and health promotion*. Wageningen Academic Publishers.
- Marks, R. (2012). *Health Literacy and School-Based Health Education*. Ed. Emerald.
- Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: A challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health Promotion International*, 15, 259-267.

Educación para la Salud: La Educación Alimentaria y Nutricional a través del Aprendizaje Cooperativo

¹L. Franco-Reynolds, ²A. De la Hoz A, ³M.J. Benavente, ⁴S. Sánchez S, ⁵J. Cubero

¹Laboratorio de Educación para la Salud. Área Dca de Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura (UEX) Ifrancor@alumnos.unex.es

²Laboratorio de Educación para la Salud. Área Dca de Ciencias Experimentales. UEX. alexdlhoz@unex.es

⁴Escuela Universitaria de Enfermería. Servicio Extremeño de Salud. pepa.benavente@outlook.com

⁵Área de Psicología. UEX. ssanchez@unex.es

⁵Laboratorio de Educación para la Salud. Área Didáctica de Ciencias Experimentales. UEX. jcubero@unex.es

RESUMEN: La enseñanza científica en conocimientos en salud, en el ámbito escolar, favorece su promoción y la prevención de enfermedades. Por ello el objetivo fue enseñar de forma activa a través aprendizaje cooperativo los hábitos de alimentación y nutrición de un grupo de escolares de la provincia de Badajoz. Dicho análisis se llevó sobre el estudio conocimiento del Desayuno y la Dieta Mediterránea tras una intervención educativa cooperativa. Entre los resultados más notorios se observa un incremento es su conocimiento en particular en el aprendizaje del Desayuno Saludable, lo cual no solo revierte en un aumento de su rendimiento del aprendizaje científico sino también en promoción de la salud, en el ámbito escolar. Por ello es recomendable un aprendizaje en contenidos científicos en alimentación, nutrición y salud, a través de intervenciones activas como la cooperativa.

PALABRAS CLAVE: Educación para la Salud, escolares, cooperativo, alimentación y nutrición.

ABSTRACT: Scientific teaching in health knowledge, in the school environment, favors its promotion and the prevention of diseases. For this reason, the objective was to teach actively through cooperative learning of eating habits of a group of schoolchildren in the province of Badajoz. This analysis was carried out on the study of knowledge of Breakfast and the Mediterranean Diet after a cooperative educational intervention. Among the most notorious results, an increase is observed in their knowledge in particular in the learning of Healthy Breakfast, which not only explodes in an increase in their scientific learning performance but also in health promotion, in the school environment. For this reason, it is advisable to learn scientific content in food, nutrition and health, through active interventions such as the cooperative.

KEYWORDS: Health education, school, cooperative, food and nutrition.

INTRODUCCIÓN

Debido a la Pandemia mundial de la enfermedad infecciosa COVID-19 que sufre nuestra actual sociedad en todos sus niveles, ha quedado innegablemente constatado la necesidad de un conocimiento biocientífico sobre contenidos en Salud, cuyo objetivo inicial no solo

es un necesario aprendizaje sino la posterior aplicación del mismo como función promotora de salud y preventiva de enfermedad. Así, desde el área de la Enseñanza de la Ciencia, y en particular desde de la disciplina de la Educación para la Salud (EpS), es necesario continuar con el esfuerzo y dedicación de una innegable formación científica en contenidos de Salud que demanda nuestra sociedad.

La EpS tiene como objetivo fundamental la consecución del estilo de vida saludable. Dicha promoción y educación de un estilo de vida saludable se conforma a través de la enseñanza sinérgica de varios hábitos de vida saludable, siendo el hábito de la alimentación y nutrición uno de los que más afecta a la Salud Pública, y en particular a las poblaciones infantiles, adolescentes y juveniles (Cubero et al., 2011), debido a los numerosos efectos negativos que presenta la población cuando no llevan a cabo una dieta adecuada.

Este estilo de vida saludable está compuesto por cinco hábitos de vida: alimentación y nutrición, ejercicio físico, afectivo-sexual, drogodependencias e higiene. Una adecuada alimentación y nutrición son esenciales para el pleno desarrollo y crecimiento saludable en la infancia la cual es básica que se asiente en una dieta saludable como la Mediterránea.

Sin embargo, hoy en día la ingesta de alimentos está compuesta de forma excesiva de grasas saturadas, azúcares simples y sodio junto con ausencia de nutrientes esenciales como calcio, hierro, glúcidos complejos e ingesta adecuada de agua. Uno de los motivos principales es el abandono de la tradicional Dieta Mediterránea, la cual posee muchos beneficios para la salud, como son la reducción de las probabilidades de patologías metabólicas o el retraso del envejecimiento, así como la indudable mejora de riesgos cardiovasculares (Serra y Majen, 2004).

Por otro lado, son numerosas las estrategias de enseñanza dentro de la EpS, y en particular para el Educación Alimentaria y Nutricional, que han sido descritas para su aprendizaje en las diferentes etapas educativas tanto en las obligatorias como universitarias (Benitez-Benitez et al., 2016). Pero existen pocas evidencias en las que lo abordan desde la estrategia de aprendizaje activo y cooperativo sobre dichos contenidos de Alimentación y Salud.

Ya Ausubel en la década de los años 70 promulgaba el uso del constructivismo como la mejor manera de que las personas aprendieran (Cruz y Béjar, 2014). Sobre esta idea ya fue pionero el profesor Gavidia et al. (1993) donde defendía que el desarrollo de los contenidos relativos a la salud debe ir ligados a metodologías que sigan un carácter constructivista, consiguiendo un aprendizaje significativo del alumnado que permita adquirir los hábitos de vida saludables.

Por ello, resulta prioritario que estos contenidos sobre Alimentación, Nutrición y Salud sean transmitidos a través de nuevas y diversas metodologías activas en la que el alumnado sea el eje fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, es requisito prioritario que esta formación a través de dichas metodologías didácticas activas permita generar actitudes y emociones positivas hacia su uso, ya que las emociones negativas y niveles bajos de autoeficacia hacia las ciencias generadas por otras metodologías ha quedado evidente, en prestigiosas investigaciones, que generan un rendimiento académico bajo del aprendizaje científico (Mellado et al., 2014).

Debido a ello, actualmente todas las innovaciones didácticas en cuanto a los nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje priorizan el uso del trabajo en grupo, la formación de

equipos de aprendizaje, el desarrollo de actitudes formación de equipos de aprendizaje, el desarrollo de actitudes de cooperación, pero sin olvidar que también se requiere de una tutorización y atención más personalizada del alumnado (Cruz y Béjar, 2014).

Por todo lo expresado, queda evidente que desde el área de la didáctica de las ciencias se debe fomentar una correcta formación de los futuros docentes en este conocimiento de Promoción y Educación para la Salud a través de metodologías cooperativas (Gavidia, 2016).

METODOLOGÍA

Descripción de la muestra

Dicha muestra, seleccionada por conveniencia, se corresponde con escolares de la etapa de Educación Primaria de la Provincia de Badajoz (España), del curso 2017/2018, en la que participaron un total de 32 estudiantes -siendo 17 de sexo femenino y 15 de sexo masculino-.

Diseño y método de estudio

El diseño del presente estudio es de tipo cuasi-experimental y longitudinal. De esta manera, el análisis de los datos fue a través de la estadística descriptiva (X, %, Frecuencias) a través del software SPSSv26. Con respecto a la intervención realizada sobre la muestra, se ha llevado a cabo una metodología activa cooperativa -tutorizada-, utilizando una técnica ideada por Aronson denominada *puzzle* o *rompecabezas* (Cruz y Béjar, 2014; Cubero et al., 2018), que pretende cambiar la actividad de grupo tradicional en una experiencia en la que los estudiantes se forman entre ellos, los cuales están tutorizados en todo momento por el docente -dejando la autonomía precisa-.

Instrumento de recogida de datos

La recogida de datos se llevó a cabo en el aula del grupo de escolares que conformaban la muestra, habiéndoles explicado brevemente y con anterioridad, la finalidad y el motivo de dicha intervención educativa y la aplicación de los cuestionarios sobre el Desayuno y la Adhesión a la Dieta Mediterránea en relación con la presente investigación (Cubero et al., 2017). Aclarar que previamente fueron analizados de forma oral y a través de la observación de aula los conocimientos previos sobre estos contenidos científicos, resultando ser nulos o casi inexistente.

Para ello, se obtuvo el consentimiento de todos los sujetos participantes, así como de sus progenitores, respetando así los principios éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki y la actual legislación española, en relación con la recogida y tratamiento de los datos extraídos y aprobado por el Comité de Bioética de la UEx.

RESULTADOS

A continuación, se expone en la Tabla 1, los resultados obtenidos referente a los alumnos escolares sobre sus hábitos alimentarios del Desayuno de Adhesión a la Dieta Mediterránea, tras una Intervención Educativa Cooperativa en Alimentación y Nutrición.

Tabla 1. Resultados Intervención Educativa Cooperativa en Alimentación y Nutrición.

INTERVENCIÓN EDUCATIVA			
Encuesta sobre hábitos alimentarios: DESAYUNO			
	%Total (n=32)	% Niños (n=15)	% Niñas (n=17)
Preguntas de aprendizaje			
1 ¿Cuál es la comida más importante del día?			
Desayuno	93,75	93,33	94,12
2 ¿Por qué?			
Responde correctamente	90,63	86,67	94,12
3 ¿Qué alimentos lo componen?			
Lácteos, cereales y fruta	81,25	66,67	94,12
Lácteos y cereales	0,00	0,00	0,00
Lácteos y fruta	3,13	0,00	5,88
Cereales y fruta	0,00	0,00	5,88
Lácteos	6,25	13,33	0,00
Cereales	3,13	6,67	0,00
Fruta	0,00	0,00	0,00
Otros	3,13	6,67	0,00
Encuesta sobre hábitos alimentarios: ADM			
	%Total	% Niños	% Niñas
Preguntas de aprendizaje			
4 ¿Qué es la Dieta Mediterránea?	62,50	40,00	82,35
5 ¿Qué alimentos la componen?	78,13	53,33	100,00
6 ¿Por qué crees que la ingesta excesiva de carnes rojas es perjudicial?	90,63	86,67	94,12
7 ¿Por qué crees que la ingesta de frutas y verduras es beneficiosa?			
Por su aporte vitamínico	68,75	46,67	88,24
Aportan fibras	12,51	20,00	5,88
Contienen bajos niveles de grasas	9,38	13,33	5,88
Aportan hidratos de carbono	9,38	20,00	0,00
Total con 7 puntos en las preguntas de aprendizaje	18 escolares	5 niños	13 niñas

Reseñar como resultado más importante que el aprendizaje referente al Desayuno y sus componentes fue favorable sin observarse diferencias significativas entre género. Por otro lado, respecto al conocimiento de la Dieta Mediterránea se constata que aprendizaje de la misma esta conseguido siendo mayor este en niñas (82,35%), presentando respecto al conocimiento del beneficio del consumo de fruta; su aporte vitamínico (68,75%).

DISCUSION

La Educación para la Salud a nivel escolar en el estudio que nos atañe, pretende conducir la promoción y prevención de la salud, dada que en estos centros educativos, tal y como la pandemia por COVID-19 nos ha evidenciado, es un lugar idóneo para la transmisión de comportamientos saludables desde la niñez pasando por la adolescencia sin olvidar la etapa universitaria, que es cuando resulta de vital importancia su transmisión inicial e impulso sobre ellos (De la Hoz et al., 2021; Rosales et al., 2014). Además, es obvio que la familia también es el ámbito primario de referencia para la educación, por lo que debe existir una estrecha colaboración entre ambos ámbitos para conseguir sus objetivos; ligados al fomento y promoción del estilo de vida saludable.

Los escolares deben poseer buenos conocimientos biocientíficos de los temas vinculados a la obtención y mantenimiento de la Salud, y en particular sobre contenidos de

Alimentación y Nutrición, aunque desafortunadamente todavía necesita tiempo para su desarrollo completo (Cubero et al., 2013, 2017). Aclarar que estos contenidos científicos mencionados ya se encontraban y acertadamente se siguen encontrando en los nuevos Currículum de la nueva Ley Educativa de forma longitudinal en algunos contenidos específicos, especialmente en Ciencias de la Naturaleza, como el hábito de la alimentación y nutrición saludable, el afectivo-sexual o el hábito de la prevención de las drogodependencias. Así mismo en el aula, con la EpS también se debe incluir como un aprendizaje basado en valores como la autoestima, la tolerancia, el respeto, el medioambiente, la sostenibilidad... que se muestran en cada actuación del profesor, es decir, que suelen aparecer de forma transversal. Sin olvidar que esta formación en el conocimiento y fomento de la salud debe ser promocionada y básica para en el desarrollo profesional de los futuros docentes, desde el área de didáctica de las ciencias (Cubero et al., 2011, Gavidia, 2016; Rodrigo y Ejeda, 2020).

Por ello en base a nuestra experiencia con esta estrategia educativa activa basada en el aprendizaje cooperativo, podemos exponer que la enseñanza sobre estos contenidos de Desayuno y Adhesión a la Dieta Mediterránea fueron satisfactorios, puesto que existe un gran porcentaje de acierto sobre los diferentes conceptos biocientíficos, de manera más destacada en los conceptos centrados en el desayuno; los centrados en la ADM, aunque presentan un porcentaje medio inferior, siguen siendo muy satisfactorios.

De la misma manera, estos resultados positivos tras una intervención cooperativa se corroboran con otras investigaciones que también han demostrado la eficacia de esta metodología cooperativa mejorando del rendimiento en el aprendizaje, además optimizando también en el aspecto social y afectivo. En concreto, esta implementación del aprendizaje cooperativo en contenidos biosanitarios resulto satisfactoria en estudios previos, tal y como se recoge en el valioso trabajo de Cruz y Bejar (2014) u otras investigaciones (Cubero et al., 2018; De la Hoz et al., 2021) sobre este aprendizaje cooperativo y Alfabetización Digital en Salud.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por el Proyecto GR21047 de la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional, así como por el Proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa. Y se agradece al Ministerio de Educación y Formación Profesional por la concesión de un contrato de becario FPU predoctoral (FPU20/04959).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benítez-Benítez, A. M., Sánchez, S., Franco-Reynolds, L., Bermejo, M. L. y Cubero, J. (2016). Adhesión a la dieta mediterránea en estudiantes de la Universidad de Extremadura: un recurso en educación para la salud. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 19(6), 287-289.
- Cubero, J., Calderón, M., Costillo, E. y Ruiz, C. (2011). La Educación para la Salud en el Espacio Europeo de educación superior. *Publicaciones*, 41, 51-63.
- Cubero, J., Calderón, M., Guerra, S., Costillo, E., Pozo, A. y Ruiz, C. (2013). Análisis del desayuno en una población de escolares del 3º ciclo de Primaria; un recurso didáctico en Educación para la Salud. *Revista Campo Abierto*, 32(2), 145-153.
- Cubero, J., Franco-Reynolds, L., Calderón, M. A., Caro, B., Rodrigo, M. y Ruiz, C. (2017). El desayuno escolar, una intervención educativa en alimentación y nutrición saludable. *Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 1(32), 171-182.

- Cubero-Juárez, J., Sánchez-Herrera, S., Vallejo, J. R., Luengo, L., Calderón, M. y Bermejo-García, M. L. (2018). Aprendizaje cooperativo para la formación universitaria en alfabetización en salud. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 21(2), 97-100.
- De la Hoz, A., Cubero, J., Melo, L., Durán-Vinagre, M. A. y Sánchez, S. (2021). Analysis of Digital Literacy in Health through Active University Teaching. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6674.
- Decreto 103/2014, de 10 de junio, por el que se establece el currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura, (España), 16 de junio de 2014, núm.114, 18986-19204.
- Fernández, M. M. (2020). El aprendizaje cooperativo en la Educación Primaria: un estudio sobre el pensamiento del profesorado y la práctica docente en Extremadura. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(3), 357-379.
- Gavidia, V. (2016). El Proyecto Comsal (Competencias en Salud). *Los Ocho Ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela*, 3-18.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Montanero Fernández, M. (2019). Métodos pedagógicos emergentes para un nuevo siglo: ¿Qué hay realmente de innovación? *Métodos pedagógicos emergentes para un nuevo siglo: ¿Qué hay realmente de innovación?*, 5-34.
- Rodrigo-Vega, M. y Ejeda-Manzanera, J. M. (2020). Educación alimentaria-nutricional en el Grado de Magisterio: un estudio sobre cambios de conocimientos y hábitos alimentarios. *Nutrición Hospitalaria*, 37(4), 830-837.
- Rosales, C. (2014). Salud y estilos de vida de alumnos de educación primaria. *Innovación educativa*, (24), 289-303.
- Serra, L., García, A., y Ngo de la Cruz, J. (2004). Dieta Mediterránea: Características y beneficios para la salud. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1(54), 44-51.

Las competencias en salud en la formación permanente del profesorado de la Comunidad Valenciana

Sandra Pilar Tierno¹ y Natalia Mallo-Faure²

¹ Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. sp.tierno@ucv.es

² Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. nataliamallo@mail.ucv.es

RESUMEN: Sabemos que la alfabetización en salud del alumnado en la educación obligatoria es completamente necesaria y el profesorado tiene un papel fundamental en esta tarea. Sin embargo, la formación inicial que reciben los maestros y maestras en formación en materia de Educación para la Salud no siempre es suficiente, por lo que la formación permanente supone una oportunidad para ampliar y actualizar esta educación inicial. En este trabajo se analiza cómo es la formación en salud que se ofrece al profesorado de la Comunidad Valenciana a través de las actividades de formación continua de sus centros de formación CEFIRE. Los principales resultados arrojan desigualdades en la oferta entre los diferentes ámbitos en salud y el predominio de una formación en competencias en salud.

PALABRAS CLAVE: Educación para la Salud, formación permanente, competencias en salud, profesorado.

ABSTRACT: Health Literacy of students in compulsory education is absolutely necessary and teachers have an important role in this task. However, the initial training in Health Education is not always enough for pre-service teachers, consequently the permanent training is an opportunity to complement their initial education and update their knowledges. In this work, the health training offered to teachers in the Valencian Community through permanent training activities is analyzed. The main results show inequalities in the offer between the different health fields and the predominance of training in health competences.

KEYWORDS: Education for Health, permanent training, health competences, teachers.

INTRODUCCIÓN

La sociedad en la que vivimos y la situación actual de pandemia nos ayudan a entender la necesidad, hoy más que nunca, de alfabetizar en salud a nuestro alumnado, futura ciudadanía. Es nuestra responsabilidad y, también, nuestra necesidad para prosperar, formar a estos futuros ciudadanos de manera que sus hábitos de vida sean lo suficientemente saludables, no sólo con ellos mismos sino con nuestro medioambiente y sociedad. Más que superado está ya el concepto de salud como ausencia de enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 1946), de manera que el término se vuelve más complejo, y así debemos tenerlo en cuenta cuando pensamos en la alfabetización en salud de nuestros estudiantes.

Nuestros hábitos de vida influirán, en gran manera, en nuestra salud, y la etapa de la educación obligatoria es propicia para aprender y adquirir hábitos saludables. Así, en el proyecto COMSAL se identificaron diferentes problemas de salud, agrupándose en lo que se denominó ámbitos de salud, y se describieron las competencias, es decir, las

habilidades para resolver los problemas de salud de cada uno de estos ámbitos que el alumnado debería adquirir durante su etapa de educación obligatoria (Gavidia, 2016; Gavidia, Garzón, et al., 2019). Estas competencias en salud y sus ámbitos correspondientes se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Ámbitos en salud y competencia correspondiente. Extraído de (Gavidia, 2016).

ÁMBITO	COMPETENCIA
<i>Ámbito 1, A1: Promoción de la salud</i>	Capacidad y predisposición de las personas para controlar los factores que intervienen en la salud individual y colectiva
<i>Ámbito 2, A2: Alimentación y actividad física</i>	Llevar una alimentación saludable y desarrollar una actividad física adecuada
<i>Ámbito 3, A3: Prevención de conductas adictivas</i>	Detectar y prevenir conductas adictivas.
<i>Ámbito 4, A4: Vida afectivo-sexual</i>	Desde la identidad sexual, desarrollar una conducta expresada de forma placentera, enriquecedora y saludable.
<i>Ámbito 5, A5: Higiene</i>	Desarrollar pautas de higiene cotidiana que prevengan la aparición de enfermedades y mejoren la calidad de vida.
<i>Ámbito 6, A6: Salud mental y emocional</i>	Detectar y combatir situaciones de riesgo conducentes a la ansiedad, estrés o depresión y rechazar la violencia en cualquiera de sus formas.
<i>Ámbito 7, A7: Prevención de accidentes</i>	Evitar los elementos de riesgo de nuestro entorno y contribuir a la contención de accidentes.
<i>Ámbito 8, A8: Salud ambiental</i>	Contribuir al mantenimiento y creación de un medioambiente saludable.

Hay muchos estudios sobre los diferentes ámbitos de salud (España et al., 2014; Franco et al., 2014; Ponz et al., 2017; Garzón et al., 2019; Marrero-Montelongo et al., 2020; Montero-Pau et al., 2020). Sin embargo, aquí nos planteamos si la formación permanente del profesorado en activo contempla todos estos ámbitos de salud. La formación inicial del profesorado debe abarcar muchos aspectos y, a pesar de la transversalidad de la educación para la salud, no siempre los docentes acaban su etapa de formación con los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar satisfactoriamente la alfabetización en salud de sus estudiantes. En este caso, la formación continua que reciban posteriormente es una buena oportunidad para ampliar sus conocimientos. Sin embargo, nos preguntamos ¿cómo es esta formación en salud que se les ofrece a los profesores en activo? ¿Contempla por igual los ocho ámbitos en salud anteriormente mencionados? Y, más aún, ¿proporcionan herramientas o recursos para que el profesorado pueda formar en las diferentes competencias en salud a sus estudiantes? A estas preguntas pretende dar respuesta este trabajo, organizado en base a dos objetivos principales de investigación:

- Describir la oferta de formación permanente del profesorado de la Comunidad Valenciana en materias de educación para la salud.
- Identificar si esta formación promueve la formación competencial en salud del alumnado.

MÉTODO

La muestra la componen 94 actividades de formación sobre educación para la salud ofertadas por los centros de Formación, Innovación y Recursos para el Profesorado (CEFIRE) de la Comunidad Valenciana, durante el curso 2018/2019. La recogida de la

información de estas actividades se ha realizado mediante el acceso a la página web de dichos centros, a través de su buscador.

Localización de las actividades

La localización de las actividades se ha realizado de la siguiente manera. En primer lugar, se han buscado los siguientes descriptores relacionados con los ocho ámbitos en salud en el título del curso/actividad: *actividad física, adicciones, afecto, agua, aire, alimentación, ansiedad, asesoramiento, bienestar, cambio climático, contaminación, cuidado, dieta, ecología, educación afectivo-sexual, emergencia, emoción, enfermedad, entorno, ergonomía, estrés, ETS, feminismo, género, hábitos tóxicos, higiene, higiene postural, igualdad, ITS, machismo, manipulación de alimentos, medio ambiente, naturaleza, nutrición, prevención, primeros auxilios, promoción, promoción de la salud, redes sociales, riesgo, salud, salud mental, seguridad, sexualidad, sueño, trastornos alimentarios y violencia*, extraídos de (Montero-Pau et al., 2018). Posteriormente, se ha leído la información de cada uno de los cursos encontrados, y se han rechazado aquellos repetidos, así como los orientados a proporcionar únicamente conocimientos teóricos sobre un campo concreto de la salud; por ejemplo, aquellas formaciones de prevención de riesgos laborales para docentes, o los dirigidos expresamente a profesores/as con cierto campo específico, como la coordinación en igualdad y convivencia.

Análisis de las actividades de formación

Una vez identificadas los cursos/actividades a estudio, se han analizado las siguientes variables generales: tipo de actividad (congreso, curso, curso a distancia, formación semipresencial, jornada o taller), profesorado al que se dirige, área del CEFIRE organizadora, duración, número de plazas ofertadas y lugar de realización. En cuanto al análisis de los ámbitos de salud tratados, se han estudiado las siguientes variables:

- Ámbito/s de salud tratado (según Tabla 1).
- Si el curso sirve para que el docente pueda trabajar con su alumnado la competencia en salud del ámbito correspondiente (competencias de la Tabla 1).
- Si esta parte competencial aparece en los contenidos de la ficha descriptora de la actividad, en los objetivos o en ambos.

RESULTADOS

Comencemos describiendo, de forma general, las actividades encontradas. La mayoría de las formaciones se presentan en formato jornada (23) y cursos (21), coincidente con las modalidades de formación más frecuentes encontradas en trabajos anteriores (Manzanares Moya y Galván-Bovaira, 2012). Los cursos online o a distancia fueron también 21 actividades (22%). Entendemos que esto será diferente después de la pandemia, suponiendo que este porcentaje habrá aumentado a causa de las recomendaciones sanitarias y del desarrollo de lo semipresencial, aunque la literatura existente muestra que el profesorado emplea, mayoritariamente, la modalidad presencial para su formación (Souto-Seijo et al., 2020). Las dos áreas del CEFIRE con mayor oferta de formación son las de *Promoción de la salud escolar*, con 27 cursos y la de *Educación Inclusiva*, con 21 cursos. La mayor parte de la formación son actividades con una duración comprendida entre 20 y 30 horas (25 actividades), y con una oferta alrededor de 30-40 plazas. En cuanto al lugar de realización de la formación, más de la mitad de las actividades presenciales se realiza en centros escolares o en el CEFIRE, y menos del 10% en un centro sanitario, como un centro de salud u hospital. Más de la mitad de las actividades suelen dirigirse al profesorado en general, pocos se dirigen a docentes con

perfiles específicos. También encontramos que, aproximadamente, un 15% de las actividades se dirigen, o dan prioridad, a profesorado de diferentes niveles educativos, sin incluirlos todos, como sólo para profesorado de Infantil y Primaria, o para Secundaria, Bachillerato y Ciclos.

En cuanto a los ámbitos de salud que más se tratan, presentamos la distribución de los cursos en la Figura 1. Como se puede observar, los ámbitos 6 y 4 son los más frecuentes. Esta situación muestra una evidente preocupación por formar a los docentes con herramientas y recursos para que puedan ayudar a sus estudiantes a alcanzar las competencias de los ámbitos de salud mental y de vida afectivo-sexual. Por otro lado, el A8 (salud ambiental) y A5 (higiene) son los menos frecuentes. También se han encontrado actividades que incluyen más de un ámbito. Así, 44 actividades (46,8%) tratan un único ámbito, 38 (40,4%) dos ámbitos y 12 (12,8%) tres o más ámbitos. En el caso de dos ámbitos, lo más frecuente es encontrar la unión del A4 y A6, ocurriendo esto en 28 de las 38 actividades de dos ámbitos. Esto suele ocurrir, principalmente, por la presencia de aspectos sobre violencia de género, cuestión compartida entre los dos ámbitos mencionados.

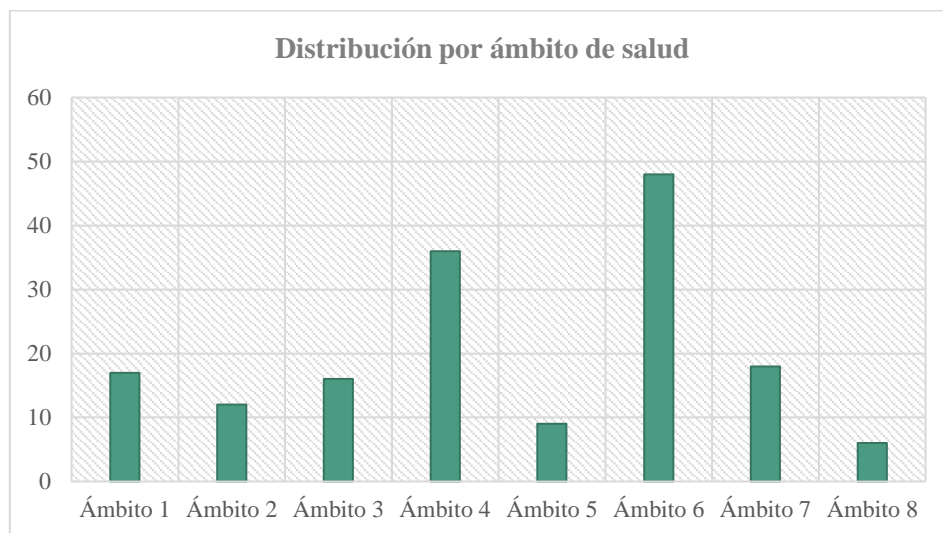


Figura 1. Distribución de las actividades ofertadas por ámbito de salud

En cuanto a la poca presencia de cursos del ámbito 8, consideramos que esta situación podría deberse a que, a veces, cuando se trata la salud, se olvida que la persona contribuye a crear un medioambiente saludable. Y también ocurre a la inversa; cuando se habla de educación ambiental, a veces queda reducida sólo a la parte del medio, olvidándose la repercusión de éste sobre la salud (Carrasquer et al., 2019).

En cuanto a si los cursos promueven una formación dirigida a trabajar las competencias en salud de cada ámbito con el alumnado, encontramos que la mayoría de actividades de todos los ámbitos sí tiene esta visión competencial, como se puede observar en la Figura 2. Incluso hay ámbitos en los que todos sus cursos tienen presente esta parte competencial. Sin embargo, y aunque estos resultados sean optimistas, hemos de recordar que en este trabajo se está analizando únicamente la información que aparece en la descripción de los cursos, sin haberse analizado cómo se hace realmente la formación y qué aprende el profesorado que asiste a las formaciones. De la misma manera, para futuros trabajos, podríamos hacer nuestra la pregunta de «¿la formación recibida se traslada al aula y

contribuye a un mejor aprendizaje por parte de los alumnos?» que se hacían Manzanares y Galván-Bovaira en su trabajo (2012, p. 434).

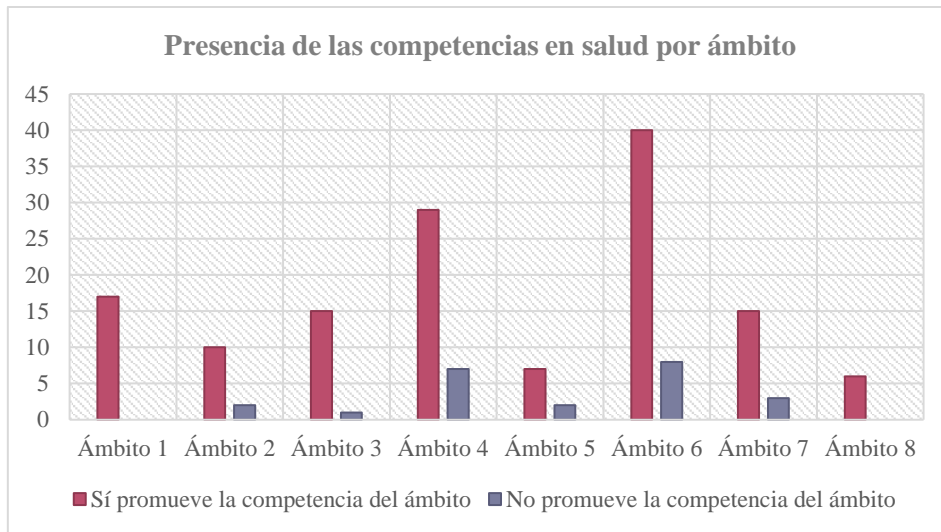


Figura 2. Número de actividades de formación según si promueve la competencia del ámbito o no lo hace, según cada ámbito de salud

Por último, nos preguntábamos acerca de si las competencias en salud de cada ámbito aparecían reflejadas únicamente en los contenidos u objetivos de las actividades analizadas, o en ambos sitios. La Figura 3 muestra los resultados encontrados, observándose que la tendencia general es que las competencias aparezcan en ambas partes de la descripción del curso.

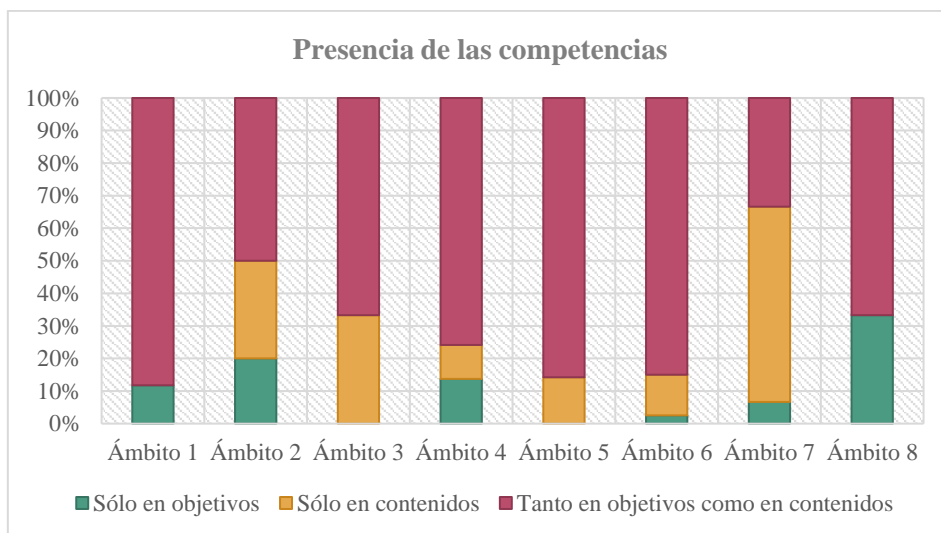


Figura 3. Presencia de las competencias de cada ámbito de salud en los objetivos y/o contenidos de la actividad

CONCLUSIONES

En este trabajo se analiza cómo es la formación en salud ofertada para el profesorado de la Comunidad Valenciana desde su centro de formación permanente. La limitación de este estudio preliminar es, principalmente que la información se ha extraído sólo de las descripciones de las actividades de formación. Sin embargo, se han encontrado resultados sobre los que reflexionar.

En primer lugar, la formación ofertada es muy desigual en cuanto a los diferentes ámbitos en salud, olvidándose principalmente la salud ambiental. En segundo lugar, se ha encontrado una intención clara de ofrecer a los profesores en activo recursos para que puedan desarrollar una formación competencial en salud con su alumnado. Queda como perspectiva futura analizar en qué grado están presentes las diferentes subcompetencias (saber/saber ser/saber hacer) de cada ámbito, para conocer realmente cómo es el enfoque competencial de la formación ofertada. Y, en tercer lugar, se ha encontrado un resultado destacable relacionado con que sólo un pequeño número de actividades se realiza en centros sanitarios. Aunque no se ha analizado si los/las ponentes de las formaciones eran personal docente o sanitario, cuestión que dejamos para próximos estudios, el resultado encontrado nos suscita la pregunta de cómo se integran los profesionales sanitarios en la formación permanente en salud del profesorado. La búsqueda de estas respuestas nos abre la puerta a futuras investigaciones que nos permitan saber cuál es el perfil de los formadores que imparten estas actividades y qué actores participan en el diseño de estas actividades de formación, ya que sabemos que sólo conjugando fuerzas desde el ámbito escolar, sanitario y social seremos capaces de alfabetizar en salud de manera óptima a nuestros futuros ciudadanos, hoy en día, en nuestros colegios e institutos.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrasquer, J., Ponz, A., Carrasquer, B. y Álvarez, M. V. (2019). Reflexiones acerca de la Salud Ambiental. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 36, 115-128. <https://doi.org/10.7203/dces.36.12990>
- Franco, A.J., España, E. y Blanco, A. (2014). Uso de Internet para analizar las relaciones entre drogas y salud bucodental. Una experiencia en 4º de ESO. En Soriano E., González A.J. y Cala, V.C. (eds.). *Retos actuales de educación y salud transcultural: I*. Almería: Universidad de Almería, cap. 54.
- España, E., Cabello, A. y Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 611-629. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1080>
- Garzón, A., Talavera, M. y Gavidia, V. (2019). Niveles de competencia en alimentación y actividad física en los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 36, 61-78. <https://doi.org/10.7203/dces.36.12186>
- Gavidia, V. (2016). *Los ocho ámbitos de la educación para la salud en la escuela*. Tirant lo Blanch. <https://www.uv.es/comsal/pdf/librocomsal.pdf>
- Gavidia, V., Garzón, A., Talavera, M., Sendra, C. y Mayoral, O. (2019). Alfabetización en salud a través de las competencias. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(2), 107-126. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2628>
- Manzanares Moya, A. y Galván-Bovaira, M. J. (2012). La formación permanente del profesorado de Educación Infantil y Primaria a través de los Centros de Profesores. Un modelo de evaluación. *Revista de Educación*, 359, 431-455. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-359-101>
- Marrero-Montelongo, M., Torres-García, M. y Gavidia, V. (2020). Las competencias en salud mental y emocional en libros de texto españoles de Educación Primaria. *Revista Complutense de Educación*, 31(4), 435-447. <https://doi.org/10.5209/rced.65491>
- Montero-Pau, J., Álvaro, N., Gavidia, V. y Mayoral, O. (2020). Development of Environmental Health Competencies through Compulsory Education. A Polyhedral Approach Based on the SDGs. *Sustainability*, 12(8), 3215. <https://doi.org/10.3390/su12083215>
- Montero-Pau, J., Tuzón, P. y Gavidia, V. (2018). La Educación para la Salud en las leyes de educación españolas: Comparativa entre la LOE y la LOMCE. *Revista Española de Salud Pública*, 92, e1-e11.

- Organización Mundial de la Salud. (1946). *Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de: https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf?ua=1
- Ponz, A., Carrasquer, B., Álvarez, M.V. y Carrasquer, J. (2017). Percepción de las competencias en salud de los libros de texto por estudiantes de Magisterio y expertos. *Enseñanza de las Ciencias*, n° extra, 817-822.
- Souto-Seijo, A., Estévez, I., Iglesias Fustes, V. y González-Sanmamed, M. (2020). Entre lo formal y lo no formal: Un análisis desde la formación permanente del profesorado. *Educar*, 56(1), 91-107. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1095>

Diseño, implementación y primeros resultados de un curso de formación en Salud Ambiental para el profesorado en activo

Nuria Álvaro Mora¹, Olga Mayoral García-Berlanga², Valentín Gavidia Catalán³

¹Instituto de Educación Secundaria Molí del Sol (Mislata). nuriaalaromora@gmail.com.

²Dpto. Didáctica CC. Experimentales y Sociales. Jardí Botànic. Universitat de València. olga.mayoral@uv.es.

³Dpto. Didáctica CC. Experimentales y Sociales. Universitat de València Valentín.Gavidia@uv.es.

RESUMEN: La Salud Ambiental es un concepto complejo por su transversalidad, globalidad e interrelación con diferentes áreas de conocimiento. Esto explica la dificultad del desarrollo de competencias en el alumnado que permitan hacer frente a los problemas derivados de la Salud y del Medio Ambiente. Los resultados acerca de las competencias adquiridas por el alumnado sobre esta problemática al terminar sus estudios obligatorios hacen que nos preguntemos por las que posee el profesorado y con los recursos que posee. El presente trabajo muestra una experiencia destinada a mejorar las competencias en Salud Ambiental del profesorado de Educación Secundaria a través de un curso en el que los asistentes, en un proceso de formación continua, van satisfaciendo las necesidades profesionales que ellos mismos detectan, entre las que destacan la carencia de recursos didácticos y la dificultad de su elaboración.

PALABRAS CLAVE: Salud Ambiental, Formación del Profesorado, Competencias profesionales

ABSTRACT: Environmental health is a complex concept due to its transversality, comprehensiveness and interrelation with other concepts. This explains the difficulty of developing competences in students that enable them to deal with the problems derived from Health and the Environment. The results of the competences acquired by students on this issue at the end of their compulsory studies suggest that teachers need to improve their professional competences and their teaching resources in relation to this issue. This work shows the improvement of the competences in Environmental Health of in-service Secondary School teachers through a course in which the participants address the professional needs identified by themselves, among which the lack of teaching resources and the difficulty of their development stand out.

KEYWORDS: Environmental Health, Teacher Training, Professional Competences

INTRODUCCIÓN

Los principales retos de la sociedad actual vienen recogidos en la Agenda 2030, aprobada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015, a través de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), lo que significa poner en marcha los resortes necesarios para llevarla a cabo y lograr la difícil sostenibilidad del planeta. Todos los objetivos se encuentran entrelazados y es difícil abordar uno solo en particular, pues las problemáticas son globales. Un esfuerzo de síntesis permite destacar algunos por su relación más directa con las cuestiones de Salud Ambiental: el ODS 3 “Salud y Bienestar”, el ODS 4

“Educación de calidad”, el ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, el ODS 13 “Acción por el clima” y los ODS 14 y ODS 15 “Vida submarina” y “Vida de ecosistemas terrestres” ya que responden más directamente a los aspectos relacionados con la Salud Ambiental (SA).

La preocupación acerca de las relaciones entre la salud del medio ambiente y la salud humana se ha visto incrementada los últimos años (Finn y O'Fallon, 2018; Gray y Lindsey, 2019; Zeyer y Dillon, 2019), ya que cada vez se hacen más notables las implicaciones sanitarias de los problemas de carácter ambiental y su necesidad de afrontarlas, así como las repercusiones ambientales de un determinado estilo de vida, que luego revierte en la salud de las personas. Un ejemplo de ello lo tenemos en la pandemia de la COVID-19 que estamos sufriendo, la cual ha promovido la investigación de estas relaciones y el interés de la sociedad por esta temática (Ordoñez, 2021; Abril, Blanco y Franco, 2021).

El estudio de las relaciones entre ambos conceptos, salud y medioambiente dista de ser tarea fácil, ya que se involucran conexiones complejas que trascienden distintas dimensiones. Se tienen ideas acerca de la Salud y del Medio Ambiente, en cierta forma parciales y restrictivas, poco abiertas y globalizadoras, que dificultan adquirir la visión holística y transversal de la SA y queda relegada a un segundo término en la práctica educativa. En estudios previos hemos analizamos el tratamiento que recibe la SA en el currículo de la enseñanza obligatoria perteneciente a anteriores Leyes de Educación, LOE y LOMCE (Gavidia, 2016), observando que presentan escasas propuestas para desarrollar estos contenidos (Montero-Pau et al., 2020b). Así mismo, se han estudiado las competencias que llega a adquirir nuestro alumnado en SA, entendiendo que debe haber un progreso en las tres dimensiones que la forman: “saber”, “saber hacer” y “saber ser o estar”. Concluimos que el alumnado dista de poseer las competencias necesarias para hacer frente a los problemas de SA (Montero-Pau et al., 2020a; Álvaro et al., 2021), dado que el desarrollo de las tres dimensiones no es armónico.

Ante esta situación nos preguntamos hasta qué punto el profesorado tiene incorporada la SA en sus planteamientos profesionales y cómo lo resuelve. Con el fin de abordar estas cuestiones durante el año 2021 se diseñó e implementó un curso en SA dirigido al profesorado de Educación Secundaria en activo y ofrecido a través del Centro de Formación y Recursos del Profesorado (CEFIRE) de Torrent (Valencia), quedando englobado dentro de su oferta de formación.

CARACTERÍSTICAS DEL CURSO DE FORMACIÓN

Como señalan Gil-Pérez y Pessoa (2000), a pesar de que el profesorado participa de manera generalizada en cursos de formación con el convencimiento de que eso les permitirá cambiar sus prácticas de aula y utilizar adecuadamente los recursos proporcionados en estos cursos, antes de darse cuenta continúa enseñando de la misma forma que lo habían hecho siempre. La causa no se encuentra en las innovaciones ofrecidas en los cursos sino, según dichos autores, en la falta de un planteamiento global del proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se traten, al menos, las concepciones previas del profesorado, la autonomía por elaborar secuencias de enseñanza y recursos educativos y la incorporación de la evaluación. Tomando en consideración lo anteriormente señalado, entre las características del módulo de formación que se ha ofrecido podemos citar las siguientes:

- a) Procurar la participación de los asistentes en la definición del propio curso: implicarlo en su desarrollo, determinando su núcleo fundamental y los contenidos secundarios.
- b) Plantear el módulo de formación permitiendo a los asistentes su realización profesional y su capacitación para realizar y desarrollar proyectos y recursos de SA con su alumnado.
- c) Integrar la teoría con la práctica, sustanciando las propuestas curriculares y fundamentando la toma de decisiones.
- d) Reflexionar sobre los puntos de partida, las percepciones e ideas previas de los asistentes, la evolución y construcción de nuevos conocimientos, así como las relaciones que se establecen con la sociedad y el medio ambiente que obligan a adoptar cambios en las conductas y en las interpretaciones de los problemas.
- e) Incorporar la evaluación en todos los procesos de la enseñanza-aprendizaje, tanto desde el punto de vista del profesorado como desde el punto de vista del alumnado.
- f) Demostrar que la enseñanza no es unidireccional fluyendo del profesorado hacia los asistentes, sino que éstos también son fuente de enseñanza.
- g) Enmarcar el módulo formativo en un proceso de investigación educativa, desarrollando la idea del “profesor-investigador” (Gil-Pérez, 1991), de forma que las actividades diseñadas puedan ser susceptibles de contraste y originen una reflexión con objeto de fortalecer el juicio profesional del profesorado, e incluso posibiliten la modificación de diversos aspectos del propio módulo de aprendizaje.
- h) Procurar el desarrollo de competencias profesionales en SA que promuevan la interiorización de actitudes y la aceptación de nuevos valores en su alumnado, así como la adquisición de habilidades y estrategias y la incorporación de nuevos conocimientos.

ESTRUCTURA DEL CURSO DE FORMACIÓN

El objetivo fundamental del curso fue realizar una aproximación a las ideas del profesorado asistente en materia de SA y procurar el desarrollo de sus competencias profesionales en esta materia, a través del análisis de contenidos, de la evaluación, de la adaptación e implementación en el aula de materiales didácticos aportados, y del diseño de nuevos recursos.

El curso en SA, debido a la situación de pandemia, fue virtual usando la plataforma Moodle, con cuestionarios a cumplimentar, tareas a realizar, diálogos y foros de discusión. La duración fue de 30 horas (del 11 de octubre al 8 de noviembre 2021) y asistieron 30 docentes. En su mayoría, eran especialistas de las áreas de ciencias de Educación Secundaria, aunque también había representación de profesorado de otras áreas, pero con interés en promover la SA desde sus asignaturas o como proyecto de centro. El curso se estructuró en los 7 apartados siguientes (Tabla 1), en donde se disponía, en cada uno de ellos, de un diálogo para resolver dudas:

Tabla 1. Estructura del curso de formación

APARTADOS	DESCRIPCIÓN
1º. Primeras reflexiones	El profesorado expresó sus expectativas del curso en un foro de presentación y su conocimiento previo sobre la SA y sus conceptos clave a través de un cuestionario.
2º. Construyendo conceptos	Permitió acercarnos, mediante un cuestionario y una tarea, a las ideas que el profesorado tenía sobre los conceptos de salud y medio ambiente y las relaciones que establecía en SA.
3º. Situación de la SA en los centros de enseñanza	Se presentaron los estudios previos sobre la SA en la enseñanza y sus competencias y se desarrolló un cuestionario en el que debían identificar las competencias en SA.
4º. Características de los recursos educativos competenciales en SA	A partir de ejemplos concretos, se concretaron las características que debe poseer un material competencial en SA.
5º. Presentación y análisis de recursos educativos”	Se aportan materiales didácticos ya elaborados, actividades, juegos, etc. para 1º, 3º y 4º curso de la Educación Secundaria (ESO), su planificación e incorporación en el currículo, todos ellos enfocados a la adquisición por parte del alumnado de la

	competencia en SA. Se habilitó un foro para compartir actividades elaboradas por los asistentes.
6°. Adaptación, implementación y evaluación de los recursos	Se pidió al profesorado asistente tres tareas evaluativas del curso: a) la adaptación del material aportado a su realidad escolar, b) su implementación en el aula y, c) su evaluación a partir de una plantilla analizada previamente.
7°. Propuestas de acción educativa	En la última sesión incidimos en la distinción entre las tres dimensiones de la competencia en SA y en la visión compleja del término que nos lleva a realizar proyectos educativos y a presentar un enfoque global de la problemática.

La naturaleza de los datos obtenidos de las preguntas de los distintos instrumentos de evaluación (cuestionarios, tareas y comentarios de los foros), permitieron tanto su análisis cuantitativo, a partir de tablas de frecuencia y porcentajes, como cualitativo, en el que las respuestas fueron categorizadas.

PRIMEROS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el curso de formación se muestran desglosados por apartados en la Tabla 2:

Tabla 2. Estructura del curso de formación. Características de cada apartado.

APARTADOS	RESULTADOS
1°. Primeras reflexiones y 2° Construyendo conceptos	Obtuvimos que el profesorado estaba especialmente interesado en las relaciones de la SA con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y su aplicación en los proyectos de centro. En cuanto a la construcción de los conceptos de salud ambiental, mientras que la salud era entendida como un recurso dado que no incluía el entorno dentro de su definición el concepto de medio ambiente se percibía con una visión holística pero protectora del entorno. Estas dos ideas también se reflejaron en el concepto de SA en donde se contemplaba sobre todo relaciones unidireccionales, centradas en las repercusiones ambientales de las acciones humanas, pero no en las del ambiente sobre nuestra salud.
3°. Situación de la SA en los centros de enseñanza	El profesorado mostró dificultades para identificar las dimensiones de “saber ser/estar” de la SA, independientemente del “saber” conceptual, de entre las tres dimensiones que componen las competencias: “saber”, “saber hacer” y “saber ser/estar”.
4°. Características de los recursos educativos competenciales en SA y 5° Presentación y análisis de recursos educativos	Los resultados obtenidos de los instrumentos de estos apartados mostraron la preferencia por los enfoques procedimentales a la hora de desarrollar su práctica docente, dejando la parte actitudinal ambigua, y la conceptual relegada a la explicación posterior del profesorado, con lo que las tablas de análisis elaboradas por los asistentes quedaban parcas.
6°. Adaptación, implementación y evaluación de los recursos	El profesorado manifestó la utilidad de la plantilla de evaluación aportada y completada en el curso, señalando que permitía un avance en su aprendizaje y una guía para la elaboración de nuevos materiales educativos.
7°. Propuestas de acción educativa	Este apartado quedó abierto para todo el año y en él se van estudiando y analizando las diversas propuestas de actividades y materiales que el profesorado va elaborando sobre la SA, sus dificultades de implementación y los resultados que se obtienen con el alumnado. En la última sesión, los asistentes manifestaron su agrado y utilidad del curso.

Todas las sesiones permitieron la incidencia en las dificultades identificadas por el profesorado y supusieron un lugar para el intercambio de ideas, experiencias y reflexiones profesionales que les condujo a una evolución en el aprendizaje a partir de sus ideas.

CONCLUSIÓN

La importancia de la SA viene recogida por el apoyo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) a la iniciativa de la FAO con el enfoque “una salud”, que considera que los factores ambientales de riesgo modificables confluyen en más del 23% de todas las

muerres (Mwangi et al., 2016). También por el Consejo de la Unión Europea que, en su Recomendación de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave, destaca la necesidad de garantizar que todo el alumnado adquiera los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, mediante la educación y la adopción de estilos de vida sostenibles. Así como por la UNESCO quien considera esta educación un instrumento fundamental de todas las demás metas de los ODS.

No cabe duda de que el profesorado es una figura esencial para conseguir estos propósitos educativos, y su formación continua resulta transcendental en un contexto de cambio de pensamiento y de evolución en las necesidades y problemas sociales, como los que nos ocupan (Vilches y Gil-Pérez, 2012). No obstante, aunque clave en la generación de competencias, este no parece que disponga de la capacidad para desarrollarlas entre su alumnado. Hemos partido de un profesorado que, aunque muy interesado en la temática de SA y especialmente en su relación con los ODS, carecía de la visión holística y compleja de un concepto en el que tanto la salud como el medio ambiente se interrelacionan bidireccionalmente (Ordóñez, 2000). Esto daba lugar a la elaboración de material de aula deficiente con relación a la visión transversal y poliédrica de estos conceptos y sin desarrollar las competencias necesarias para enfrentarse a los problemas derivados. Este hecho se refleja en el alumnado, que no adquiere de una manera completa la competencia en salud ambiental y se muestra incapaz de establecer relaciones entre la salud y el medio ambiente (Montero-Pau et al., 2020a; Álvaro et al., 2021).

Sin embargo, la participación en un curso de formación sobre SA como el presentado, diseñado para el tratamiento de competencias profesionales, ha permitido una evolución positiva en el conocimiento y habilidades del profesorado a la hora de plantear propuestas y de crear materiales didácticos en SA. Esta progresión se ha constatado al compararse los resultados del cuestionario previo y final, así como de los materiales y discusiones finales en donde el profesorado afirmaba disponer de las herramientas y materiales necesarios para fomentar la competencia en SA en su alumnado. Pensamos que este resultado ha sido posible al ser el propio profesorado quien ha colaborado en su diseño y desarrollo de los recursos aportados, al tiempo que descubre carencias y necesidades, intercambia ideas, recursos y proyectos, adaptados a su contexto. Así mismo, al análisis continuo de los resultados obtenidos mediante los diferentes instrumentos de evaluación, y el carácter dinámico de cada apartado del curso, han posibilitado una retroalimentación formativa, concluyente en la adquisición de aprendizajes (Lozano y Tamez, 2014), mediante la cual hemos identificado las dificultades que surgían y trabajado estas carencias de forma continua y personalizada.

REFERENCIAS

- Abril, A.M., Blanco, A. y Franco, A.F. (Coords.) (2021). *Enseñanza de las ciencias en tiempos de COVID-19*. Graó.
- Álvaro, N., Montero-Pau, J., Gavidia, V. y Mayoral, O. (2021). Development of Instruments to Assess the Environmental Health Competence: Focusing on Internal Coherence. En *Science/ Environment/ Health* (pp. 107-127). Springer, Cham.
- Finn, S. y O'Fallon, L. R. (Eds.). (2018). *Environmental health literacy*. Springer.
- Gavidia, V. (2016). El Proyecto Comsal (Competencias en Salud). En Gavidia, V. (Coord.), *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela* (pp. 3-18). Ed. Tirant Humanidades. <https://www.uv.es/comsal/pdf/librocomsal.pdf>
- Gray, K. M. y Lindsey, M. (2019). Measuring environmental health literacy. En *Environmental Health Literacy* (pp. 19-43). Springer, Cham.
- Gil-Pérez, D. (1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.

- Gil-Pérez, D. y Pessoa A.M. (2000). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la Investigación e Innovación en Didáctica de las Ciencias. *Educación Química*, 11(2),250-257.
- Lozano, F. G. y Tamez, L. A. (2014) Retroalimentación formativa para estudiantes de educación a distancia. *RIED: revista iberoamericana de educación a distancia*, 17(2), 197-221.
- Montero-Pau, J., Álvaro, N., Gavidia, V. y Mayoral, O. (2020a). Development of Environmental Health Competencies through Compulsory Education. A Polyhedral Approach Based on the SDGs. *Sustainability*, 12(8), 3215.
- Montero-Pau, J., Tuzón, P. y Gavidia, V. (2020b). La Educación para la Salud en las leyes de Educación españolas: Comparativa entre la LOE y la LOMCE. *Revista Española de Salud Pública*, 92, e201806030.
- Mwangi, W., de Figueiredo, P. y Criscitiello, M.F. (2016). One Health: Addressing Global Challenges at the Nexus of Human, Animal, and Environmental Health. *PLOS Pathogens* 12(9): e1005731. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005731>
- Ordoñez, G. (2000). Salud ambiental: conceptos y actividades. *Scielo Public Health*, 7(3), pp. 138-143. <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n3/1404.pdf>
- Ordoñez, J.M. (2021). COVID-19 y Salud Ambiental. *Revista de Salud Ambiental*, 21(2), 196-198.
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2012). La Educación para la sostenibilidad en la Universidad: El reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), pp. 25-43.
- Zeyer, A. y Dillon, J. (2019). Science| environment| health—the emergence of a new pedagogy of complex living systems. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-10.

LÍNEA 1. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

Simposio 2

EDUCACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO: RETOS Y OPORTUNIDADES
DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Camilo Ruiz
(Coord.)

En este simposio proponemos un debate alrededor del Cambio Climático desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Uno de los elementos centrales de esta problemática es su complejidad y las consecuencias de estos cambios en las sociedades. Este es un tema que concierne de lleno a la Didáctica de las Ciencias Experimentales; por un lado, los conocimientos científicos son esenciales para entender la naturaleza y magnitud de este problema, y, por otro lado, la complejidad del tema pone en cuestión la utilidad del modelo tradicional de áreas de conocimiento científico estancas que prevalece en el currículum de las ciencias naturales en muchos países. El Cambio Climático y otras crisis globales como la pérdida de biodiversidad o el COVID, requieren una visión holística de cómo enseñar las ciencias experimentales y como relacionarlas con los sistemas sociales y el bienestar de las personas que son, en última instancia, afectados por estas crisis globales. Este coloquio pretende mostrar algunos resultados de investigación de este tema y reflexionar acerca de la contribución de la didáctica de las ciencias experimentales al debate en este importante momento en el que las sociedades requieren de herramientas para mejorar sus estrategias de adaptación y mitigación basadas en la mejor ciencia disponible.

Comunicaciones:

- A whole school approach towards sustainability: analysis of the school program “*recreos residuos cero*” (zero waste recess). Anne-Marie Ballegeer, Álvaro Lozano Murciego, Enzo Rainiero Ferrari Lagos and Camilo Ruiz. Universidad de Salamanca.
- Ciencia con consecuencia: la escuela y los maestros como fuente de cultura y vocaciones científicas. Esther Paños Martínez, José Luis Gómez Ramos, Vanessa Ortega Quevedo, Beatriz Fernández Duque, Cristina Moya López, María Antonia López Luengo, Cristina Vallés Rapp, Cristina Gil Puente, Isabel López Cirugeda, Raquel Sánchez Ruiz, José Reyes Ruiz Gallardo. Universidad de Castilla la Mancha y Universidad de Valladolid.
- Presentación del Cuestionario Actitud hacia la Agricultura Sostenible (CAAS). M. Eugenio-Gozalbo y L.I. Estrada Vidal. Universidad de Valladolid-campus de Soria y Universidad de Granada -campus de Melilla
- Diseño y evaluación de una intervención didáctica sobre sostenibilidad y cambio climático, dirigida a alumnado y profesorado de Secundaria, en el marco de los ODS. Raquel de Rivas Verdes-Montenegro, Amparo Vilches Peña y Olga Mayoral García-Berlanga. Universidad de Valencia.
- Matemáticas para entender cómo enseñar el cambio climático a los futuros maestros. ¿Es suficiente con enseñar conocimientos? Fuertes-Prieto, M. A., Ferrari-Lagos, E., Andrés-Sánchez, S., Corrochano, D., Ballegeer, A-M., Delgado-Martín, M. L., Herrero-Teijón P., Ruiz, C. Universidad de Salamanca.

A whole school approach towards sustainability: analysis of the school program “*recreos residuos cero*” (zero waste recess)

Anne-Marie Ballegeer¹, Enzo Ferrari Lagos², Álvaro Lozano Murciego³, Camilo Ruiz Méndez⁴

¹Universidad de Salamanca. amballegeer@usal.es

²Universidad de Salamanca. enzoferrari@usal.es

³Universidad de Salamanca. loza@usal.es

⁴Universidad de Salamanca. camilo@usal.es

RESUMEN: Aquí se presenta una evaluación del programa recreos residuos cero. Este estudio es una colaboración entre los “*teachers for future*” (profesores para el futuro), una red de profesores preocupados por la crisis climática, y la Universidad de Salamanca. El programa se centra alrededor del Objetivo de Desarrollo 12, “producción y consumo responsables” y es un ejemplo de un “*Whole School Approach*” (enfoque integral en la escuela) hacia la sostenibilidad. La Universidad de Salamanca ha desarrollado una aplicación que permite medir la cantidad de residuos que se generan durante el recreo en los diferentes centros que participan en el estudio. Las ventajas de esta aplicación son dobles: monitorizar la cantidad de residuos que se generan es un reconocimiento del progreso y logro de cada centro que puede ser un elemento motivador para aumentar el esfuerzo y los datos coleccionados pueden ser utilizados para medir el éxito del programa y como factores externos pueden afectar la implementación del programa. Aquí presentaremos los datos obtenidos durante el estudio piloto en 2021 y la segunda toma de datos de 2022.

PALABRAS CLAVE: Educación para el desarrollo sostenible, Whole School Approach, recreos residuos zero, data-driven assessment

ABSTRACT: Here we assess the implementation of the school program “*recreos residuos cero*” (zero waste recess). This study is a collaboration between teachers for future, a network of Spanish teachers concerned about the climate crisis, and the University of Salamanca. The program is centered around Sustainable Development Goal 12, “ensure sustainable consumption and production patterns”, and is an example of a whole school approach towards sustainability. The university of Salamanca has developed a web application that allows to track the waste generate during recess in the different participating schools. The advantages of this application are twofold: monitoring the amount of generated waste is a recognition of progress and achievement motivating schools to do even better and the collected data can be used to measure the success of the program and how external factors influence the implementation of the program. We will present data of the pilot study launched in 2021 and the second round of data collection in 2022.

KEYWORDS: Education for sustainable development, Whole School Approach, zero waste recess, data-driven assessment

BACKGROUND AND MOTIVATION

The twenty-first century is characterized by a growing concern on the health of our planet as we are facing multiple global challenges such as: poverty, inequality, climate change, environmental degradation, peace and justice. The sustainable development goals (SDG), also referred to as Agenda 2030, aim to create a better and more sustainable future for all. One of the key factors to achieve these goals is education. Education for sustainability in its broadest sense aims to reform current practice in all sectors of society towards a more sustainable and planet-friendly lifestyle. In the recent “Declaration of Berlin” in May of 2021, UNESCO has reaffirmed the importance of ‘Education for Sustainable Development (ESD)(UNESCO,2021). ESD is an approach towards education that seeks to empower people of all ages to participate in creating a more sustainable future (UNESCO, 2002) and is recognized as an integral element of SDG 4 on quality education and a key enabler of all other SDGs. ESD differs from traditional environmental education in the sense that environmental education focuses on learning values to appreciate and protect the environment, while ESD deals with more complex social issues (Henderson & Tilbury, 2004).

Within the umbrella of ESD, the concept of whole school has been introduced as a possibility for schools to include the entire community in its endeavours towards sustainability. A whole school approach can be defined as “a learning approach that addresses the needs of learners, staff, and the wider community, not only within the curriculum, but across the whole-school and learning environment. It implies engagement by the whole school community to improve student learning, behaviour and wellbeing, and the conditions that support these” (UNESCO,n.d). When applying a whole-school approach, roles of teachers and students are redefined towards student-centered and co-operative learning. Moreover, there is an active participation, not only within the entire school community but also between the school and the surrounding community (businesses, industry, government, and other organisations). The characteristics of this innovative approach are especially suitable for ESD, where working together to find solutions for interconnected global challenges is the centrepiece.

Teachers for future Spain is a group of teachers concerned with the earlier mentioned global challenges, especially those related to the climate and environmental degradation. The association was created in 2019 as a response to the movement Fridays for Future initiated by Greta Thunberg. Since its creation, teachers for future is a growing community and has launched multiple initiatives to encourage schools to adopt sustainable practices.

This study is a collaboration between teachers for future and the University of Salamanca (USAL) within the program “Recreos residuos cero” (zero waste recess: RR0 hereafter). The RR0 program is an example of a whole-school approach towards a more sustainable learning environment. More specifically RR0 is centered around SDG 12, “ensure sustainable consumption and production patterns. The program consists in trying to reduce waste generated during recess. This program is very well received by teachers, students and families, with more than 800 schools participating in 2020. One of the key elements for its success is the low cost and its easy implementation. The USAL has created a web application that allows to track the waste generated in each of these participating schools. The advantages of this application are twofold: tracking the amount of generated waste is a recognition of progress and achievement motivating participants to do even better and the collected data can be used to measure the success of the program

and how external factors influence the implementation of the program. Here we will present data of the pilot study launched in 2021 and the second round of data collection in 2022.

The RR0 is a good example of the whole school approach described in the ESD, the activities related to the program include, in most of the cases, a discussion about the nutritional values of the food that is consumed during recess. A common practice is students bringing packed foods to the school, these options not only produce unnecessary plastic waste but, in most cases, do not have an adequate nutritional value. It is an opportunity for students to reflect on the importance of nutrition and how we consume the food. Instead of being a theoretical classroom discussion, RR0 brings this debate to the food they eat on a daily basis. Moreover, the discussion often reaches the parents, engaging them in the daily effort of reducing waste and at the same time improving the quality of the food of their children. RR0 promotes the interaction between teachers, students and parents, achieving another goal of the whole-school approach: participation of the entire scholar community. Teachers that have participated in the program argue that RR0 can be used as a gateway to other programs that work towards a more sustainable school.

METHODOLOGY

A Progressive Web App (PWA) has been selected as a tool for data collection in the RR0 program. A PWA is similar to native mobile phone applications as it shares some of its features: it can be installed in mobile devices and desktop computers, it can be used offline, there is no need for an application market and they allow the usage of push notifications. For the purpose of our study, the priorities when designing the data collection tool were versatility and user-friendliness. A WPA ticks all the boxes: can be used on any device and has a simple interface. For data collection, the user must sign up in the application using the registration form. After registration teachers can add their classrooms and start collecting data.

The lunches of students are divided into three categories. A color code, similar to a traffic light was used: Red for students who generate waste that cannot be recycled (full waste); orange for lunches that include waste that can be recycled (avoidable waste) and green for waste-free lunches (zero waste) (Fig. 1).



Figure 1. Color code used to divide lunches in three categories. Image retrieved from: <https://teachersforfuturespain.org/que-hacemos/recreos-residuo-cero/>

RESULTS AND DISCUSSION

The usage of the applications allows comparison of the types of residues that students generate in different schools and assessment of the evolution over a period of time in a given school. In 2022 sixteen schools used the web application in 30 different classrooms.

Fig. 2 shows the average percentage of each category: zero waste (ZW), avoidable waste (AW) and full waste (FW). The data allows us to assess the success of the implementation of the zero waste recess program: in 9 of the 16 participating schools more than 50% of the students have a waste free lunch break (Fig 2). The data also allows the identification of certain schools (ex. CEIP Jose Carlos Aguilera, IES Acebuche de Torredonjimeno and Colegio Santa Tomás de Villanueva) that are characterized by low values in the ZW category.

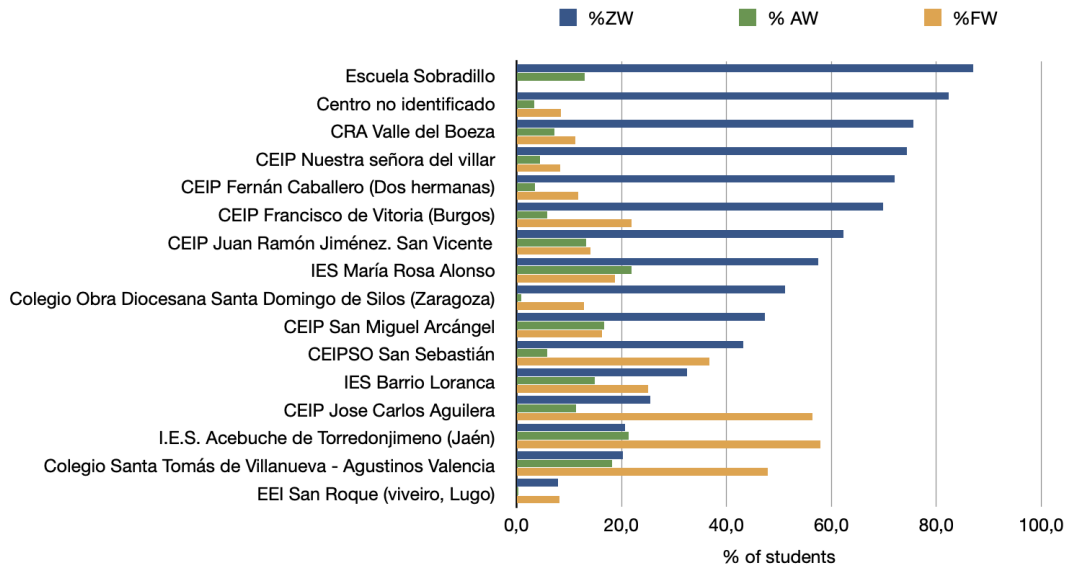


Fig 2. Overview of the type of lunches consumed at the different participating schools as registered by the web app. The results display the average percentage of students that consume each type of lunch in the different schools. Lunches have been divided in: Zero waste (ZW), Avoidable Waste (AW) and Full Waste (FW).

Analysis of the results of each individual classroom allows us to identify classrooms with a clear positive trend in the percentage of students that bring zero-waste lunches (Fig 3). The identification of classrooms where the implementation of the zero waste recess program has been successful allows us to identify a small number of teachers that can participate in a qualitative assessment (interview/questionnaire) of their experience and make suggestions on how to improve the implementation of the RR0 program.

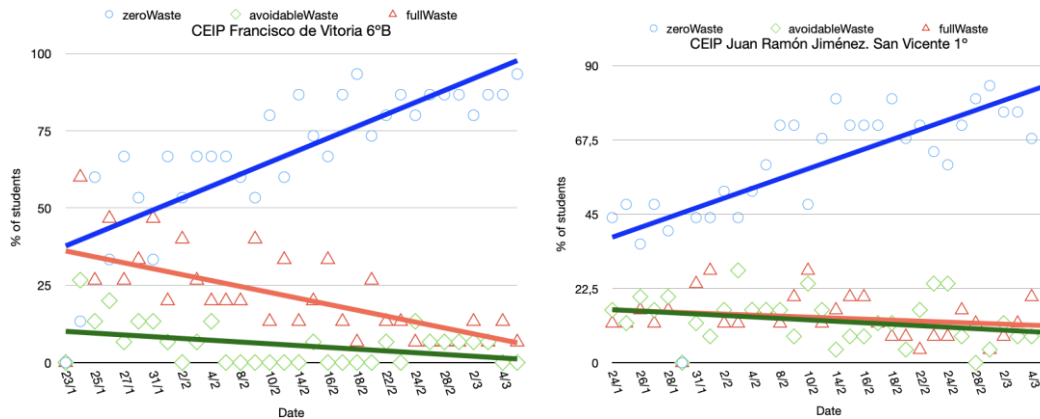


Fig 3. Evolution of the different types of lunches in an individual classroom during the period of data collection. The percentage of students for each of lunches is plotted (data points) and a linear regression (solid line) shows the trends for each category.

CONCLUSIONS

The web app of the zero waste recess program has allowed us to collect a large amount of data on the type of lunches students consume during recess. The analysis of 16 participating schools, reveals that in 9 of the participating schools 1 out of 2 students brings a zero waste lunch to school. Analysis of the individual classrooms allowed us to select a number of classrooms, and teachers, that managed to considerably decrease the amount of waste generated during recess. This data will be used to complement our quantitative assessment with a personalized qualitative assessment that will enable us to select those methods and strategies that are able to engage students in reducing waste during recess.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our gratitude to all the teachers who participate in the testing of the application and the coordination of Teachers for Future, in particular Isabel Rey, Miriam Leirós y Carmen Godler..

REFERENCES

- Henderson, K., & Tilbury, D. (2004). Whole-school approaches to sustainability: An international review of sustainable school programs. *Australian Research Institute in Education for Sustainability: Australian Government*.
- UNESCO, n.d. UNESCO, international bureau of education. Retrieved 28 of January 2022 from <http://www.ibe.unesco.org/en/glossary-curriculum-terminology/w/whole-school-approach>.

UNESCO (2002) Education for Sustainability - From Rio to Johannesburg: Lessons learnt from a decade of commitment. Paris, UNESCO Education Sector.

UNESCO. 2021. Berlin Declaration on Education for Sustainable Development: UNESCO World Conference on Education for Sustainable Development - Learning for our planet. Act for sustainability. Retrieved June 29, 2021 from <https://en.unesco.org/sites/default/files/esdfor2030-berlin-declaration-en.pdf>

Ciencia con consecuencia: la escuela y los maestros como fuente de cultura y vocaciones científicas

Esther Paños Martínez¹, José Luis Gómez Ramos¹, Vanessa Ortega Quevedo², Beatriz Fernández Duque³, Cristina Moya López¹, María Antonia López Luengo², Cristina Vallés Rapp², Cristina Gil Puente², Isabel López Cirugeda¹, Raquel Sánchez Ruiz¹, José Reyes Ruiz Gallardo¹.

¹Facultad de Educación de Albacete. UCLM. Esther.Panos@uclm.es

²Facultad de Educación de Segovia. UVA. Vanessa.Ortega@uva.es

³Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Beatriz.Fernandez.duque@gmail.com

RESUMEN: este proyecto, financiado por la FECYT, está dirigido a los alumnos de educación infantil y primaria a través de sus maestros. Participan, coordinadamente, 18 profesores² universitarios de 5 facultades diferentes, distinta formación y 4 campus de 2 universidades. Se han desarrollado 8 temáticas y se ha formado a los maestros involucrados, quienes las han implementado en sus aulas. El resultado ha sido la implicación de 11 colegios de 5 provincias, 42 maestros y 759 niños, que han trabajado las más de 60 actividades científicas propuestas, siempre buscando conexión con su realidad próxima y cierto componente de utilidad. Todo el material elaborado y adquirido queda en los colegios, y el proyecto continúa en los cursos siguientes, con nuevas actividades para estos mismos niños, hasta completar el ciclo escolar. También se ha realizado una jornada abierta de formación y difusión y una exposición itinerante con cartelería de gran tamaño.

PALABRAS CLAVE: ciencia escolar, educación infantil, primaria, actitud hacia la ciencia, ciencia próxima.

ABSTRACT: this project, funded by FECYT, is aimed to reach pre-school and primary school pupils through their teachers. In it participate coordinately eighteen university professors from 5 different faculties and different backgrounds, and 4 campuses of 2 universities. They have developed 8 themes with more than 60 activities. They have trained the teachers involved, who have implemented them in their classrooms. This has resulted in the involvement of 11 schools in 5 provinces, 42 teachers, and 759 children who have worked on these activities, always seeking a connection with their immediate reality and a certain component of usefulness. All the material produced and acquired remains in the schools, and the project will continue in the following years, with new activities aimed at the same children, until the school cycle is completed. There has also been an open workshop and outreach day and a travelling poster exhibition.

INTRODUCCIÓN

¿Por qué el mango de una sartén es de plástico y un radiador es metálico? ¿Por qué pesa más una canica que tres corchos de botella? Aprender ciencias en los primeros años educativos no debería significar colorear fichas, memorizar contenidos científicos, ni siquiera hacer experimentos. Aprender ciencia implica una forma de pensar, de observar,

² En la redacción del proyecto se utiliza un lenguaje no sexista. El uso del genérico masculino se hace por economía del lenguaje.

de cuestionarse y de dar solución a los problemas diarios. Y su objetivo principal debería ser: facultar a los niños para que, de mayores, sean capaces de analizar la realidad para tomar buenas decisiones y participar en acciones que les afectan de manera razonada y fundamentada.

La idea que subyace en el proyecto que aquí se expone es que la ciencia, en su sentido pleno, sea parte de la vida diaria de las aulas de educación infantil y primaria y mejorar, de este modo, la alfabetización científica de los escolares, estimulando las vocaciones científicas. Creemos que, para lograrlo, la vía está en los maestros en ejercicio: debemos concienciarlos de la importancia de la ciencia, su trascendencia y sus implicaciones actuales y futuras. Además, debemos formar a estos docentes, dotarlos con los recursos didácticos necesarios, y acompañarlos en todo el proceso, para conseguir una cultura científica de centro que marque su impronta y, con ella, a los niños que en estos se formen, para después extenderlo al resto de colegios.

El proyecto apuesta por una cultura instaurada desde el inicio de la escolaridad, trabajando en cursos consecutivos. Esta continuidad aumentará la posibilidad de generar hábitos de pensamiento y rutinas científicas en los niños prosiguiendo en un sistema de aprendizaje que conecta ciencia y realidad, mediante una enseñanza activa, reflexiva, compartida y contextualizada, que se transfiere a sus situaciones cotidianas. Además, consideramos necesario que haya un elevado nivel de guía por parte de los maestros (y de los alumnos más avanzados), para evitar los problemas de carga cognitiva (Kirschner, Sweller, Kirschner, & Clark, 2006; Clark, Kirschner, & Sweller, 2012), alcanzando este aprendizaje a más niños, independientemente de su destreza intelectual (Klahr & Nigam, 2004; Matlen & Klahr, 2013).

Así pues, el objetivo general de esta presentación es mostrar las características del proyecto y algunos de sus resultados.

MÉTODO

Participantes

En el proyecto han participado 18 profesores universitarios (2 de facultades de educación, 1 de la Facultad de Farmacia, 1 de la Facultad de Ciencias Sociales, 1 de la Facultad de Ciencias y 3 de Ingeniería Informática). Por formación, hay 4 ingenieros, 3 maestros, 2 biólogos, 2 físicos, 1 químico, 1 licenciado en ADE, 1 traductora, 1 licenciada en Humanidades, 1 traductora, 1 psicóloga y 1 geóloga, ubicados en 4 campus: Albacete, Ciudad Real, Segovia y Valladolid, de dos universidades, Castilla-La Mancha y Valladolid.

Procedimiento

De modo previo a la solicitud del proyecto y puesto que implicará a personal de otra administración, como es la de educación obligatoria, se contactó con la Dirección Provincial de Educación de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, para realizar la correspondiente solicitud de autorización.

Una vez aprobado y financiado el proyecto por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), el equipo se reúne virtualmente para decidir las temáticas sobre las que tratarían las actividades, en Educación Infantil (5 años) y en primero de E. Primaria. Se seleccionan: “Entendiendo las nubes”, “Conociendo las aves”, “Transmitiendo el movimiento” y “Clasificando animales”, en Educación Infantil y,

“Minerales y rocas: origen y usos”, “La fuerza del viento” y “Transmitiendo el movimiento” en Educación Primaria.

Tras ello, el equipo reparte las temáticas para organizar las actividades correspondientes, adaptadas al desarrollo cognitivo de los niños. Además, cada grupo debe generar un documento (Figura 1) que debe incluir:

- Desarrollo del concepto a tratar. Se explican los fundamentos y elementos más importantes del concepto a tratar, sus características y detalles más relevantes. Se incluyen ejemplos y analogías para facilitar su comprensión y la bibliografía utilizada. Además, los miembros del equipo expertos en cada campo lo revisan para asegurar su rigor. No obstante, se debe escribir con enfoque didáctico, con lenguaje accesible, para que pueda ser entendido con facilidad. Con ello se pretende que los maestros dispongan de una fuente fidedigna de aprendizaje y consulta específica sobre el tema abordado, para evitar mitos y errores conceptuales.
- Relación con el currículo. Se incluye su contextualización según los objetivos o estándares de aprendizaje y los contenidos recogidos en los documentos oficiales. Con ello, se facilita su inclusión en las aulas, desde un punto de vista normativo, al tiempo que se posibilita que puedan emplearse para sustituir a otras actividades que el maestro realiza de forma rutinaria en el aula.
- Posibles dificultades u obstáculos de aprendizaje. En este apartado se adelanta a los docentes cuáles pueden ser aquellos detalles que dificulten la comprensión de los conceptos por parte de los alumnos. Así, por ejemplo, cuestiones abstractas, elementos no visibles, etc. Aquí se incluyen también estrategias para su posible solución o incluso qué detalles conviene, a este nivel de desarrollo cognitivo, omitir.
- Objetivos específicos. Recogerán los conceptos y/o procedimientos que los alumnos deben demostrar al finalizar las actividades formativas.
- Actividades. Siempre se comienza con una actividad de evaluación previa, que se repetirá al final de la acción formativa. Se incluyen varias actividades de aprendizaje, sucesivamente más complejas y que, en todos los casos, hagan referencia y/o se puedan asociar a la realidad próxima del niño, a hechos reconocidos: un aerogenerador, que ha visto desde la carretera, una piedra de granito como la que hay en la encimera de su casa, etc.
- Evaluación. Como se ha comentado, se incluyen actividades de evaluación final (y de proceso) que estimen la consecución de todos los objetivos propuestos al origen, y en relación con la evaluación previa.

De este documento de la temática se realizan dos versiones, una completa y otra reducida, en donde se aligera el desarrollo conceptual a lo imprescindible, se elimina su contextualización curricular y se reduce el número de actividades sugeridas. Todo ello con el fin de evitar la desmotivación en los maestros, que puedan ver exceso de trabajo en cada temática. Comenzando por esta versión reducida, progresivamente pueden avanzar a la completa, si requieren más actividades o más información.

De forma paralela al desarrollo de estas temáticas y actividades, se adquirió el material necesario y/o se confeccionó para todos los centros participantes, a los que se les hizo llegar antes de la formación. Tras ello, uno o varios responsables realizan esta formación a todos los maestros del curso correspondiente. Debido a las restricciones provocadas por la pandemia, se realizaron todas virtualmente, aunque la propuesta original era presencial.

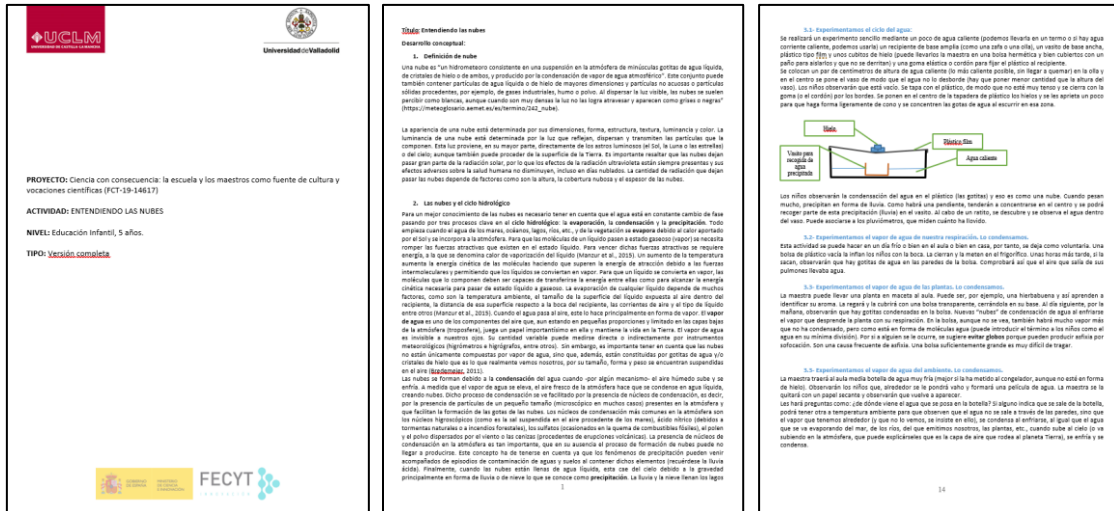


Figura 1. Documento entregado a los maestros sobre la temática “Entendiendo las nubes”, para Educación infantil, 5 años. Izquierda: portada; centro: parte del desarrollo conceptual que se usa de base para enseñar a los maestros durante la formación; derecha: algunas de las actividades propuestas, y que también se realizan con los maestros durante la formación.

Se realizaron dos formaciones para cada uno de los cursos implicados. En cada una se incluyeron dos temáticas. Tras estas, los maestros tenían libertad para iniciarlas en el momento que mejor les conviniese según el desarrollo normal de sus clases.

RESULTADOS

El proyecto ha conseguido implicar a 11 colegios: 3 en capitales de provincia (Albacete y Toledo) y el resto en municipios rurales de diferente tamaño (incluyendo 2 CRA). En total han participado 42 maestros (25 de E. Infantil) y 759 niños de las provincias de Albacete, Burgos, Ciudad Real, Toledo y Segovia. Un colegio abandonó antes de la primera formación. De otro colegio, dos maestros decidieron no participar tras la primera formación, aunque el resto de los profesores de ese centro continuó. Estos casos han sido excluidos de las cifras previamente expuestas.

Se han elaborado más de 60 actividades de las 7 temáticas expuestas en el apartado anterior, dotando a los participantes de todo el material necesario para su desarrollo (Figura 2 y 3). Este material queda en los centros para los siguientes cursos y los maestros correspondientes, con la intención de que sean formados nuevamente por el equipo del proyecto, al tiempo que se generarán nuevas actividades para los cursos siguientes.

Tras la finalización del curso escolar, se organizó una jornada de formación y divulgación, en la que participó el Centro Regional de Formación del Profesorado (CRFP), de la Consejería de Educación de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, quienes lo publicitaron y reconocieron con créditos formativos a los docentes participantes. En ella, tras una sesión inaugural y una conferencia magistral sobre la importancia de la ciencia en la educación, los maestros implicados, en dos sesiones paralelas, fueron los encargados de explicar las actividades que se realizaron a lo largo del proyecto. De este modo, se pretendía que la divulgación y la formación fuera más horizontal y llegara más fácilmente a los participantes en la jornada.

El CRFP realizó una encuesta de satisfacción a los participantes, que obtuvo resultados muy positivos recogidos en la tabla 1. Como se observa, la mayor parte de ellos valora la

acción en el máximo nivel de la escala Likert (nada satisfecho: 1; totalmente satisfecho: 5)

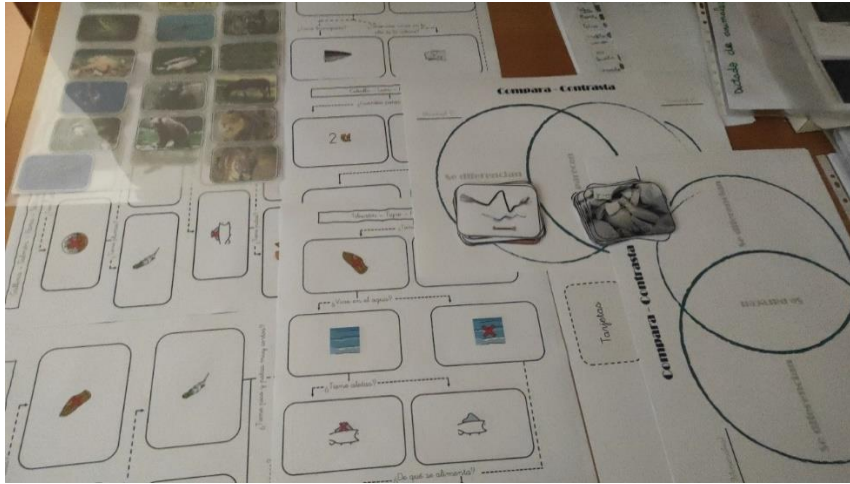


Figura 2. Elaboración de algunos materiales para la temática “Clasificando animales” y “Minerales y rocas: origen y usos”. En este caso, se observan claves de clasificación de tipo dicotómico, utilizando características científicas fácilmente observables y actividades de compara-contrasta. También algunas de las tarjetas utilizadas la clasificación.

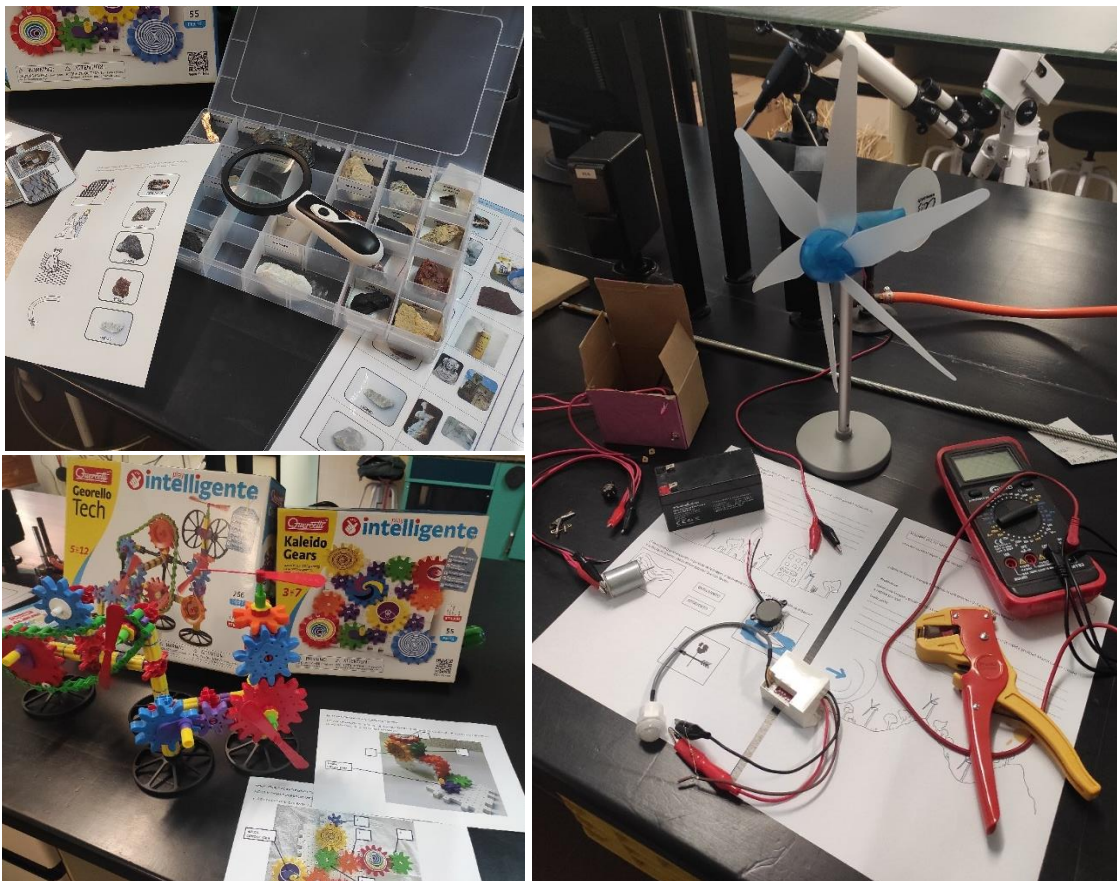


Figura 3. Algunos materiales adquiridos para las temáticas: “Minerales y rocas: origen y usos” (arriba, izquierda), “Transmitiendo el movimiento” (abajo, izquierda) y “La fuerza del viento” (derecha), con hojas de ejemplos de algunas de las actividades propuestas.

Tabla 1. Resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los participantes en la jornada de formación y divulgación del proyecto. Cifras en porcentaje de respuesta.

Cuestión	1	2	3	4	5
1- Adecuación de la presentación y/o material utilizado por el/los ponentes			20	20	60
2- Se ha empleado una metodología adecuada				17	83
3- Valoración de los ponentes				33	67
4- Grado de interés que le ha despertado la actividad formativa				17	83
5- Los contenidos impartidos han tenido una aplicación práctica				17	83
6- En términos generales, ¿cuál es su valoración global de esta actividad formativa?				17	83

Finalmente, también se realizó cartelería de gran tamaño que se expone por diferentes centros de interés (Direcciones provinciales de educación, Museo regional de la ciencia, facultades de educación, etc.), para fomentar este tipo de iniciativas en los colegios. Las imágenes utilizadas proceden de fotografías que han realizado los maestros durante el desarrollo de las actividades.



Figura 4. Algunos de los carteles elaborados a partir de las imágenes proporcionadas por los maestros durante el desarrollo del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto ha sido financiado por la FECYT (FCT-19-14617), del Ministerio de Ciencia e Innovación, dentro de su convocatoria de fomento de la cultura y vocaciones científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clark, R. E., Kirschner, P. A., & Sweller, J. (2012). Putting Students on the Path to Learning: The Case for Fully Guided Instruction. *American Educator*, 36(1), 6-11.
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why unguided learning does not work: An analysis of the failure of discovery learning, problem-based learning, experiential learning and inquiry-based learning. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological science*, 15(10), 661-667.
- Matlen, B. J., & Klahr, D. (2013). Sequential effects of high and low instructional guidance on children's acquisition of experimentation skills: Is it all in the timing? *Instructional Science*, 41(3), 621-634.

Matemáticas para entender cómo enseñar el cambio climático a los futuros maestros. ¿Es suficiente con enseñar conocimientos?

Fuertes-Prieto, M. A.*¹, Ferrari-Lagos, E.¹, Andrés-Sánchez, S.¹, Corrochano, D.¹, Ballegeer, A-M.¹, Delgado-Martín, M. L.¹, Herrero-Teijón, P.¹, Ruiz, C.¹

¹Departamento de Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Salamanca

*Correspondencia: fuertes@usal.es

RESUMEN: El Cambio Climático puede ser tratado en educación como una competencia formada por conocimientos, habilidades y actitudes. En este estudio hemos buscado cómo estas partes se relacionan entre sí, y si un incremento en la parte de conocimientos implica un cambio en habilidades y/o actitudes. Para ello, 84 futuros maestros han recibido formación enfocada únicamente a la parte de conocimiento sobre el Cambio Climático. A través de una encuesta realizada antes y después, se ha medido el valor de cada una de las partes que componen la competencia, con el fin de ver cómo influye un aumento de conocimientos en las otras partes. El análisis muestra que una formación centrada en el conocimiento también mejora la parte actitudinal, pero no la parte de habilidades. Por tanto, si se quiere alcanzar la competencia climática completa, no basta únicamente con enseñar conocimientos, sino que también es necesario prestar atención a las habilidades.

PALABRAS CLAVE: Profesores en formación, Cambio Climático, Competencia, Educación, Sostenibilidad

ABSTRACT: Climate Change can be treated as a competence formed by knowledge, skills and attitudes. In this study we have established how these parts relate to each other, and whether an increase in the knowledge part also implies a change in skills and/or attitudes. To this end, 84 future teachers have received training only focused on the part of knowledge about Climate Change. Through a survey carried out before and after the training, the value of each of the parts that form the competence has been measured, in order to see how an increase in knowledge influenced the other parts.

The analysis of the data shows that a training focused on knowledge also improves the attitudinal part, but not the skills part. Therefore, if full climate competence is to be achieved, it is not enough to just teach knowledge, it is also necessary to pay attention to skills during training.

KEYWORDS: Pre-service teachers, Climate Change, Competence, Education, Sustainability

INTRODUCCIÓN

Las diferentes estrategias necesarias para adaptarse y mitigar los efectos del Cambio Climático pueden no ser efectivas si no se consigue una participación activa de la sociedad. Existe un consenso general que señala la importancia de la educación en relación al Cambio Climático. Organismos internacionales como la ONU o la UNESCO han declarado la importancia de la educación para mejorar la resiliencia de las comunidades alrededor del mundo (Buckler y Creech, 2014; Field y Barros, 2014) y

existen iniciativas internacionales que promueven la Educación para la Sostenibilidad, destacando el hecho de que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) proponen también un papel importante para la Educación en la sensibilización sobre el Cambio Climático: el tercer objetivo de la meta 13 es mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en materia de mitigación, adaptación, reducción de impactos y alerta temprana del Cambio Climático.

Por lo tanto, es necesario desarrollar estrategias concretas para llevar la educación sobre Cambio Climático a la práctica diaria en el aula. Algunos países, como Portugal e Italia, han intentado introducir el Cambio Climático en sus planes de estudio. Pero en España aún no existe una estrategia concreta y completa para abordar este tema en la enseñanza reglada.

El concepto de competencia se establece como la capacidad para responder a demandas complejas y realizar diversas tareas de manera adecuada, lo que implica una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan en conjunto para lograr una acción global y eficaz. Por lo tanto, el concepto de competencia proporciona un marco ideal para desarrollar la comprensión, la conciencia y las habilidades relacionadas con el Cambio Climático a través de la educación. Por ello, la Competencia Climática se basa en esta estructura y en la recopilación de literatura científica sobre el papel de la educación en el Cambio Climático. Se compone de tres subdimensiones complementarias: conocimientos, habilidades y actitudes (Fuertes-Prieto et al, 2020).

El conocimiento se basa en la ciencia basada en la evidencia y el consenso científico actual. La evidencia científica debe servir para entender qué es el Cambio Climático, sus causas y consecuencias. En la subdimensión de habilidades se logra conectar las capacidades que debe adquirir el estudiante en el marco de la mitigación y adaptación, que son las principales estrategias para enfrentar el Cambio Climático, aprendiendo qué se puede hacer para enfrentarnos al Cambio Climático. Pero el hecho de que una persona conozca un problema y sepa qué se puede hacer para evitarlo, no implica necesariamente que esa persona lo haga y aplique ese conocimiento: por ejemplo, una persona puede saber qué es reciclar (conocimiento) y saber reciclar (habilidad), pero eso no implica necesariamente que lo vaya a hacer. Es por tanto por lo que la competencia no está completa sin una parte referida a la actitud. En la subdimensión de actitud el objetivo es sensibilizar y movilizar a la sociedad frente a este importante desafío y hacer que el individuo ejerza libremente sus conocimientos y habilidades.

La mayor parte de las intervenciones educativas en la educación reglada están dirigidas a aumentar el conocimiento, y la parte actitudinal es tratada en ocasiones de forma transversal. Sin embargo, la urgencia de un cambio de actitudes relacionadas con la mitigación y adaptación al Cambio Climático, hace necesario cambiar la actitud, llevando al individuo a poner en práctica las habilidades necesarias en aspectos como el consumo, el transporte o los hábitos alimentarios.

La competencia de Cambio Climático debería ser útil para que los docentes planifiquen sus clases y elaboren sus programaciones. Podría incluirse sin grandes cambios en la legislación en todos los países donde se establezca el Aprendizaje Basado en Competencias. Esta podría ser una ruta rápida y fácil para implementar el “Plan de estudios de emergencia” descrito en el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, debería ser implantado en todos los países que firmaron el acuerdo (Naciones Unidas, 2016).

Para optimizar recursos y metodologías, aún queda por investigar cuál es la mejor manera de enseñar sobre el cambio climático, especialmente sobre cómo enseñar a los futuros docentes y formadores, de cuyo trabajo futuro dependerá la educación de gran parte de la población.

OBJETIVO Y METODOLOGÍA

El objetivo principal de esta investigación es comprobar la relación existente entre la subdimensión conocimiento de la Competencia Climática y sus otras dos subdimensiones: habilidades y actitudes, para ver si un aumento en la parte de conocimientos implica también un cambio en las habilidades y/o actitudes.

Como instrumento para medir la Competencia ante el Cambio Climático se ha diseñado una encuesta, basada en las tres subdimensiones mencionadas anteriormente. El cuestionario ha sido validado para garantizar que cada pregunta genere información útil y que las preguntas dentro de cada una de las tres dimensiones estén realmente correlacionadas, lo cual es importante para comprender la estructura subyacente de la competencia Cambio Climático.

La metodología de este estudio consiste en utilizar un diseño preexperimental sin grupo de control y con medidas pre y post test (Campbell y Stanley, 1973) de la Competencia ante el Cambio Climático de los participantes de nuestra muestra. Los participantes debían responder una encuesta, cuyo cuestionario constaba de preguntas relacionadas con cada parte de la Competencia: conocimientos, habilidades y actitudes. La mayoría de las preguntas debían responderse en una escala tipo Likert de 1 a 4.

La misma encuesta ha sido respondida dos veces por futuros maestros de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Salamanca (España), la primera (pre -test) antes de su formación sobre el Cambio Climático y la otra después (post-test). El análisis de los resultados permite posicionar individualmente a cada participante en cada uno de las subcompetencias, antes y después de su formación.

Después de realizar la primera encuesta (pre-test), se realizó una actividad didáctica sobre el Cambio Climático, enfocada únicamente en una de las partes competenciales: el conocimiento científico sobre el Cambio Climático: sus causas y consecuencias, sin tratar contenidos sobre habilidades y actitudes. Tras esta formación, encaminada a aumentar los conocimientos sobre el Cambio Climático, se volvió a pasar la encuesta (post-test).

El análisis matemático de estos resultados nos permite comprobar si, a medida que aumenta uno de las partes de la competencia, los conocimientos, las partes referidas a las habilidades y las actitudes, aumentan, y de qué manera, con el fin de que los resultados puedan ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar formación específica sobre Cambio Climático, ya que permitirán saber si es necesario dedicar más tiempo y contenidos a la parte de habilidades y actitudes, o si basta con aumentar los conocimientos sobre la materia para lograr cambios en las habilidades y actitudes.

Los datos han sido analizados utilizando el programa estadístico Jamovi 2.00 (disponible en <https://www.jamovi.org>). En primer lugar, se realizó una exploración descriptiva de los datos (mediana, media y desviación estándar). Posteriormente se procedió a la determinación de los datos de normalidad para determinar la distribución de las variables criterio y por último se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, para comprobar si hubo mejoras significativas en las partes de Competencia ante el Cambio Climático entre el pre-test y el post-test. Para interpretar mejor su valor, se ha añadido el tamaño del efecto utilizando los criterios de Cohen, y para cuantificar la magnitud de la diferencia entre dos

medias, se han considerado pequeñas diferencias en los valores entre 0,10 y 0,29, diferencias moderadas entre 0,30 y 0,49 y grandes para valores superiores a 0,50 (Cohen, 1988).

RESULTADOS

Ambas encuestas (pretest) y (postest) ha sido respondida por 84 futuros profesores de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Salamanca (España).

Se ha analizado si la formación sobre el cambio climático mejora las dimensiones de la Competencia en Cambio Climático. Se ha utilizado la prueba no paramétrica de Wilcoxon, donde las variables consideradas fueron cada una de las subdimensiones (conocimientos, habilidades y actitudes) de la Competencia ante el Cambio Climático. Los resultados se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis comparativo entre el pretest y el post test para cada una de las subdimensiones. *n*: tamaño de la muestra; *Med*: mediana; *M*: media; *SD*: desviación estándar; *Z*: Test estadístico estandarizado; *WS-R p*: Prueba de rangos con signo de Wilcoxon; *R-B c*: efecto del tamaño (Criterio de Cohen).

Dimensión	Test	N	M	Med	SD	Prueba de hipótesis		
						Z	WS-R p	R-B c
Conocimientos	Pre	84	2.90	2.93	0.25	-2.52	.012	0.33
	Post	84	2.99	2.93	0.30			
Habilidades	Pre	84	2.88	2.89	0.34	-.634	.526	0.09
	Post	84	2.87	2.89	0.37			
Actitudes	Pre	84	3.08	3.14	0.37	-3.16	.002	0.44
	Post	84	3.19	3.21	0.35			

Tras la sesión formativa se observa una mejora significativa en las subdimensiones de conocimientos y actitudes de la Competencia ante el Cambio Climático. La diferencia entre las puntuaciones medias del pre y posttest tiene un tamaño del efecto moderado de 0,33 y 0,44 para conocimiento y actitud respectivamente. Estos resultados indican que existen diferencias significativas entre el pretest y el postest, siendo el postest el que alcanza un mayor nivel en las subdimensiones de conocimientos y actitudes. Sin embargo, la subdimensión habilidad no presenta diferencias significativas, como se muestra en la figura 1.

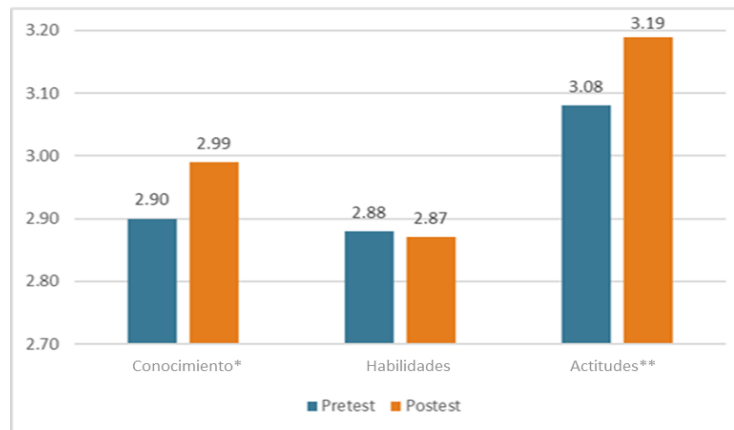


Figura 1. Valores obtenidos para cada una de las subdimensiones de la competencia climática antes y después de la intervención. (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).

Los resultados muestran un aumento significativo en la parte de conocimiento de la Competencia de Cambio Climático, aunque no tan grande como hubiera sido deseable, quizás debido al hecho de que los participantes no habían sido advertidos de que se les volvería a preguntar sobre sus conocimientos, por lo que no dedicaron tiempo a estudiarlos.

El resultado más importante es que, a pesar de que el curso no incluyó contenidos relacionados con las actitudes, la actitud de los futuros docentes aumentó significativamente, mostrando que el aumento de conocimientos también implica un cambio de actitudes. Sin embargo, la parte correspondiente a las habilidades no mejoró, manteniéndose prácticamente constante antes y después del curso, mostrando incluso un ligero descenso no significativo.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que un curso sobre Cambio Climático centrado solo en una de las partes competenciales: el conocimiento científico sobre el Cambio Climático: sus causas y consecuencias, puede hacer que mejoren las actitudes, pero no las habilidades: los alumnos no saben lo que pueden hacer para luchar contra el Cambio Climático, aunque su actitud mejore y se muestran más dispuestos a hacer algo.

Por tanto, como conclusión cabe señalar que, a la hora de enseñar sobre Cambio Climático, para adquirir la competencia climática, además de tratar la parte de conocimientos es necesario abordar la parte de habilidades.

Estos resultados deben ser considerados a la hora de diseñar la formación sobre Cambio Climático, con el fin de optimizar los recursos y el tiempo disponible.

RECONOCIMIENTO

Este artículo es producto del proyecto I+D+i PID2020-114358RB-I00 “Educación para el Cambio Climático y la Sostenibilidad, un estudio longitudinal de aprendizaje intergeneracional”, financiado por la Agencia Estatal de Investigación y el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buckler, C., y Creech, H. (2014). Shaping the future we want: UN Decade of Education for Sustainable Development; final report. UNESCO.
- Campbell, D., y Stanley, J. (1973). Tres diseños experimentales propiamente dichos. Diseños experimentales y cuasi-experimentales en la investigación social. Editorial Amorrortu.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral science (2ª ed.) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Field, C. B., y Barros, V. R. (Eds.). (2014). Climate change 2014—Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects. Cambridge University Press.
- Fuertes-Prieto, M. Á., Andrés-Sánchez, S., Corrochano-Fernández, D., Delgado-Martín, L., Herrero-Teijón, P., Ballegeer, A. M., Ferrari-Lagos, E., Fernández R. y Ruiz Méndez, C. (2020). *Climate change education: A proposal of a category-based tool for curriculum analysis to achieve the climate competence*. Education in the knowledge society: EKS.
- OECD. (2019). OECD Skills Strategy 2019 Skills to Shape a Better Future: Skills to Shape a Better Future. OECD Publishing.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J. A., Clarke, L., Dahe, Q., Dasgupta, P., Dubash, N. K., Edenhofer, O., Elgizouli, I., Field, C. B., Forster, P., Friedlingstein, P., Fuglestedt, J., Gomez-Echeverri, L., Hallegatte, S., van Ypserle, J. P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.
- United Nations. (2016). Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris. United Nations, pp.1-27.

Presentación del *Cuestionario Actitud hacia la Agricultura Sostenible (CAAS)*

Marcia Eugenio-Gozalbo¹ y Ligia Isabel Estrada Vidal².

¹Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid. marcia.eugenio@uva.es.

²Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla, Universidad de Granada. ligia@go.ugr.es.

RESUMEN: El uso de huertos ecodidácticos (HEDs) en la formación inicial de maestros facilita abordar cuestiones de gran importancia en la Agenda 2030, como la producción sostenible de alimentos. Los estudiantes aprenden de forma práctica algunas técnicas sostenibles para manejar el huerto, y además se puede profundizar en diversos aspectos mediante implementaciones didácticas específicas. Sin embargo, aparece de nuevo la necesidad de disponer de instrumentos cuantitativos que permitan evaluar los impactos del uso de HEDs y de tales intervenciones. Presentamos el *Cuestionario de Actitud hacia la Agricultura Sostenible (CAAS)*, diseñado *ad hoc*, y sus características psicométricas. Se implementó en octubre de 2021 en 622 estudiantes universitarios de titulaciones en Educación de siete universidades españolas. Los resultados indican que CAAS presenta una adecuada fiabilidad ($\alpha=0.733$) y validez de constructo (los tres factores extraídos explican el 54.684% de la varianza total del instrumento), por lo que puede ser utilizado para estos fines.

PALABRAS CLAVE: agricultura sostenible, evaluación, huertos ecodidácticos.

ABSTRACT: The use of organic learning gardens (OLGs) in initial teacher training facilitates addressing issues of great importance in the 2030 Agenda, such as sustainable food production. Students learn in a practical way some sustainable techniques to manage the garden, and in addition they can deepen in various aspects through specific didactic implementations. However, the need for quantitative instruments to assess the impacts of using OLGs and of such interventions appears again. We present the *Questionnaire of Attitude towards Sustainable Agriculture (CAAS)*, which was designed *ad hoc*, and its psychometric characteristics. It was implemented in October 2021 in 622 university students from Degrees in Education of seven Spanish universities. The results indicate that CAAS presents an adequate reliability ($\alpha = 0.733$) and construct validity (the three factors extracted explain 54.684% of the total variance of the instrument), so it can be used for the above-mentioned purposes.

KEYWORDS: assessment, organic learning gardens (OLGs), sustainable agriculture.

INTRODUCCIÓN

El actual sistema agroalimentario, es decir, el conjunto de actividades que contribuyen a la producción y distribución de los alimentos, está ejerciendo enormes presiones sobre los recursos planetarios, y generando impactos ambientales de gran alcance (IPCC, 2019). Por ello, la transición hacia un modelo productivo y de consumo sostenibles está en el corazón de la Agenda 2030 (ONU, 2018), que plantea entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible la *Producción y consumo responsable* (ODS 12), incluyendo metas como lograr una gestión sostenible y uso eficiente de los recursos naturales (12.2.), o lograr una gestión ecológicamente racional de productos químicos (12.4.). Es tal el valor estratégico de la alimentación que recientemente se ha mantenido la Cumbre Mundial de Sistemas

Alimentarios (ONU, 2021), con el propósito de desencadenar acciones efectivas para transformar las formas en que el mundo produce y consume alimentos.

El uso de huertos ecodidácticos (HEDs) en la formación inicial de maestros nos ofrece valiosas oportunidades a este respecto. El propio término HEDs pretende incidir en que se trata de huertos cuyo manejo sigue los principios de la agricultura ecológica o la permacultura (Eugenio et al., 2017). Entre otros, se cuida el aprovechamiento máximo de recursos como el espacio; se usan sistemas de acolchado que permiten el ahorro de agua; se minimiza la producción de residuos (compostando y/o vermicompostando); se cuida la estructura y la fertilidad química del suelo (ausencia de laboreo; adición periódica de capas de compost o vermicompost; uso de acolchados); y no se usan biocidas u otros productos químicos de síntesis. Además, en el contexto de los HEDs se implementan intervenciones didácticas mediante las que se profundiza y reflexiona sobre estos aspectos (Eugenio et al., 2018; Zuazagoitia et al., 2021). Es para poder evaluarlos cuantitativamente que hemos diseñado el CAAS.

METODOLOGÍA

Muestra

Este cuestionario se implementó a principios del presente curso 2021/2022 con 622 estudiantes de diversas universidades y comunidades autónomas españolas, incluyendo entre estas últimas Castilla y León, Andalucía, Comunidad Valenciana, o País Vasco. El 84.1% de los participantes eran alumnas, y el 15.9% alumnos. La media de edad fue de 21.77 años (DT= 4.303), con un rango comprendido entre 17 y 56 años. Los estudiantes se encontraban cursando los Grados en Educación Infantil, Primaria o Social (87.46%) y el Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (12.54%). El 46.2% de los participantes de encontraba en 3º curso, seguido del 4.4% en 4º curso, el 24%, en 1º curso, y el 5.3% en 2º curso.

Instrumento

CAAS fue construido *ad hoc*, siguiendo una escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta (0= nada de acuerdo, 1= algo de acuerdo, 2= bastante de acuerdo, 3= muy de acuerdo, y 4= totalmente de acuerdo) constituido por 13 ítems, reagrupados en 2 dimensiones y 11 indicadores (tabla 1), los cuales permiten conocer qué actitud tiene el alumnado universitario hacia la agricultura sostenible frente a la industrial.

Tabla 5. Relación de dimensiones, indicadores e ítems del CAAS.

DIMENSIÓN	INDICADOR	Nº ÍTEM Y ENUNCIADO
D1-Agricultura sostenible	<i>Valoración de la cultura agricultura sostenible (conocimientos de los ecosistemas y técnicas para imitar su funcionamiento)</i>	3. Cualquiera puede cultivar de manera sostenible, puesto que no son necesarios muchos conocimientos sobre métodos de cultivo y sobre cómo funciona la naturaleza*
	<i>Valoración en relación con que la agricultura sostenible produce alimentos más saludables</i>	1. Aunque la agricultura sostenible es valiosa, los alimentos que produce son igual de saludables y sabrosos que los de la agricultura convencional*
	<i>Valoración de que la agricultura sostenible produce alimentos más respetuosos con el planeta</i>	2. La agricultura sostenible es necesaria, puesto que produce alimentos de forma más respetuosa con el planeta
	<i>Valoración de la profesión del agricultor por el esfuerzo que exige la producción de alimentos</i>	5. La agricultura sostenible conlleva la misma dedicación que la agricultura convencional (p.e. respeto a los tiempos de la naturaleza, esfuerzo físico, conocimientos...)*

	<i>Valoración del consumo de alimentos ecológicos al hacerse conscientes del esfuerzo que conlleva su cultivo</i>	12. Deberíamos comprar más verdura y fruta producida de forma sostenible, aunque sea más cara y tenga a veces peor aspecto
	<i>Conciencia del tipo de impacto (negativo/positivo) sobre el ambiente/entorno que tiene la modalidad de agricultura que se practique</i>	10. Si yo fuese agricultor/a, preferiría practicar una agricultura industrial, porque obtendría mayores beneficios (económicos, ahorro de tiempo o de esfuerzo...)*
	<i>Valoración de la agricultura sostenible (permacultura, agroecología, etc.) como un factor fundamental para alcanzar la sostenibilidad</i>	7. Es fundamental promover una agricultura sostenible, puesto que es clave para el cuidado del planeta
D2-Valoración del entorno y los recursos	<i>Conciencia de los recursos que son necesarios para el cultivo de alimentos</i>	11. Soy consciente de todo lo que se necesita para cultivar un alimento (suelo, agua, luz, temperaturas, remedios contra las plagas...)
	<i>Interés por lo que les rodea</i>	8. No me fijo en los huertos cuando paso al lado de uno (suelo, cultivos, riego, invernaderos...)* 6. Todo lo relacionado con la naturaleza me pasa bastante desapercibido*
	<i>Valoración por lo que les rodea</i>	9. Reconozco lo importantes que son los recursos que nos ofrecen los ecosistemas (agua, suelo, biodiversidad...) 13. Valoro los procesos que ocurren en los ecosistemas porque nos aportan beneficios (polinización, control de la erosión...)
	<i>Respeto por lo que les rodea</i>	4. Respeto a los seres vivos y los entornos naturales

(*) ítems formulados en negativo.

Una vez definidos los ítems, un grupo de 13 docentes universitarios con experiencia en Métodos de Investigación, Educación para el Desarrollo Sostenible, Huertos educativos y Alimentación realizó la validación de contenido del cuestionario mediante la técnica de juicio de expertos, valorando la claridad e importancia de los ítems, así como su pertinencia en sus respectivas dimensiones (Eugenio-Gozalbo y Vidal-Estrada, en prensa). A continuación, el cuestionario piloto se pasó a un grupo de alumnado para comprobar sus características psicométricas, y posteriormente a una muestra amplia; los resultados se presentan a continuación.

Procedimiento

En la recogida de datos participaron los miembros del Grupo de Innovación Docente “Huertos EcoDidácticos” (Universidad de Valladolid), quienes invitaron a su alumnado a cumplimentar el instrumento (*técnica de muestreo no probabilística incidental*). Para ello, se envió a este grupo de docente un email en el que se les facilitó el enlace al cuestionario digitalizado en Google Forms para que lo incluyesen en la plataforma virtual de sus asignaturas. Así mismo, se les planteó un protocolo de implementación, e hicieron recomendaciones al respecto de las condiciones idóneas para realizar la recogida de información, de modo que se evitasen potenciales sesgos. Cabe señalar que se elaboró un vídeo para los estudiantes, con explicaciones sobre el cuestionario e indicaciones al respecto de cómo contestarlo, que visionaron todos los participantes inmediatamente antes de la implementación. La duración de respuesta fue aproximadamente de 2 a 4 minutos, sin incluir el tiempo de acceso al cuestionario desde internet ni los datos sociodemográficos. Se garantizó el anonimato de todos los estudiantes y su participación voluntaria, siguiendo los principios éticos de investigación.

Técnicas de análisis de datos

La calidad de un instrumento se puede medir en función de sus características psicométricas, las cuales se pueden conocer mediante su consistencia interna (fiabilidad) y validez de constructo (González, 2010). El coeficiente alfa de Cronbach del total de los ítems permitió conocer su fiabilidad, y la validez de constructo realizando un análisis factorial exploratorio haciendo uso del análisis de componentes principales como método de extracción, cuyo método de rotación fue normalización varimax con Kaiser (lo que permitió conocer la estructura latente del cuestionario).

RESULTADOS

El número de ítems del CAAS inicial fue de 13 (tabla 2), y su índice alfa de Cronbach de 0.695, que mejoró hasta 0.733 al ser eliminados los ítems 3 y 5, quedando así un total de 11 ítems en el instrumento final y una consistencia interna satisfactoria (Cronbach, 1951; Oviedo y Campo-Arias, 2005).

Tabla 6. Estadísticos total-elemento del CAAS.

	MEDIA DE ESCALA SI SE SUPRIME EL ÍTEM	VARIANZA DE ESCALA SI SE SUPRIME EL ÍTEM	CORRELACIÓN TOTAL DE ÍTEMS CORREGIDA	ALFA DE CRONBACH SI SE SUPRIME EL ÍTEM
Item01	36.10	35.885	0.219	0.692
Item02	35.86	34.398	0.429	0.665
Item03*	36.24	38.112	0.038	0.717
Item04	35.78	35.300	0.347	0.675
Item05*	36.24	35.312	0.193	0.700
Item06	35.72	35.982	0.249	0.687
Item07	35.80	33.987	0.489	0.658
Item08	35.95	35.169	0.280	0.684
Item09	35.87	34.021	0.425	0.664
Item10	36.45	33.900	0.347	0.674
Item11	36.10	33.593	0.416	0.664
Item12	36.23	33.905	0.366	0.671
Item13	36.16	33.059	0.468	0.657

(*) Los ítems 3 y 5 se han eliminado en el cuestionario final, cuya fiabilidad es 0.733.

En relación con la validez de constructo, el índice de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) obtuvo un valor de 0.794 para los ítems del CAAS, indicando una correcta adecuación de los datos para efectuar el Análisis Factorial Exploratorio. La prueba esfericidad de Bartlett resultó significativa ($\chi^2 = 1439.126$, g.l. = 55 y $p < 0.0001$), indicando así el buen ajuste del modelo. La solución factorial está formada por tres factores, que se extrajeron después de la rotación varimax con normalización Kaiser y cuyo proceso convergió en la sexta iteración, los cuales explican el 54.684% de la varianza total (tabla 3). Dicha solución factorial explica más del 50% de la variabilidad total de respuesta a la prueba (Merenda, 1997), por lo que se considera que presenta una validez de constructo adecuada.

Tabla 7. Varianza total explicada de los componentes extraídos.

Componente	AUTOVALORES INICIALES			SUMAS DE CARGAS AL CUADRADO DE LA EXTRACCIÓN			SUMAS DE CARGAS AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
I	3.346	30.423	30.423	3.346	30.423	30.423	2.390	21.729	21.729

2	1.478	13.440	43.862	1.478	13.440	43.862	2.024	18.398	40.127
3	1.190	10.822	54.684	1.190	10.822	54.684	1.601	14.557	54.684
4	0.875	7.956	62.640						
5	0.840	7.634	70.274						
6	0.714	6.493	76.767						
7	0.645	5.860	82.627						
8	0.611	5.553	88.180						
9	0.479	4.355	92.536						
10	0.460	4.179	96.715						
11	0.361	3.285	100.000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

El número de componentes que pueden adoptarse queda también indicado en el gráfico de sedimentación (Gráfico 1), donde se ha aplicado la prueba Scree de Cattell.

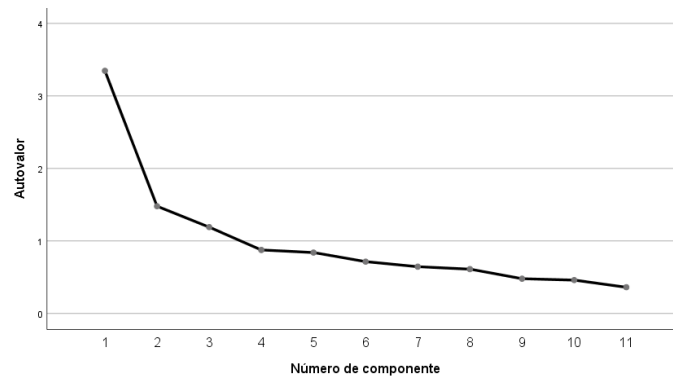


Figura 1. Gráfico de sedimentación.

El primer factor explica el 21.729% (cuatro ítems), el segundo el 18.398% (cuatro ítems) y el tercero el 14.557% (tres ítems), cuya relación se puede consultar en tabla 4.

Tabla 8. Matriz de componente rotado.

	COMPONENTE ^a		
	1	2	3
Item11	0.742		
Item13	0.703		
Item9	0.683		
Item4	0.618		
Item2		0.741	
Item7		0.700	
Item12		0.682	
Item1		0.421	
Item8			0.699
Item10			0.675
Item6			0.670

^(a) Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El *Cuestionario de Actitud hacia la Agricultura Sostenible (CAAS)* presenta las características psicométricas adecuadas, al encontrarse su fiabilidad por encima de 0.70 (su alfa de Cronbach es de 0.733) y tres factores que explican el 54.684% de la varianza total explicada, presentando así un valor superior al 50%. El CAAS queda finalmente constituido por 11 ítems que se encuentran agrupados en tres dimensiones. La primera dimensión, denominada *Valoración de la naturaleza y sus recursos*, integra los ítems 11,

13, 9 y 4. La segunda dimensión, denominada *Agricultura sostenible*, integra los ítems 2, 7, 12 y 1. Y la tercera dimensión, denominada *Ceguera al entorno (blindness to the environment)*, integra los ítems 8, 10 y 6, y recoge posturas que obvian o no otorgan importancia al medio. El instrumento es pues apto para ser utilizado previa y posteriormente a las implementaciones educativas que se lleven a cabo en el contexto de los HEDs universitarios, o en otras situaciones en que convenga evaluar cuáles son las actitudes de este grupo de población (adulta y bien formada) hacia la agricultura sostenible, o si ésta evolucionando hacia el cambio, tras campañas de educación ambiental o sensibilización ciudadana.

AGRADECIMIENTOS

Grupo de Innovación Docente “Huertos EcoDidácticos”, de la Universidad de Valladolid.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Eugenio-Gozalbo, M. y Estrada-Vida, L. I. (en prensa). Uso de huertos ecodidácticos: validación de contenido de cuestionarios para evaluar aprendizajes. En: *International Handbook for the Advancement of Science*. Thompson Reuters.
- Eugenio, M., Correa-Guimaraes, A. y Pérez-López, R. (2017). Educando para la sostenibilidad desde los huertos ecológicos: evolución del concepto de naturaleza en futuros maestros/as de infantil. En B. Sáenz-Rico de Santiago (Coord), *XI Seminario investigación ambiental: avances para la sostenibilidad en la educación superior*. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.
- Eugenio, M., Zuazagoitia, D. y Ruiz-Baltar, A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka*, 15(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501
- González, I. (2010). Determinación de los elementos que condicionan la calidad de la universidad: Aplicación práctica de un análisis factorial. *RELIEVE*, 9(1), 83-96.
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land - IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.
- Merenda, P. (1997). A guide to the proper use of Factor Analysis in the conduct and reporting of research: pitfalls to avoid. *Measurement and evaluation in counseling and evaluation*, 30, 156-163.
- ONU (2018). *La Agenda 2030 y Los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Oviedo, H.C. y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.
- ONU (2021) *Food Systems Summit 2021*. <https://www.un.org/es/food-systems-summit/about>.

Una intervención didáctica sobre Cambio Climático y Sostenibilidad dirigida a alumnado y profesorado de Secundaria, en el marco de los ODS

Raquel de Rivas Verdes-Montenegro¹, Amparo Vilches Peña² y Olga Mayoral García-Berlanga³

Universitat de València, España. ¹raquel.rivas@uv.es; ²amparo.vilches@uv.es; ³olga.mayoral@uv.es

RESUMEN: En esta comunicación se presenta parte de una investigación-acción diseñada e implementada desde el año 2019 y que todavía está en progreso. La intervención tiene como objetivo general fomentar la incorporación de los principios y valores de la Sostenibilidad en la práctica docente desde una perspectiva holística con especial atención al proceso de Cambio Climático acelerado, en Educación Secundaria, trabajando de forma colaborativa con el profesorado y atendiendo a las necesidades e intereses específicos del alumnado. Tras un recorrido de casi tres cursos académicos se presenta una sinopsis de lo realizado, analizando con mayor detalle la intervención realizada en un centro educativo.

PALABRAS CLAVE: Cambio Climático; formación de profesorado de Secundaria; Sostenibilidad; trabajo colaborativo; ODS

ABSTRACT: This paper presents part of an action research project that has been designed and implemented since 2019 and is still in progress. The general objective of the intervention is to promote the incorporation of the principles and values of Sustainability in teaching practice from a holistic perspective with special attention to the process of accelerated Climate Change, in Secondary Education, working collaboratively with teachers and attending to the specific needs and interests of the students. After almost three academic years, a synopsis of what has been done is presented, analysing in greater detail the intervention carried out in a Secondary School.

KEYWORDS: Climate Change; Secondary teacher training; Sustainability; collaborative work; SDGs

INTRODUCCIÓN

Ante la grave situación de emergencia planetaria reiteradamente descrita por la literatura y la investigación científica (Worldwatch Institute, 1984-2018; Bybee, 1991; Mayor Zaragoza, 2000; Foster y Clark, 2012) y a pesar de numerosos antecedentes (CNUMAD, 1992; Hodson, 2003; UNESCO, 2014), que ponen el foco en el necesario tratamiento de la Sostenibilidad desde el ámbito de la educación, la investigación ha puesto de manifiesto que el profesorado en general no se implica ni responde de la forma que sería necesaria. Son numerosas las barreras descritas para que este compromiso se materialice y consolide. Una de estas dificultades referenciadas en la literatura es la escasa formación del profesorado en materia de Sostenibilidad (Vilches y Gil Pérez, 2012; Calero et al., 2019). La Educación para un Desarrollo Sostenible (EDS) es fundamental para avanzar en un doble objetivo. Por un lado, responder a los llamamientos internacionales que

interpelan al sector educativo en la gestión de la crisis socioambiental global. Por otro lado, y considerando el interés y las necesidades del alumnado, contribuir a la capacitación de las generaciones más jóvenes como primer paso esencial hacia un compromiso activo con las medidas que se requieren.

En un contexto de crisis global la educación para una ciudadanía responsable precisa adquirir competencias transversales en materia de Sostenibilidad. Se requiere de una transformación profunda en la manera de pensar y actuar de las personas y por ello la educación juega un papel cardinal. La necesaria incorporación de la Sostenibilidad dentro del marco de competencias clave implica una comprensión crítica de la problemática socioambiental global y la adquisición de habilidades y procedimientos para la toma de decisiones, desde su concepción educativa y ética (Aznar y Ull, 2009). Caminando en esta dirección, se apunta como esencial repensar y reorientar los currículos y los aspectos metodológicos actuales (Jaén y Barbudo, 2010; Vilches et al., 2014).

Adicionalmente, investigaciones precedentes respaldan que el profesorado podría implicarse de manera activa y poner en marcha las aportaciones de la didáctica de las ciencias si participa en dichos procesos de investigación/innovación (Taylor et al., 2012; Cebrian y Junyent, 2015; Collazo y Geli, 2017). Esta forma de proceder requiere la disponibilidad, implicación y compromiso de los educadores con las propuestas; como sucede en cualquier innovación que se quiera introducir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el profesorado es el eje central, el motor del cambio (Elliott, 2005).

Cabe esperar, por tanto, que una intervención diseñada y planteada con la intención de combinar la investigación y la acción en EDS podría permitir mejorar la disposición del profesorado participante a la hora de incorporar la Sostenibilidad en su aula, abordando los retos y resistencias desde un proceso colaborativo en el que cada paso que se da es validado o reconducido, mejorando la motivación y el desarrollo profesional de los docentes implicados, conectando teoría y práctica, todo ello a través de la creación de grupos de trabajo de aprendizaje activo y colaborativo (Vidal y Rivera, 2007).

Una intervención de estas características requiere un planteamiento global a la hora de abordar los contenidos de Sostenibilidad, que conecte las distintas problemáticas como un todo que no debe dividirse, de forma contextualizada tanto en su tratamiento conceptual como en el análisis de las posibles acciones para enfrentarlos. Es imprescindible, por tanto, concebir la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como marco necesario para el tratamiento de la problemática socioambiental en general. La visión holística de los ODS marca la dirección a seguir para transitar hacia la Sostenibilidad, dinámica que hemos de impulsar desde la educación.

Teniendo en cuenta la atención insuficiente, en general, del profesorado a la problemática de la sostenibilidad, la hipótesis de partida que guía esta propuesta es la siguiente: *Una intervención, diseñada en el marco de la Educación para la Sostenibilidad, a través de equipos colaborativos de docentes, puede contribuir a una mayor implicación del alumnado y profesorado participantes en la adopción de las medidas necesarias para avanzar en la transición a la sostenibilidad.*

METODOLOGÍA

La metodología consiste en la aplicación de un diseño múltiple implementado a través de una hoja de ruta con diversas etapas secuenciadas:

- Selección de Centros de Educación Secundaria participantes.
- Selección de niveles, cursos y materias con las que trabajar, personalización y adaptación de la propuesta metodológica.
- Presentación del Catálogo de Sesiones y Programación del Trabajo en cada uno de los centros educativos.
- Desarrollo de las sesiones.
- Evaluación de todo el proceso.

El trabajo a nivel de aula -diseñado en el marco de la investigación en didáctica de las ciencias- se articula y concreta alrededor de un itinerario de Sesiones de Trabajo personalizadas a cada centro con la colaboración del profesorado participante. El Catálogo de Sesiones, nueve en total, incluye dos comunes a todos los centros y otras a elegir en función del contexto, intereses, tipología de alumnado, contenidos previos trabajados, etc. (De Rivas, 2021).

La primera de las sesiones de trabajo, común a todos los centros participantes, consiste en la aplicación de un Cuestionario dirigido al alumnado, diseñado con la intención de conocer, por un lado, los intereses concretos, las preocupaciones y motivaciones del alumnado participante; por otro, poner de manifiesto sus concepciones, ideas alternativas y/o erróneas y, sobre todo, favorecer una primera reflexión en torno a la problemática socioambiental actual y las medidas que se requiere adoptar. Se trata de una encuesta anónima de 27 ítems, centrada en diferentes aspectos relativos a la Sostenibilidad y al Cambio Climático y organizada en siete bloques temáticos (Contexto general, ideas sobre Cambio Climático, consenso científico, causas del Cambio Climático, consecuencias del Cambio Climático, medidas, perspectiva holística del Cambio Climático y la problemática socioambiental).

Con los resultados obtenidos y tras un análisis general de las respuestas del estudiantado se continúa con el resto de las sesiones. La segunda de ellas también es común a todos los centros participantes ya que sienta las bases y los contenidos mínimos que el estudio del Cuestionario inicial apunta como esenciales para abordar. Se trata de una sesión impartida por personal de la Universitat de València, con formato de clase abierta que tiene como principal objetivo resolver dudas, trasladar conceptos clave y reflexionar con alumnado y profesorado con la intención de dar respuesta al interés y motivación en torno a las cuestiones de Sostenibilidad. Para la sesión se utiliza como apoyo una presentación que fundamenta los conceptos centrales de la problemática y contiene de manera transversal preguntas abiertas para favorecer y garantizar la participación del alumnado y su profesorado a lo largo de la sesión. A modo de síntesis, en su tramo final, se refuerzan las ideas que se consideran fundamentales en el tratamiento de la temática del Cambio Climático y la Sostenibilidad desde un enfoque sistémico.

Una vez realizadas estas dos primeras sesiones, cada centro selecciona del Catálogo ofertado aquellas sesiones que más le interesan, en función de sus preferencias y especiales circunstancias. Las siete opciones del Catálogo se centran en distintas temáticas, relacionadas con la problemática objeto de la intervención, abordadas con herramientas metodológicas que se consideran más adecuadas (Mayoral y De Rivas, 2020):

- Sesión sobre los ODS: su objetivo fundamental es conocer el significado y la importancia de los ODS de Naciones Unidas. Se acompaña de actividades realizadas

- en torno a una Exposición de los ODS, desarrollada en el marco de un proyecto de investigación (PRADO-EDU2015-66591-R MINECO/FEDER).
- Sesión basada en la metodología Aprendizaje-Servicio (ApS): pretende detectar cómo y dónde se pueden aplicar los contenidos trabajados en forma de práctica solidaria.
 - Sesión basada en los dilemas éticos y las disertaciones filosóficas: tiene como objetivo favorecer una reflexión sobre los grandes desafíos que interpelan al ser humano, revisando la propia escala de valores.
 - Sesión basada en el análisis de problemas complejos con herramientas de Pensamiento Visual: se plantea un reto concreto y, con ayuda de diferentes representaciones gráficas, se facilita el análisis y la sistematización de la información disponible, avanzando a través de su conocimiento, comprensión y de la búsqueda del compromiso necesario.
 - Sesión basada en el análisis de artículos científicos: se seleccionan una serie de artículos científicos o de divulgación científica con los que se abordan distintas temáticas mediante el análisis de su contenido, combinando el trabajo individual y en grupos.
 - Sesión formativa *ad-hoc*: cada centro educativo participante tiene la posibilidad de plantear otro tipo de temáticas y herramientas para abordarlas. En este caso, se preparan en colaboración y atendiendo a sus necesidades.
 - Sesión de educación fuera del aula: se realizan salidas aprovechando destinos cercanos y con potencial educativo. Destaca el Jardí Botànic de la Universitat de València, centro de conservación *ex-situ* de la biodiversidad vegetal.

Una vez elegida la sesión o sesiones, el trabajo se desarrolla en estrecha colaboración con el profesorado, adaptándolo en cuanto a duración, profundidad, curso específico, materia elegida para conectarla con los contenidos concretos, así como la lengua vehicular (castellano, valenciano o inglés).

Al finalizar el itinerario personalizado para cada centro, se realiza un cuestionario de evaluación por parte del profesorado implicado. A lo largo del desarrollo de las sesiones, el intercambio de información, sugerencias y necesidades específicas es constante entre todas las personas implicadas.

El itinerario descrito se aplicó durante los cursos 2019-2020 y 2020-2021 a una muestra formada por nueve centros, 500 estudiantes y 27 docentes de la etapa de Secundaria (De Rivas, 2021). Se trata de siete centros públicos y dos concertados de la Comunidad Valenciana y las materias impartidas por el profesorado implicado, fundamentalmente, fueron Biología y Cultura Científica. En el presente curso académico sigue en marcha, con la incorporación de cinco centros educativos más.

SINOPSIS DE LA INTERVENCIÓN REALIZADA

Por los límites de extensión, se ha seleccionado, a modo de ejemplo para la presente comunicación, el desarrollo del trabajo llevado a cabo a lo largo del curso 2020-2021, en uno de los centros públicos implicados de la Comunitat Valenciana.

Tras la realización de las dos sesiones iniciales y comunes a todos los itinerarios, valorando las distintas opciones, eligieron continuar con la Sesión sobre los ODS.

La muestra consistió en dos grupos de 4º de ESO, con 25 estudiantes cada uno. Los grupos se unieron para realizar el trabajo de forma conjunta y distribuidos en equipos de 3-4 personas. Se eligió un aula amplia, en la que se colocaron los 18 paneles de la exposición de los ODS, uno por cada ODS más un panel adicional introductorio. Tras las dos sesiones previas realizadas, en el momento del trabajo sobre los ODS se conocía ya al alumnado y al profesorado participante.

Esta sesión se lleva a cabo con ayuda de un programa de actividades, con preguntas, reflexiones y visualización de imágenes. Comienza con una breve presentación de la Sesión y la revisión de los ODS y la Agenda 2030 que regula su implementación, desde una perspectiva histórica, recordando las distintas cumbres internacionales que se han sucedido en las últimas décadas hasta su aprobación en 2015. Es importante promover la reflexión en torno al proceso participativo que se lleva a cabo en todo el mundo y que culmina con un documento de 17 objetivos conectados y universales que abarcan las esferas social, económica y medioambiental.

A continuación, se trabaja en torno a un documento que asigna un ODS a cada equipo. Con el apoyo de la exposición, cada grupo ha de identificar problemas y retos, así como acciones y/o medidas para abordarlos, aplicados a dos contextos diferenciados: el familiar/social y el educativo. Los equipos anotan sus propuestas, de modo que puedan compartirse con el resto de los grupos de trabajo, en una última parte de la sesión, destinada a promover las interacciones, debates y reflexiones.

Es importante en la síntesis final, y con ayuda del profesorado, conectar las problemáticas de los distintos ODS, así como las acciones que se pueden implementar, a nivel individual y colectivo, y su impacto a corto y largo plazo. El tiempo dedicado a esta sesión es de una hora y media aproximadamente.

La sesión de trabajo descrita, que se lleva a cabo en el marco de una intervención amplia, múltiple y convergente con la didáctica de las ciencias y la EDS, pone en marcha herramientas innovadoras que tienen como principal finalidad impulsar la implicación del alumnado y profesorado de Secundaria en la transición a la Sostenibilidad.

VALORACIÓN Y PRIMERAS CONCLUSIONES

De forma reiterada, la mayoría del profesorado participante hasta el momento valora positivamente esta propuesta que concreta una de las diferentes formas de abordar la Sostenibilidad y trabajar la EDS en Secundaria, con la suficiente flexibilidad para adaptarla a la realidad específica de cada contexto. El profesorado implicado aprecia especialmente el hecho de que el itinerario haya sido concebido de forma abierta y flexible: no solo proporciona una manera específica de incluir la Sostenibilidad y el Cambio Climático en sus materias, sino que permite una adaptación a sus especiales circunstancias, intereses, disponibilidad de tiempo, contenidos trabajados, etc. El trabajo con el alumnado de Secundaria, en colaboración estrecha con su profesorado, a la hora de adaptar e implementar las propuestas en un contexto muy específico, permite una implicación de la comunidad educativa en su conjunto, superando las limitaciones de acciones puntuales y descontextualizadas.

De forma específica, la sesión de trabajo alrededor de los ODS y la Agenda 2030 presentada en esta comunicación permite abordar de forma sistemática algunos de los grandes dilemas y desafíos que debe afrontar la humanidad, proporcionando al alumnado un marco adecuado para la contextualización de estos problemas interconectados. El alumnado se muestra implicado, al poder analizar problemas reales, actuales y cercanos

concediendo especial importancia a la generación de ideas encaminadas a identificar acciones que se pueden poner en marcha. Por ejemplo, proponen revisar los hábitos de consumo individual, relacionándolo con sobreexplotación de recursos, emisiones contaminantes y desigualdades (ODS 12, 10 y 13). El ODS 4 lo perciben como una prioridad, así como una herramienta esencial para conseguir el resto de los objetivos. Así mismo, se observa que esta forma de trabajar facilita la reflexión individual en primer lugar, y después la colectiva en la puesta en común, lo que enriquece el análisis de las situaciones planteadas. Es posible concluir, en convergencia con investigaciones precedentes, que una intervención como la planteada contribuye a mejorar la implicación del profesorado en la EDS.

AGRADECIMIENTOS

Parte de la propuesta aquí presentada ha sido financiada con el programa *Young Innovators* (TC_4.1.4_190518_P165-1A), a través del EIT-Climate KIC. Deseamos mostrar un especial agradecimiento a todo el alumnado y profesorado participante, comprometido con la transición hacia la Sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aznar, P. y Ull, M.A. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación*, número extraordinario, 219-237.
- Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, A. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 157-175 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Cebrián, G. y Junyent, M. (2015). Competencies in Education for Sustainable Development: Exploring the Student Teachers' Views. *Sustainability*, 7(3), 2768-2786.
- Collazo, L. y Geli, A. (2017). Avanzar en la educación para la sostenibilidad. Combinación de metodologías para trabajar el pensamiento crítico y autónomo, la reflexión y la capacidad de transformación del sistema. *Revista Iberoamericana de Educación*, 73, 131-154.
- De Rivas, R. (2021) *La Educación Secundaria frente al Cambio Climático y la Sostenibilidad: concepciones del alumnado y propuestas de intervención para la formación del profesorado en el marco de los ODS* [Trabajo Final de Máster, Universitat de València]. <https://roderic.uv.es/handle/10550/80653>
- Elliott, J. (2005). *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata.
- Foster, J. B. y Clark, B. (2012). The planetary emergency. *Monthly Review*, 64(7), 1-25.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future, *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Jaén, M. y Barbudo, P. (2010). Evolución de las percepciones medioambientales de los alumnos de Educación Secundaria en un curso académico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 247-259.
- Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. UNESCO. Círculo de lectores.
- Mayoral, O. y De Rivas, R. (2021). Cambio Climático y Sostenibilidad en las aulas de Secundaria. Una propuesta metodológica. En Cardoso, J.M., Guijarro, J.R. y Maqueda, E. (Ed.), *Reinventando la docencia en el siglo XXI* (289-301). Tirant Humanidades.
- Naciones Unidas (1992). UN Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles. UNESCO
- Taylor, P.C., Taylor, E. y Luitel, B.C. (2012). Multi-paradigmatic Transformative Research as/for Teacher Education: An Integral Perspective. En Fraser, B.J., Tobin, K. y McRobbie, C.J. (Ed.), *Second International Handbook of Science Education* (373- 387). Springer.
- UNESCO (2014). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*, Paris: UNESCO.

- Vidal, M. y Rivera, N. (2007). Investigación-acción. *Educación Médica Superior*, 21(4), 0-0.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado, *Profesorado*, 16 (2), 25-43.
- Vilches, A., Macías, O. y Gil-Pérez, D. (2014). *La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana. Temas clave de reflexión y acción*. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5.
- Worldwatch Institute (1984-2018). *The State of the World*. W.W. Norton.

LÍNEA 1. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

Workshops

El proyecto EduC3: La competencia de Cambio Climático (C3) y el aprendizaje intergeneracional

Camilo Ruiz¹, José Reyes², Beatriz García Fernández², Antonio Mateos Jiménez², Esther Paños Martínez², María Antonia López³, Laura Delgado¹, Santiago Andrés¹, Diego Corrochano¹, Anne Marie Ballegeer¹, Marcia Eugenio Gozalbo³, Olga Mayoral García-Berlanga⁴, Enzo Ferrari¹, Miguel Angel Fuertes¹, Pablo Herrero Teijón¹, Rafael Suárez López³, José Luis Gómez Ramos², Manuel García Piqueras², Vanessa Ortega Quevedo³, Nicolas Vite¹

¹ Universidad de Salamanca

² Universidad de Castilla la Mancha

³ Universidad de Valladolid

⁴ Universidad de Valencia

RESUMEN: El Cambio Climático es la amenaza más seria que afecta a la supervivencia de la humanidad y de los seres vivos de la Tierra. Es un fenómeno complejo cuyo afrontamiento requiere de la activación de conocimientos, habilidades y actitudes. La Educación es una herramienta fundamental para afrontar este desafío y mejorar las estrategias de mitigación y adaptación presentes y futuras, pero existen importantes barreras que deben analizarse y superarse para que pueda cumplir esta función. El proyecto EduC3 propone el estudio de la competencia climática (C3) y de cómo el aprendizaje intergeneracional puede trasladar esta competencia del profesorado al alumnado y a sus familias. En este proyecto participan universidades públicas de Salamanca, Castilla la Mancha, Valladolid y Valencia.

PALABRAS CLAVE: Cambio Climático, Educación para la Sostenibilidad, Aprendizaje intergeneracional.

ABSTRACT: Climate Change is the most severe threat to the survival of humanity and living beings on Earth. It is a complex issue and requires learning knowledge, skills, and attitudes from the education community. Education is a fundamental tool to face this challenge and improve present and future mitigation and adaptation strategies. Still, significant barriers exist to fulfilling this goal. The EduC3 project proposes a study of the C3 climate competence and of how intergenerational learning can transfer this competence from teachers to students and their families. This study involves public universities of Salamanca, Castilla la Mancha, Valladolid and Valencia.

KEYWORDS: Climate Change, Education for Sustainability, Intergenerational Learning.

INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático (CC) es la amenaza más importante para la humanidad y todas las especies que viven en la Tierra. Durante las últimas décadas, el CC antropogénico ha impactado en los ecosistemas naturales y todas las sociedades del planeta con afectaciones en todos los continentes y los océanos (IPCC, 2014). La comunidad

científica coincide y advierte sobre las consecuencias catastróficas de un aumento de las temperaturas por encima de 1,5 grados centígrados, en comparación a los niveles previos a la revolución industrial (IPCC, 2018). La crisis climática requiere respuestas locales y globales, y la intervención a través de estrategias y políticas de mitigación y adaptación tanto informadas como eficientes.

Este cambio en el clima es atribuido de forma inequívoca a la actividad humana, en concreto a la emisión de gases de efecto invernadero por la actividad industrial (IPCC, 2014). Según el consenso científico, la reducción de gases de efecto invernadero es la única estrategia viable que puede minimizar la magnitud de este cambio. El Acuerdo del Clima de París en 2015, firmado por 195 países, estableció como objetivo fundamental la descarbonización de la economía mundial en el año 2050, y planteó una serie de políticas y estrategias para ser implementadas por los gobiernos y las administraciones. Su propósito es limitar las consecuencias del CC luchando contra el origen del problema (la denominada *mitigación*) y reduciendo el impacto de las consecuencias que ya existen o se espera que ocurran (*adaptación*). Además, confirmó como herramientas fundamentales para facilitar los esfuerzos necesarios: la Educación, la capacitación, la concienciación, la participación pública, el acceso a la información y la cooperación en todos los niveles.

Para afrontar este problema de dimensiones globales es necesaria la acción colectiva de todo el mundo, lo que supone un reto enorme para el cual no disponemos de mucho tiempo, puesto que las consecuencias de la inacción serán desastrosas para nuestras sociedades en poco tiempo. La Educación es una de las principales herramientas para lograr movilizar a la sociedad, pero para hacerlo de modo eficaz es necesario estudiar con detalle los mecanismos del aprendizaje en torno al Cambio Climático y las barreras que hay que superar para que éste sea un tema central en la Educación formal.

El proyecto EduC3 que aquí presentamos plantea investigar cómo la Educación puede contribuir a movilizar a las sociedades para que estén preparadas para esta crisis planetaria, y también cómo optimizar esta función.

Organizaciones internacionales como el Foro Económico Mundial, entre otras, advierten sobre las amenazas globales originadas por el CC (Herweijer et al., 2020). La percepción y la concienciación sobre el CC han aumentado recientemente en Europa (Eurostat 2019), y los movimientos sociales liderados por niños y jóvenes (por ejemplo, *Fridays For Future*, *Extinction Rebellion*, *Hope!*, o *Teachers For Future*, entre otros) han surgido en todo el mundo como muestra de una preocupación social creciente y urgente. Sin embargo, en España, otras cuestiones como el paro, la economía, la sanidad y la corrupción han relegado la preocupación por el CC a la 17ª posición (CIS, 2019). La crisis de la COVID-19 y sus problemas asociados también han hecho que el CC esté mucho menos presente en los medios de comunicación, pero su amenaza global sigue siendo relevante y debe ser abordada. Según los informes más recientes del IPCC (2014, 2018, 2021), quedan hasta diez años para evitar los peores escenarios del CC, por lo que es necesaria una intervención urgente antes de que los efectos adversos no tengan solución (González-Gaudiano & Meira-Carrea, 2019).

En consecuencia, debemos encontrar estrategias efectivas para movilizar a la sociedad a través de uno de los principales promotores sociales: la Educación. Está demostrado que las comunidades educadas y conscientes del riesgo del CC están mejor preparadas, son más resilientes, toman mejores decisiones y se movilizan para enfrentar los enormes desafíos de la crisis climática (UNESCO, 2009). Durante los últimos años, hemos observado y reportado con éxito la mejora de la C3 en el profesorado, después de recibir

instrucción específicamente sobre el CC. También hemos observado la correlación entre diferentes aspectos de su proceso de aprendizaje, lo que ha permitido comprender la importancia de esta C3 y la necesidad de incluirla en los planes de estudio de la Educación formal.

El papel de la Educación

El Acuerdo del Clima de París considera la Educación una herramienta fundamental, ya que, para la adaptación y la mitigación del CC, la sociedad necesita un conocimiento específico, habilidades y un cambio de comportamiento que solo se pueden adquirir con las políticas educativas apropiadas (Anderson, 2012; Mochizuk & Bryan, 2015). La incorporación de la ciudadanía a los procesos educativos en materia climática contribuye a la creación de una conciencia ambiental sólida en todos los estratos de edad y en el incremento del conocimiento sobre las causas y consecuencias de la crisis climática. En este sentido, desde el ámbito educativo se hace necesario aportar a la ciudadanía no sólo conocimientos, sino también instrumentos y mecanismos para identificar los aspectos relacionados con la problemática y aportar posibles soluciones. La Educación científica se considera desde hace mucho una herramienta imprescindible para enfrentar con éxito los grandes desafíos mundiales, porque puede influir en los hábitos de la sociedad y en las relaciones sociales, culturales y económicas (Sharma, 2012). La Educación del Cambio Climático (ECC) debería promover el pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de capacidades para actuar, es decir, tomar las medidas adecuadas para responder al CC (Stevenson, Nicholls & Whitehouse, 2017).

A pesar de dicho reconocimiento, no existe una estrategia clara de cómo implementar la Educación para el Cambio Climático de manera efectiva. En este proyecto planteamos como concepto central la *competencia de cambio climático* o *competencia climática*, de modo que encaje en el actual modelo de enseñanza-aprendizaje por competencias (Delors, 1997; Consejo Europeo, 2000), y pueda introducirse en la Educación formal. La C3 se fundamenta en las siguientes tres dimensiones:

- Aprender a conocer (dimensión del conocimiento): el conocimiento de la ciencia del CC es fundamental para comprender la naturaleza, la complejidad y la magnitud del problema, y fomentar el pensamiento crítico de los ciudadanos.
- Aprender a hacer (dimensión de las habilidades): la adaptación y mitigación necesitan habilidades de pensamiento crítico para afrontar con éxito el problema y conseguir la capacidad de influir en el entorno y la sociedad como profesionales cualificados y preparados.
- Aprender a ser (dimensión de las actitudes): contempla la creación de conciencia y todas las habilidades necesarias para poder actuar con autonomía, juicio y responsabilidad.

Por lo tanto, la C3 tiene como objetivo principal desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes que formen una ciudadanía crítica y con capacidades de enfrentarse a los retos que plantea y planteará, de forma creciente, el CC. Durante los últimos años, hemos observado y reportado con éxito la mejora de la Competencia Climática (C3) en grupos de profesores después de aprender sobre el CC. También hemos observado la correlación entre diferentes aspectos de su proceso de aprendizaje lo que ha permitido comprender la importancia de esta C3 y la necesidad de incluirla en los planes de estudio de la Educación reglada.

Mediante este proyecto, nuestro objetivo es diseñar, implementar y evaluar estrategias educativas innovadoras para mejorar la Competencia frente al Cambio Climático (C3), sobre la base del trabajo llevado a cabo en los últimos años por parte de los diferentes grupos de investigación integrados en el EduC3. La población objetivo es el profesorado, el alumnado, sus familias y las comunidades del entorno de los centros educativos (especialmente los vinculados a la red de centros educativos AGENDA21 en España). El objetivo nuclear del proyecto es realizar un análisis longitudinal para medir la eficacia de las intervenciones educativas diseñadas para construir una reacción en cadena entre la tríada profesorado-alumnado-familias a través del Aprendizaje Intergeneracional de Niños a Padres (CPIL, por sus siglas en inglés). La estrategia pedagógica que proponemos está diseñada para maximizar los recursos invertidos y producir un impacto duradero en las comunidades formadas, empleando herramientas de evaluación innovadoras para obtener resultados.

El Aprendizaje Intergeneracional (Intergenerational Learning) y la Educación del Cambio Climático (ECC)

Además de niños y jóvenes, la ECC reconoce la necesidad de considerar a la población adulta, puesto que es la responsable de tomar las decisiones actuales que a su vez afectarán a futuras generaciones. Pero existen numerosas barreras e inconvenientes al desarrollo de programas educativos en este segmento de la sociedad. Por ejemplo, hay pocas instituciones en las que los adultos pueden formar parte de un público potencial para un programa educativo. Además, disponen de poco tiempo libre, y la financiación y los recursos necesarios para desarrollar un plan de formación para adultos suelen ser bastante limitados.

Por eso se hace necesario aprovechar otro tipo de oportunidades para poder influir en los conocimientos, actitudes y comportamientos de los adultos frente al CC, como es el *Aprendizaje Intergeneracional*. Se ha evidenciado ampliamente en la literatura cómo los jóvenes pueden influir en las opiniones de los adultos en diferentes aspectos: consumo, uso de nuevas tecnologías, orientación sexual o Educación ambiental (Lawson et al., 2018). Sin embargo, esta estrategia ha sido escasamente estudiada hasta el momento en la ECC. Únicamente destaca el trabajo de Lawson et al. (2018) en el que demostraron cómo a través del Aprendizaje Intergeneracional, los jóvenes pueden influir de manera positiva en las actitudes de los padres hacia el problema del CC, y especialmente sobre aquellos más reacios y conservadores ante el problema.

METODOLOGÍA

El proyecto EduC3 propone una metodología basada en actuar sobre la formación de los profesores para mejorar su C3. Después se establece un trabajo de creación y adaptación de materiales para que puedan incorporar esta competencia en la Educación de sus estudiantes. La metodología prevé el uso de un instrumento para medir la C3 en profesores, alumnos y familias que nos permitirá saber en qué medida el aprendizaje intergeneracional es una buena ruta para llegar a la comunidad escolar y movilizar a la sociedad en la escala que requiere este importante problema (Figura 1).

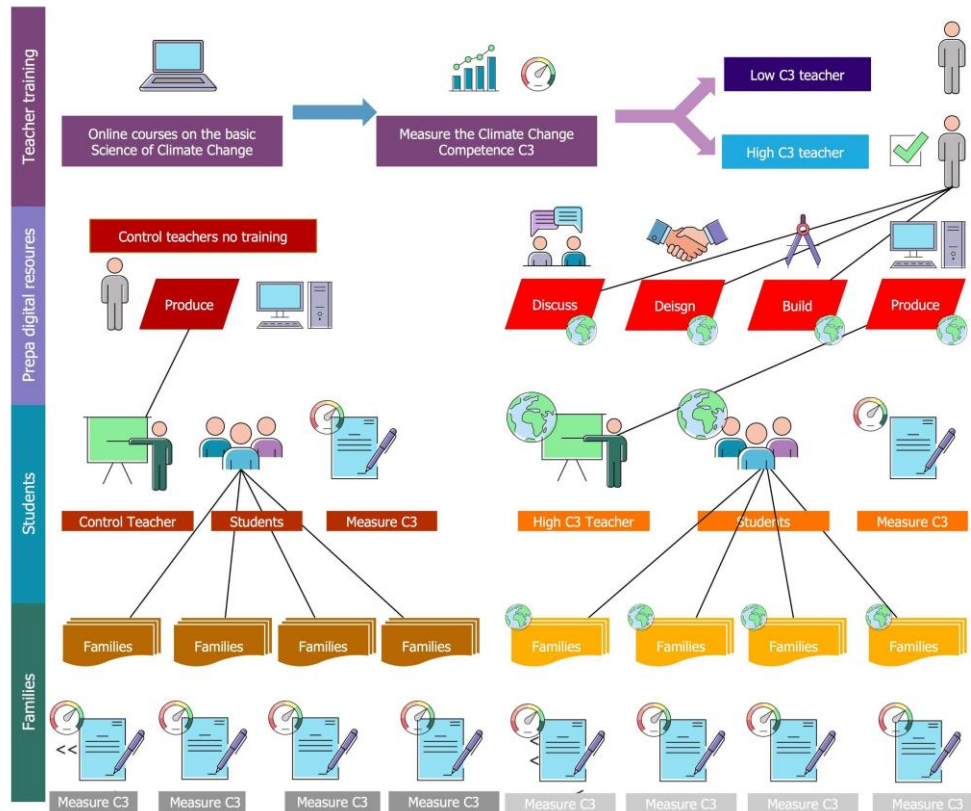


Figura 1. Metodología para la evaluación de la Competencia Climática (C3).
Elaboración propia.

La metodología incluye también el estudio del currículo vigente para adaptarlo a los contenidos que requiere el desarrollo de la C3, trabajaremos también en nuevos proyectos de formación docente y estudios de la competencia en profesores en formación.

La implementación y recogida de datos empíricos se hará en diferentes centros de Castilla y León, Castilla la Mancha y Comunidad Valenciana y esperamos poder medir también su evolución temporal (Figura 2). Además y como importante novedad metodológica, usaremos un mapa de vulnerabilidad climática para identificar cómo afecta al desarrollo de la Competencia Climática en las diferentes regiones que engloba nuestro estudio.

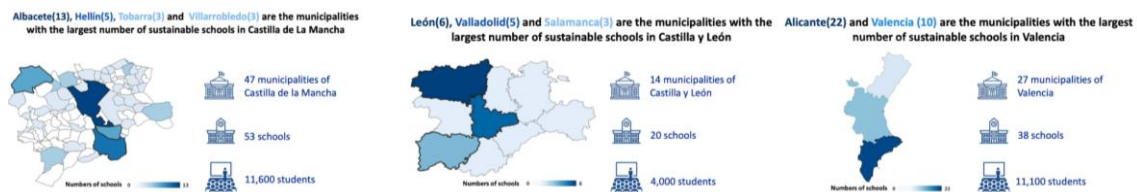


Figura 2. Regiones donde se realizará el proyecto. Elaboración propia.

RESULTADOS ESPERADOS

El proyecto de investigación, en el que participan la Universidad de Salamanca, Universidad de Castilla la Mancha, Universidad de Valladolid y Universitat de València cuenta con más de 24 investigadores y comenzó en septiembre de 2021 y continuará hasta septiembre de 2025 es uno de los primeros en España en estudiar la interacción entre Cambio Climático y Educación.

El proyecto aspira a estudiar el grado de adaptación de la actual ley de Educación (LOMLOE) a los objetivos de la C3. Desarrollaremos una serie de cursos de formación en temas relacionados con el CC (biodiversidad, alimentación y Educación, etc.) que nos permitirán abordar desde una perspectiva científica y optimista, la formación del profesorado. Nuestra metodología nos permitirá observar la eficacia y el impacto de la formación del profesorado en la comunidad escolar que incluye a los alumnos y sus familias. Estas observaciones serán muy útiles para mejorar los diagnósticos referentes al estado actual de la comunidad escolar a este respecto y la importancia de las tres dimensiones de la competencia para lograr una Educación que permita movilizar a la sociedad frente a este problema.

Este proyecto está financiado por la Agencia Española de Investigación y el Ministerio de Ciencia e Innovación con las ayudas correspondientes a la convocatoria 2020 de «proyectos de i+d+i» en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de i+d+i y de i+d+i orientada a los retos de la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de referencia PID2020-114358RB-I00 y título “Educación para el cambio climático y la sostenibilidad, un estudio longitudinal del aprendizaje intergeneracional”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, A. (2012). *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), 191-206.
- Delors, J., Al Mufti, I., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Padrón Quero, M., Savané, M. A., Singh, K., Stavenhagen, R., Won Suhr, M., & Stavenhagen, R. (1997). *La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno*. UNESCO.
- González-Gaudiano, E. J., & Meira-Carrea, P. Á. (2019). *The Journal of Environmental Education*, 50(4-6), 386-402.
- Herweijer, C., Combes, B., Gawel, A., Larsen, A. E., Davies, M., Wrigley, J., & Donnelly, M. (2020). *Unlocking technology for the Global Goals*. In World Economic Forum, PwC.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, R. K. Pachauri, & L. A. Meyer (Eds.). Geneva: IPCC.
- IPCC (2018). *Summary for Policymakers*. In: *Global Warming of 1.5°C*. In V. Masson-Delmotte et al. (Eds.). In Press.
- Lawson, D. F., Stevenson, K. T., Peterson, M. N., Carrier, S. J., Strnad, R. L., & Seekamp, E. (2019). *Nature Climate Change*, 9(6), 458-462.
- UNESCO (2009). *Conferencia Mundial de la UNESCO sobre la Educación del Desarrollo Sostenible: Declaración de Bonn*. Accessed 7th December 2020.

Identificación de Contextos Científicos en la Sociedad. Herramientas para docentes y ciudadanos

Ángel Ezquerro¹, José Eduardo Vílchez², Remo Fernández Carro³, Beatriz Pérez-Bueno², Marta Ceballos Aranda², Marta Reina Vázquez², Mercedes Ruiz Pastrana⁴, Sandra Laso Salvador⁴, María Antonia López-Luengo⁴, José Miguel Vílchez-González⁵, Sonia Pamplona¹, Rafael Campillos¹, Sergio Marin¹, Federico Agen¹

¹ Universidad Complutense de Madrid. angelezq@ucm.es, spamplon@ucm.es, rcampillos@ucm.es, smarines@ucm.es,

² Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla). jvilchez@ceuandalucia.es, bperez@ceuandalucia.es; mceballos@ceuandalucia.es, mreina@ceuandalucia.es

³ Universidad de Castilla - La Mancha. JoseRemo.Fernandez@uclm.es

⁴ Universidad de Valladolid. mercedes.ruiz@uva.es, sandra.laso@uva.es, mlopez.uva@gmail.com

⁵ Universidad de Granada. jmvilchez@ugr.es

RESUMEN: Los conocimientos *de* y *sobre* la ciencia que la ciudadanía necesita para actuar en contextos cotidianos son conocidos como alfabetización científica, y constituyen uno de los objetivos de la educación. Sin embargo, no parece sencillo determinar cuáles son los niveles deseables; ni siquiera hay consenso sobre qué y cómo establecer estos niveles. En el proyecto presentado aquí, nos propusimos inicialmente: (1) desarrollar herramientas metodológicas para ayudar a docentes y ciudadanos a identificar la ciencia presente en contextos sociales; (2) acompañar a los futuros docentes en su indagación sobre estos escenarios con contenidos científicos; (3) promover el desarrollo de propuestas educativas que vinculen el aula con estos entornos; (4) implementar estos diseños en las prácticas en los centros educativos y en las actividades del MNCN-CSIC; y (5) analizar todo el proceso y el efecto económico de estos contenidos.

PALABRAS CLAVE: Formación Profesorado, Alfabetización Científica, Formación Ciudadana, Divulgación Ciencia, Didáctica de las Ciencias.

ABSTRACT: The knowledges *of* and *about* science that citizenry need to behave in everyday contexts are known as scientific literacy and constitute one of the goals of education. However, it does not seem easy to establish which are the desirable levels of scientific literacy; in fact, there is not a consensus about what and how to set these levels. In the project we present here, we proposed: (1) develop methodological tools to help teachers and citizens to identify contexts of science in society; (2) to support future teachers in their inquiry into the scenarios of daily life with scientific content; (3) promoting the development of educational proposals to link the classroom with these social contexts; (4) to implement these designs both in schools and in the MNCN-CSIC; and (5) to analyse the whole process and the economic effect of these contents.

KEYWORDS: Teachers Training, Scientific Literacy, Citizen Education, Science Popularization, Didactics of Science.

ANTECEDENTES

Los miembros del proyecto pertenecemos, en su mayoría, al Grupo de Investigación Neurodidáctica, Ciencia y Sociedad (<https://ncs.ucm.es/>), que reúne investigadores de la Universidad Complutense de Madrid, el Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla), la Universidad Castilla-La Mancha, la Universidad de Valladolid y el Museo Nacional Ciencias Naturales-CSIC. En los últimos años, nos hemos centrado en el estudio de la formación de los futuros profesores, en la identificación de contenidos de ciencia en la realidad cotidiana y en la neurodidáctica.

Respecto a la formación del profesorado, hemos detectado cierta progresión desde una enseñanza centrada en los contenidos de la disciplina a otra más centrada en los alumnos y sus necesidades (De Juanas, Ezquerra & Martín del Pozo, 2016).

Respecto a la ciencia presente en la sociedad, nos encontramos con memorándums en organismos multilaterales como la UNESCO (1999) o la Unión Europea (EC, 2005; EU, 2007), evaluaciones internacionales como PISA (OCDE, 2008) o el Eurobarómetro (EC, 2013); y también trabajos como el informe ENCIENDE (COSCE, 2011) o como las oleadas sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología de la FECYT (2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 y 2015). El interés plasmado en estos informes también se recoge en los marcos legislativos de casi todos los currículos escolares europeos que se han venido sucediendo a lo largo de los últimos años (COSCE, 2011).

En esta línea se han detectado serias dificultades para determinar qué conocimientos de ciencia tienen o deberían tener los ciudadanos, cómo y dónde actualizarlos, qué agentes intervienen o deberían intervenir en estos procesos, etc. (Ezquerra y Magaña, 2017; Ezquerra, Fernández-Sánchez, Magaña y Mingo, 2017; Ezquerra, Fernández-Sánchez, Martín Garrido y Magaña, 2017; Ezquerra, Fernández-Sánchez y Magaña, 2015; Ezquerra y Fernández-Sánchez, 2014).

En definitiva, se ha detectado una llamativa falta de vinculación entre los aprendizajes escolares y las necesidades de la ciudadanía. Naturalmente, la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) se ha preocupado de estas cuestiones y se han planteado varios enfoques, como el propuesto por “Ciencia, Tecnología y Sociedad” (Solomon & Aikenhead, 1994) o la “comprensión pública de las ciencias” (Fensham, 1985). Así, se considera que estos conocimientos conforman una parte fundamental de nuestra cultura (Garmendia & Guisasola, 2015). Sin embargo, no parece existir consenso sobre cuáles deben ser estos saberes, cómo seleccionarlos o cómo trabajarlos; aunque si es posible encontrar convergencia en algunos aspectos.

Por todo esto, pensamos que es enormemente útil para la formación del profesorado y para la alfabetización científica de la población investigar la progresión del conocimiento de los futuros docentes cuando participan en un curso para aprender a enseñar la ciencia presente en la sociedad y los efectos sociales y económicos de estos procesos sobre la ciudadanía. Con esta idea se presentó el proyecto IDENTIFICACIÓN DE CONTEXTOS CIENTÍFICOS EN LA SOCIEDAD. HERRAMIENTAS PARA DOCENTES Y CIUDADANOS (SCIxSOC) (RTI2018-094303-A-I00). Ministerio de Economía y Competitividad, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2018.

OBJETIVOS

Como continuación de los trabajos llevados a cabo por el grupo, planteamos dos grandes tipos de objetivos con sus correspondientes tareas:

Respecto a los estudiantes de Magisterio y Máster de Secundaria:

- **Objetivo:** Analizar cómo el alumnado responde en una situación basada en la indagación de problemas socio-científicos (Chiappetta & Adams, 2004; Rivero, del Pozo, Solís, Azcárate & Porlán, 2017). **Tarea:** Trabajar con nuestros estudiantes en la identificación de contextos sociales con contenidos científico-tecnológicos (Ezquerria, De Juanas & Martín del Pozo, 2015). Se ha desarrollado entre 80 % y 100 %.
- **Objetivo:** Analizar la progresión de conocimiento profesional producido en nuestros futuros docentes al analizar, plantear y situarse en una enseñanza basada en la indagación (Chiappetta & Adams, 2004; Rivero et al., 2017). **Tarea:** Acompañar a nuestros estudiantes en el diseño de propuestas educativas basadas en la indagación (De Juanas, Ezquerria & Martín del Pozo, 2016). Desarrollado 80 %.
- **Objetivo:** Analizar las posibles repercusiones formativas y laborales que se pueden plantear en nuestros estudiantes bajo esta perspectiva de instrucción basada en la indagación y más cercana a la realidad social. **Tarea:** Coordinar la participación de nuestros estudiantes en las actividades del MNCN-CSIC. Los talleres serán desarrollados con las escuelas y con el público familiar que visita el Museo (López García-Gallo, 2015). Con esto también se pretende valorar el efecto laboral de estas iniciativas sobre los estudiantes del grado de magisterio y el máster de secundaria. Desarrollado entre 10% y 30 %.

Respecto al análisis de la alfabetización científica de la población:

- **Objetivo:** Identificar la ciencia presente en la sociedad desde distintos puntos de vista (Ezquerria et al., 2017). La intención es poder triangular los resultados de distintos análisis sobre la ciencia presente en la sociedad. **Tarea:** Diseñar herramientas metodológicas para facilitar el análisis de la ciencia presente en la sociedad (Ezquerria & Magaña, 2017). Desarrollado entre 90 % - 100 %.
- **Objetivo:** Analizar la repercusión social y económica de las propuestas educativas. Por ejemplo: si se plantea una propuesta sobre las bases científico-técnicas de la depuración del agua, se analizará que efectos económico-sociales tendrá que los alumnos adquieran estos conocimientos (Ezquerria, Fernández-Sánchez & Magaña, 2015; Bornmann, 2013; 2012). **Tarea:** Incorporar una valoración socioeconómica a las propuestas educativas planteadas por los futuros docentes (Herrmann-Abell & DeBoer, 2018; Liu & Boone, 2006). Desarrollado 0%. Este objetivo fue abandonado por los problemas derivados de la pandemia.
- **Objetivo:** Analizar las repercusiones sociales de este tipo de iniciativas para los asistentes a los talleres del MNCN (López García-Gallo, 2015) y considerar el permeado social que pueden generar estas actividades (Castellanos, 2008). **Tarea:** Planificar junto al MNCN la creación de talleres sobre cuestiones socio-científicas. Se plantean actividades como parte de la programación educativa del Museo. Desarrollado 20%.

Ante la situación derivada de la pandemia, reordenamos algunos de los objetivos e incorporamos otros.

PRINCIPALES RESULTADOS

En conexión con los objetivos marcados y bajo las circunstancias sanitarias acaecidas hemos podido alcanzar los siguientes resultados:

- Desarrollar el Curso Aprendiendo a Buscar Ciencia en la Sociedad SCIXSOC (Science for Society) en cinco universidades con más de 700 estudiantes docentes en formación. Este trabajo nos ha permitido elaborar un libro sobre cómo aprender a buscar ciencia en la sociedad (Ezquerro, Fernández-Carro, Vílchez, J.E., Vílchez, J.M., 2021). Vílchez, J. M. et al., 2021).
- Identificar las tendencias, la percepción y la actitud hacia la ciencia en docentes en formación (Ezquerro, et al., 2019; Fernández-Carro et al., 2021).
- Analizar ideas y evolución del profesorado en formación sobre cómo utilizar ciencia en contexto en clase (Vílchez, J. M. et al., 2021; López-Luengo et al., 2021; Rodríguez-Arteche et al., 2021; Marin et al., 2021; Laso et al., 2021).
- Desarrollar y aplicar un análisis paramétrico de las emociones en los procesos de aprendizaje de las ciencias a través del software de reconocimiento facial Imotions® a la investigación en DCE (Agen, Ezquerro-Romano y Ezquerro, 2021).
- Desarrollar una patente para su aplicación en la investigación en DCE. El dispositivo *TERMOSENSIMETRO* (Número Patente Nacional: 202030815) permite recoger las sensaciones térmicas y conectarlas con las concepciones sobre calor y temperatura. (Campillejo et al., 2021).
- Instalar un laboratorio de neurodidáctica en la UCM.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Proyecto IDENTIFICACIÓN DE CONTEXTOS CIENTÍFICOS EN LA SOCIEDAD. HERRAMIENTAS PARA DOCENTES Y CIUDADANOS (SCIXSOC) RTI2018-094303-A-I00 del Ministerio de Economía y Competitividad, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2018 (2019-21).

REFERENCIAS

- Agen, F.; Ezquerro-Romano, I., Ezquerro, A. (2021). Preliminary results of a parametric analysis of emotions in a learning process in science. 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021). August 30th to September 3rd, 2021. University of Minho (Braga, Portugal).
- Bornmann, L. (2012). Measuring the societal impact of research. *EMBO reports* 13(8), 673-676.
- Bornmann, L. (2013). What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(2), 217-233. doi: 0.1002/asi
- Campillos, R., Ezquerro-Romano, I., Rodríguez-Arteche, I., Marin, S., Ezquerro, A. (2021). Measuring our own temperature scale(s). From thermal sensations to thermal concepts. 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021). August 30th to September 3rd, 2021. University of Minho (Braga, Portugal).
- Castellanos, P. (2008). Los museos de ciencias y el consumo cultural: una Mirada
- Chiappetta, E. L., & Adams, A. D. (2004). Inquiry-based instruction. *The Science Teacher*, 71(2), 46.
- COSCE (2011). Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas de España. Madrid: Rubes Ed.

- De Juanas, A.; Ezquerro, A.; Martín del Pozo, R. (2016). Methodological trends in teachers who train primary and secondary teachers. *Rev. Bras. Educ.*, 21(65) 391-408.
- EC, European Commission (2005). *Europeans, Science and Technology Special Eurobarometer 224/Wave 63.1*
- EC, European Commission (2013). *EUROBAROMETER: “Responsibly Research and Innovation (RRI), Science & Technology”*, Special Eurobarometer 401, Brussels, EC.
- EU, European Union (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels, European Commission.
- Ezquerro, A., Fernández-Carro, R., Vílchez, J.E., Vílchez, J.M. (2021). *Aprendiendo a Buscar Ciencia en la Sociedad. Recursos Didácticos para el Profesorado*. Ediciones Pirámide. ISBN: 978-84-368-4586-0.
- Ezquerro, A., Mafokozi, J., Gómez-Campillejo, A., Benítez y Morcillo, J. G. (2019). Tendencias de las investigaciones sobre la ciencia presente en la sociedad: una revisión sistemática. *Enseñanzas de las Ciencias*, 37(3), 31-47. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2727>
- Ezquerro, A.; De Juanas, A.; Martín del Pozo, R. (2015). Estudio sobre las actividades llevadas a cabo en la práctica docente universitaria para la formación inicial del profesorado de Primaria y Secundaria. *Rev. Profesorado y Currículum*, 19 (1) 330-345.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 275-289.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B.; Magaña, M. (2015). Qué contenidos científicos proponen los partidos políticos y su repercusión en la alfabetización científica de la ciudadanía. Estudio sobre el tópico “energía”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 491-507.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B.; Magaña, M.; Mingo, B. (2017). Analysis of scientific contents of household cleaning products’ labelling and its language implications. *Journal of Turkish Science Education*, 14(1) 73-88.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B.; Martín Garrido, M.; Magaña, M. (2017). Analysis of scientific content on labels and their educational implications: the case of clothing. *Journal of Science Education*, 18(2) 75-80.
- Ezquerro, A.; Magaña, M. (2017). Identificación de contextos tecnocientíficos en el entorno del ciudadano: estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 645-650.
- FECYT (2003); (2005); (2007); (2009); (2011); (2013); (2015). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Fensham, P.J. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17, 415-
- Fernández-Carro, R., Benítez, A. E., Vílchez, J. E., Ceballos, M., Reina, M., y Ezquerro, A. (2021). Alfabetización científica de los estudiantes de Educación en España. En 29 Encuentros de Didáctica de las CC. Experimentales (pp. 1271-1278). Córdoba, Universidad de Córdoba y APICE.
- Garmendia, M., & Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live!. *R. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2).
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2018). Investigating a learning progression for energy ideas from upper elementary through high school. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 68-93. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2727>
- Laso, S, Ruiz Pastrana, M., López Luengo, M.A., Fernández Carro, R., Beneitez, A.E., Ezquerro, A. (2021). Priority matters to be researched according to trainee primary education teachers. Preliminary results. 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021). August 30th to September 3rd, 2021. University of Minho (Braga, Portugal).
- Liu, X., & Boone, W. J. (2006). Introduction to Rasch measurement in science education. In X. Liu, & W. J. Boone (Eds.), *Applications of Rasch measurement in science education* (pp. 1–22). Maple Grove, MN: JAMPRESS.
- López García-Gallo, P. (2015). Los programas públicos del MNCN. Propuestas didácticas de divulgación científica para dinamizar el Museo. *Revista de museología*, 64.

- López-Luengo, M.A., Laso-Salvador, S., Ruiz-Pastrana, M., Fernández-Carro, R., Ezquerra, A. (2021) ¿Cuál es la visión de los futuros docentes sobre los temas importantes para la investigación científica? 11º Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Lisboa (virtual) 7 al 10 de septiembre, 2021.
- Marin, S., Campillos, R., Vílchez, J. E., Benítez, A. E., y Ezquerra, A. (2021). Presencia del tema nutrición y alimentación en revistas españolas de didáctica de las ciencias experimentales. 11º Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Lisboa (virtual) 7 al 10 de septiembre, 2021.
- OCDE (2008). Informe PISA 2006, Competencias científicas para el mundo del mañana. Madrid: Santillana.
- Rivero, A., del Pozo, R. M., Solís, E., Azcárate, P., & Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(1), 29-52.
- Rodríguez-Arteche, I., Fernández-Sánchez, B., Barcenas, A., Laso, S., Campillos, R., Ezquerra, A. (2021). Science in society from a classroom perspective: reflections from future secondary school teachers. 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021). August 30th to September 3rd, 2021. University of Minho (Braga, Portugal).
- Solomon, J., & Aikenhead, G.S. (Eds.) (1994). *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- UNESCO (1999). Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Adoptada por la Conferencia mundial sobre la ciencia el 1º de julio de 1999, Budapest, Hungría.
- Vílchez, J. M., Fernández-Carro, J. R., López-Luengo, M. A., Ruiz-Pastrana, M., Ceballos, M., Pérez-Bueno, B., Reina, M., Beneitez, A. E., de la Fuente, A., Fernández-Sánchez, B., Bárcena, A.I., López-García-Gallo, P., Ezquerra, A., (2021). Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Diseño, estructura e implementación de un curso formativo para futuros docentes. 29 Encuentros de Didáctica de las CC. Experimentales. Córdoba, Universidad de Córdoba y APICE.
- Vílchez, J. M., Vílchez, J. E., Benítez, A. E., Fernández-Carro, R., y Ezquerra, A. (2021). Análisis de las progresiones de las propuestas sobre la ciencia presente en la sociedad en un grupo de maestros en formación inicial. 29 Encuentros de Didáctica de las CC. Experimentales. Córdoba, Universidad de Córdoba y APICE.

MOST: alfabetización científica y educación para la sostenibilidad a través de Proyectos de Escuela Abierta

Marta Romero Ariza¹, Ana María Abril Gallego, Antonio Quesada, María Martín-Peciña

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Jaén, 23071, Jaén (España).

mromero@ujaen.es.

RESUMEN: El proyecto MOST, financiado por la Unión Europea, busca apoyar al estudiantado y a la ciudadanía a desarrollar su conocimiento sobre ciencia, habilidades transversales y competencias en el trabajo científico, con el objetivo general de aumentar el número de personas dedicadas a la ciencia en Europa. Para ello, un consorcio de 23 socios de 10 países europeos propone implementar Proyectos de Escuela Abierta (PrEA) en las aulas. Los PrEA abordan problemáticas locales con implicaciones medioambientales estableciendo puentes entre escuela, sociedad, investigación y empresa para la co-construcción de soluciones fomentando un aprendizaje contextualizado y significativo que promueve una ciudadanía ambiental, alfabetizada científicamente y comprometida. En el proyecto se analiza la experiencia del profesorado implicado y el efecto de los PrEA en la valoración de la ciencia, el interés por aprender, la conciencia ambiental y la alfabetización científica del alumnado. Aquí se presenta el proyecto y la experiencia desarrollada hasta el momento.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización científica, Conciencia de Sostenibilidad, Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje-servicio.

ABSTRACT: The MOST project, funded by the European Union, aims to help students and citizens to develop their knowledge about science, transversal skills and competencies in scientific work, increasing the number of people engaged in science in Europe as general objective. To achieve this, a consortium of 23 partners from 10 European countries developed the idea of promoting “School Community Projects” (SCP) in classrooms. SCPs address local problems with environmental implications building bridges between schools, society, research and industry to co-create sustainable solutions. This approach provides situated meaningful learning and promotes environmental citizenship, scientific literacy and citizens’ and active engagement and commitment. The project supports research on how the process is experienced by the participating teachers’ and the impact of SCP on students’ perceived relevance, their interest in learning and the effect on their sustainability consciousness and scientific literacy. This paper presents the project and the work carried out so far.

KEYWORDS: Scientific Literacy, Sustainability Consciousness, Project-Based Learning, Service Learning.

INTRODUCCIÓN

El proyecto europeo MOST (Meaningful Open Schooling connects schools to communities; <https://icse.eu/international-projects/most/>; <https://most-spain.eu/>) surge en respuesta a la detección de un problema que es general en toda Europa, el descenso en el interés del alumnado (especialmente en chicas) por carreras científicas (Archer et al., 2013; STEM Alliance, 2017). Este hecho, especialmente en una sociedad que cada vez

depende más de las soluciones que aporta la ciencia, es de vital importancia y es imprescindible abordarlo. Así pues, MOST encara esta situación desde la educación formal, abordando las siguientes necesidades en la enseñanza de las ciencias:

1. Conseguir una innovación educativa basada en evidencias que garantice el efecto positivo sobre el aprendizaje y la consecución de los resultados de aprendizaje esperados.
2. Conectar lo que se aprende en los centros educativos con lo que necesitan las personas para entender el mundo y desenvolverse satisfactoriamente en él.
3. Convertir los centros educativos en motores de transformación social.
4. Construir puentes entre distintos colectivos (escuelas, familias, investigación, administración y empresa) para trabajar por la consecución de objetivos comunes.

El consorcio que aborda estas necesidades a través de MOST está compuesto por equipos de investigación (Universidades) y entidades (ministeriales, empresas, museos, etc.) de Alemania (país coordinador), Austria, República Checa, Lituania, Malta, Holanda, Noruega, Suecia, Turquía y España; así, por ejemplo, en España participan como socios la Universidad de Jaén y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas a través del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El proyecto que aquí se presenta, y vistas las necesidades detectadas, tiene como objetivo ayudar al estudiantado y a la ciudadanía europea a desarrollar su conocimiento sobre ciencia, sostenibilidad, habilidades transversales y competencias en el trabajo científico, fomentando así que los/las participantes sigan carreras científicas, lo que, a medio y largo plazo, aumentará el número de científicos/as en Europa. Para lograr esto se propone una idea de trabajo por Proyectos de Escuela Abierta (PrEA o SCP de las siglas en inglés de School Community Projects) en la educación formal.

En concreto, los PrEA son acciones educativas orientadas al trabajo por proyectos y a la resolución de problemas, con la peculiaridad de estar diseñados, además, para generar un beneficio tangible en la comunidad, la cual debe de participar en el diseño de la cuestión a investigar y mejorar. Es esencial que los agentes sociales intervengan en su diseño, no solo participando en lo que se les solicite desde la educación formal, sino co-creando y siendo pieza clave en el diseño desde el momento inicial (Escobar, 2011). En la Figura 1 se muestra un esquema de todos los actores y factores que participan en el diseño de un PrEA.

El proyecto parte de la idea de la formación del profesorado como pilar principal para que una metodología didáctica prospere en el aula. La formación en metodologías inclusivas y con repercusión social como los PrEAs presenta multitud de aspectos beneficiosos en los/las docentes que la experimentan. A este respecto, en Bravo Lucas y otros (2020) se indica que ayuda a desarrollar una visión más realista de la profesión, mayor sensibilidad y tolerancia hacia las necesidades de su alumnado, mejor entendimiento social y emocional del mismo, desarrollo en la capacidad de liderazgo, comunicación entre docentes y reflexión crítica acerca de sus propios pensamientos y prácticas. García y Cotrina (2015) aseguran que, en el plano metacognitivo, estas metodologías en la formación de docentes les hace pensar en la educación como una actividad ética, lo que fomenta una mejora de su visión sobre la profesión docente.

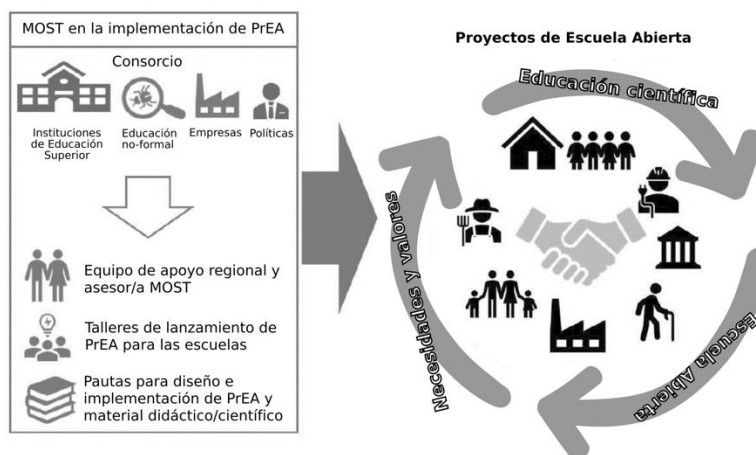


Figura 1. Esquema del sistema implicado en el diseño e implementación de un PrEA. Figura basada en la propuesta por el proyecto MOST, H2020 Ref. 871155.

Desde el punto de vista metodológico, los PrEA se fundamentan en principios de diseño para garantizar un aprendizaje contextualizado y relevante, la conciencia de sostenibilidad y el desarrollo actitudinal y competencial de una ciudadanía ambiental y alfabetizada científicamente (Ariza et al., 2021a, 2021b). Entendemos que la educación para una ciudadanía ambiental es una línea estratégica de formación, imprescindible para la sociedad actual por lo que el conocimiento de los problemas medioambientales, el desarrollo de una conciencia crítica y la capacidad de actuar en consecuencia son competencias clave para afrontar la crisis climática que actualmente vivimos.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En base a todo lo anterior, el Proyecto MOST se plantea las siguientes preguntas concretas de investigación:

- ¿Cuáles son las características esenciales de un buen PrEA y cuáles son las barreras que se encuentran para su correcta implementación?
- ¿Cómo se percibe la experiencia de trabajar con PrEA entre los/las participantes?
- ¿Cómo afectan los PrEA en las actitudes y creencias del estudiantado sobre la ciencia, las carreras científicas o cómo perciben la relevancia de la ciencia o de la educación científica?
- ¿Cómo afectan los PrEA a la alfabetización científica de los/las estudiantes, en concreto aquella relacionada con el medioambiente?
- ¿Cuál es el efecto de los PrEA sobre la conciencia de sostenibilidad del alumnado?

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es de tipo mixto cuantitativos y cualitativos, de manera que se obtenga una imagen rica, combinando así las fortalezas de ambas aproximaciones y minimizando las debilidades (Creswell y Plano Clark, 2011; Yin, 2009).

Se han desarrollado cuestionarios específicos para los grupos diana, en concreto pretest y postest para estudiantes y postest para docentes, así como un conjunto de instrumentos para analizar los estudios de casos. Los cuestionarios de los/las estudiantes se han diseñado para evaluar el impacto del proyecto sobre su alfabetización científica, su

conciencia ambiental, su percepción en cuanto a relevancia y sus actitudes hacia la ciencia y las carreras científicas; así mismo, se evaluará el impacto del proyecto en la conciencia de los/las participantes con respecto a los desafíos ambientales y su papel en la búsqueda de soluciones. Por su parte, los cuestionarios para docentes se centran en analizar, una vez experimentada la implementación del PrEA, su nivel de autoeficacia en el proceso, la dependencia del contexto en el que se encuentran, sus expectativas de éxito, su percepción de relevancia, los obstáculos encontrados y su sensación de ansiedad o disfrute en el desarrollo de los proyectos. Todos los cuestionarios han sido validados por expertos para determinar su grado de validez. Los resultados preliminares de pilotaje para validación estadística también fueron satisfactorios.

Las plantillas para los estudios de casos incluyen cuestiones básicas y guías para recoger las evidencias a analizar, así como protocolos para las entrevistas en grupo de los grupos diana (docentes, directores/as de Centro, miembros de la comunidad, etc.). La recogida de evidencias de los estudios de casos de todos los países (tres casos por país) nos dará una imagen de cómo se desarrollan los PrEA en una gran variedad de contextos. En conjunto, se espera que a lo largo de la vida del proyecto se implementen al menos 60 PrEA por país (20 en la primera ronda y 40 en la segunda ronda de implementación), implicando un mínimo de 60 docentes, 600 estudiantes y 300 agentes externos.

RESULTADOS

En la Figura 2 se resumen todas las acciones que se llevarán a cabo a lo largo del proyecto MOST que, se prolongará hasta el mes de agosto de 2023. De izquierda a derecha se muestran los dos ciclos que se desarrollarán, y en cada uno se incluyen una fase de preparación, otra de implementación y una fase de evaluación.

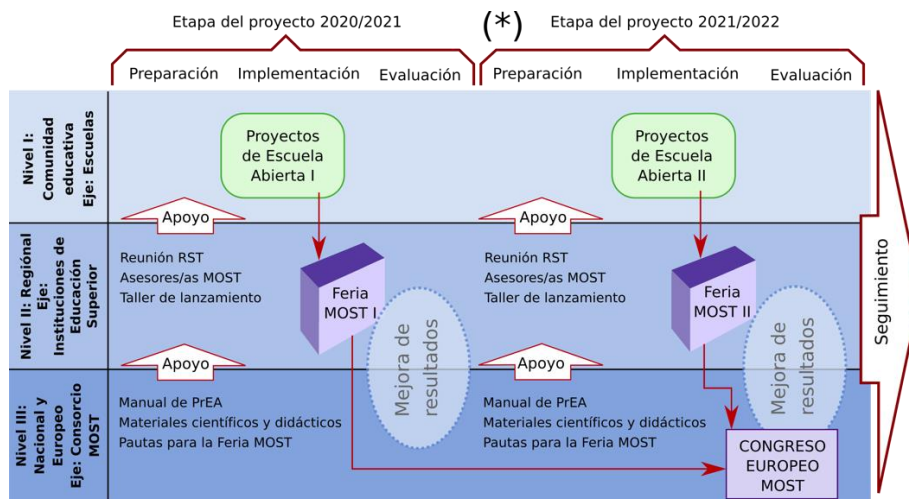


Figura 2. Esquema de las principales actividades del proyecto, por ciclos y por niveles. (*) Momento actual. Figura basada en la propuesta por el proyecto MOST, H2020 Ref. 871155.

De arriba a abajo se presentan cada una de las acciones por niveles, de comunidad, regional e internacional. Hasta el momento, se ha desarrollado el primer ciclo del proyecto MOST, por lo que se dispone de los siguientes resultados: Manual para las escuelas, guía pedagógica para docentes, diseño definitivo de los instrumentos de evaluación, implementación del primer grupo de pera, celebración de las primeras ferias regionales y el diseño de materiales para la promoción.

A continuación, nos centraremos en el contexto español, y pasamos a describir los resultados obtenidos hasta ahora en este contexto.

Por un lado, y debido a la responsabilidad encomendada con respecto al paquete de trabajo de evaluación, el equipo español ha sido el encargado de diseñar, validar, pilotar y poner a punto todos los instrumentos de evaluación de naturaleza cuantitativa y cualitativa que se van a utilizar a lo largo de todo el proyecto MOST, instrumentos que están ya siendo utilizados en la mayoría de los países participantes. Por otro lado, y como miembros del consorcio, el grupo español, al igual que los restantes socios, tenemos la responsabilidad de implementar los dos ciclos del proyecto llevando a cabo todas las acciones asociadas.

El procedimiento llevado a cabo en España para la implementación de los PrEA ha partido de la formación continua del profesorado. Desde el Centro de Profesorado de Jaén se ha desarrollado un curso de formación con seguimiento en el que han participado un total de 180 docentes y cuyos objetivos se alineaban con los del proyecto MOST, algunos de los cuales son: i) conocer estrategias y recursos para diseñar proyectos de escuela abierta que conecten el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas con la educación para la sostenibilidad, fomentando el desarrollo de competencias, la resolución de problemas reales y la implicación activa en la construcción de un entorno más sostenible y justo; ii) desarrollar estrategias para implicar a agentes de distintos ámbitos en la participación de proyectos de escuela abierta; co-diseñar y evaluar buenos proyectos de escuela abierta; iii) formar parte de una comunidad educativa internacional y la red de escuelas abiertas <https://icse.eu/eosnet/>. 132 docentes de los 180 que han seguido este curso ya han implementado un total de 23 PrEA en 15 centros educativos diferentes, implicando a 1369 estudiantes; entre los agentes externos han participado 57 docentes en formación inicial de la Universidad de Jaén y hasta 34 organizaciones diferentes entre las que destacan Ayuntamientos, Delegación de Medioambiente, Asociaciones, Residencias de Mayores, Escuelas de Arte, artistas, centros de educación no formal, ONGs, etc. Resultados preliminares sugieren que en nuestra muestra existen distintos perfiles de alumnado teniendo en cuenta un análisis de clúster en relación con las dimensiones de análisis propuestas en el diseño del cuestionario. Estos datos pueden servir de punto de partida para abordar la evolución o ganancia en el post-test. A través del cuestionario post para docentes se ha valorado su implicación y experiencia vivida durante la implementación y desarrollo de los PrEA como “buena-excelente” (83%). Algunos datos muy relevantes reportados por el profesorado ponen de manifiesto en una proporción considerable posibles obstáculos identificados que dificultan los PrEA, así como aspectos personales relacionados con nerviosismo y ansiedad, en un porcentaje considerable de la muestra (c.a. 30%).

CONCLUSIONES

La forma de abordar la educación científica desde el proyecto MOST en los centros abre la educación científica formal, estableciendo un vínculo entre las escuelas y sus comunidades (familias, proveedores de educación científica, ciudadanos, empresas, etc.) para trabajar conjuntamente en PrEA ambientales de y para la comunidad. Estos proyectos colaborativos responden directamente a las necesidades y valores de los/las involucrados/as, benefician a la comunidad en su conjunto y hacen de las escuelas agentes

de bienestar comunitario. El impacto del aprendizaje en MOST se impulsa a través de un enfoque educativo basado en la investigación que despertará la responsabilidad ambiental de los/las participantes, así como el interés por la ciencia, la alfabetización científica y las carreras asociadas.

La articulación del proyecto en tres estructuras geográficas garantiza el establecimiento de una Red de Escuela Abierta en el nivel regional y europeo. Las ferias MOST en cada región maximizarán el impacto de los proyectos comunitarios y fortalecerán su eficacia. Por su parte, la conferencia MOST conectará todos los proyectos educativos comunitarios de Europa en una interesante red de aprendizaje de las ciencias que se abrirá a más países y comunidades.

Por último, la planificación y la implementación en MOST involucran a todos los actores relevantes: educación formal y no formal, investigación y práctica, políticas educativas, empresas innovadoras y la propia sociedad como benefactora e impulsora de la innovación. Esto aumentará la predisposición de los actores para participar a largo plazo, garantizando así el impacto de MOST en la consecución de sus objetivos, más allá de la vida útil del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, M. R., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., Van Petegem, P., Parra, G., & Gericke, N. (2021a). Promoting Environmental Citizenship in Education: The Potential of the Sustainability Consciousness Questionnaire to Measure Impact of Interventions. *Sustainability*, *13*(20), 11420. <https://doi.org/10.3390/su132011420>
- Ariza, M. R., Christodoulou, A., Harskamp, M. V., Knippels, M. C. P., Kyza, E. A., Levinson, R., & Agesilaou, A. (2021b). Socio-Scientific Inquiry-Based Learning as a Means toward Environmental Citizenship. *Sustainability*, *13*(20), 11509. <https://doi.org/10.3390/su132011509>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. y Wong, B. (2013). ‘Not girly, not sexy, not glamorous’: Primary school girls’ and parents’ constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, *21*(1), 171–194.
- Bravo Lucas, E., Marcos-Merino, J. M., Costillo Borrego, E. y Esteban Gallego, R. (2020). Análisis de proyectos de aprendizaje-servicio diseñados por maestros en formación inicial. *Campo Abierto. Revista De Educación*, *40*(1), 5-19.
- Creswell, J. W. y Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research (2nd Edition)*. Sage Publications, Los Angeles.
- Escobar, O. (2011). *Public Dialogue and Deliberation. A communication perspective for public engagement practitioners*. Edinburgh Beltane.
- García, M. y Cotrina, M. J. (2015). El aprendizaje y servicio en la formación inicial del profesorado: de las prácticas educativas críticas a la institucionalización curricular. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, *19*(1), 8-25.
- STEM Alliance. (2017). *STEM education fact sheets*. Retrieved from <http://www.stemalliance.eu/publications>.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5). Sage Publications, Los Angeles.

LÍNEA 2

EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA

LÍNEA 2. EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA

Comunicaciones

Análisis del lenguaje utilizado para la introducción de las reacciones químicas en libros de texto de Educación Primaria

Magdalena Valverde Pérez¹, Isabel Solano Martínez².

¹ Facultad de Educación, Universidad de Murcia. mvp@um.es

² Facultad de Educación, Universidad de Murcia. isolano@um.es

RESUMEN: En el presente trabajo se analiza el lenguaje utilizado en los libros de texto de la etapa de la Educación Primaria para el tema de las reacciones químicas. Las definiciones de las expresiones cambio químico o reacción química indican que “cambio de la materia” debería ser un concepto básico o estructurante y que todas ellas se basan en el concepto de sustancia. La definición de sustancia resulta ser imprecisa y ambigua. En base a lo anterior, se proponen una serie de implicaciones para la enseñanza.

PALABRAS CLAVE: Libros de texto, reacción química, cambio químico, sustancia, Educación Primaria.

ABSTRACT: In this paper, the language used in the textbooks of the Primary school for the subject of chemical reactions is analysed. The definitions of the expressions chemical change or chemical reaction indicate that "change of matter" should be a basic or structuring concept and that all of them are based on the concept of substance. The definition of substance turns out to be imprecise and ambiguous. Based on the above, a series of implications for teaching are proposed.

KEYWORDS: Textbook, chemical reaction, chemist change, substance, primary school.

INTRODUCCIÓN

La introducción del tópico reacciones químicas entre los contenidos de la enseñanza de las ciencias en los años de la Educación Primaria (EP) es un hecho presente en la mayor parte, si no en todos los currículos de enseñanza de las ciencias (Lott y Jensen, 2012). Generalmente, se suele considerar que los términos reacciones químicas son sinónimos de cambio químico, pero, a partir de aquí existen distintas posibilidades a la hora de llevar a cabo dicha introducción. Algunas de ellas son las siguientes:

- Tratar por separado los cambios físicos y los cambios químicos, sin establecer relación alguna entre ellos. Generalmente, se suelen introducir distintos ejemplos de “cambios físicos” (ej.: el cambio de estado) sin llegar a introducir estos términos, mientras que sí que se utilizan los términos “reacciones químicas” junto con ejemplos concretos de estas últimas. Esta parece ser la propuesta que se deriva del actual currículo murciano de ciencias para la Educación Primaria (Decreto 198 de 2014).
- Establecer un criterio de clasificación que es el tipo de cambio que sufre la materia y que permite plantear los cambios químicos en comparación con los físicos. Es lo que proponen autores como Royce (2020) y el tratamiento más común desde 1850 en los libros de texto anglosajones, por lo que se trataría de una herramienta pedagógica más que de una idea desarrollada por la Química (Palmer y Treagust, 1996).

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

- Presentar ejemplos de cambios en la materia observables en la vida cotidiana sin explicitar si se trata de cambios físicos o cambios químicos, centrando la atención en su descripción a nivel macroscópico. Esta es la propuesta defendida por autores como Borsese y Esteban (1998), según los cuales, distinguir los cambios físicos de los cambios químicos en EP estaría fuera de lugar, al no constituir una ayuda pedagógica y ante la imposibilidad de realizar una distinción neta entre cambios físicos y cambios químicos desde el punto de vista científico (Palmer y Treagust, 1996; Caamaño, 2020).

Por otra parte, según Gabel (1999), una barrera importante a la hora de aprender el tópico de las reacciones químicas es el uso del lenguaje, pues muchos términos que se utilizan con un significado estricto en la disciplina química, también forman parte del lenguaje cotidiano, pero con un significado mucho más amplio. Este es el caso del término “sustancia”, al cual el significado que se le suele asociar en la vida cotidiana es el de “cualquier muestra de materia con unas propiedades características, que normalmente se usa con alguna finalidad” (Caamaño, 2020; p. 42). Para evitar la confusión con el significado que le asocia la química, esta le suele añadir los adjetivos “química” o “pura”, utilizando así las frases “sustancia química” y “sustancia pura”. Como indica Caamaño (2020) la IUPAC (2005-2015) define sustancia química como: “Materia de composición constante caracterizada por las entidades (átomos, moléculas o unidades fórmulas) que la componen. Estas sustancias también se caracterizan por tener determinadas propiedades físicas: densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, punto de fusión, etc.” (p. 42). Según esta última definición, serían necesarios dos niveles conceptuales para definir de una forma completa la sustancia química, el macroscópico y el microscópico.

Sin embargo, a pesar de que estos dos niveles se tratan en la enseñanza secundaria y el bachillerato, diversos trabajos publicados han puesto de manifiesto las dificultades que estudiantes pertenecientes a esos niveles educativos, tienen a la hora de interpretar las reacciones químicas tanto a nivel macroscópico como microscópico (Ahtee y Varjola, 1998; Kind, 2004; Azcona et al., 2004). Este hecho resulta llamativo dado que los contenidos relativos a las reacciones químicas se introducen en el currículo de ciencias de la EP (Decreto 198 de 2014) y se profundiza en ellos durante la Secundaria (Decreto 220 de 2015) y el Bachillerato (Decreto 221 de 2015).

Por otro lado, los libros de texto constituyen un elemento privilegiado para el análisis que se hace del lenguaje en las aulas, pues son un recurso ampliamente extendido. Es por ello, que en el presente trabajo nos hemos centrado en conocer cómo introducen los libros de texto de ciencias en la EP las reacciones químicas y el término sustancia, puesto que ello permitirá establecer el resultado final de la enseñanza en esta etapa educativa.

Situándonos en el contexto descrito, considerando las reiteradas dificultades que presentan los estudiantes de secundaria y bachillerato y el papel indiscutible que los libros de texto tienen en la enseñanza, nos planteamos conocer:

- Problema 1: ¿Cómo introducen los libros de texto correspondientes a los dos últimos cursos de Educación Primaria los contenidos referidos a las reacciones químicas?
- Problema 2. ¿En qué medida el uso del término sustancia que proponen los libros de texto de la Educación Primaria contribuye a adquirir un lenguaje químico?

METODOLOGÍA

Para dar respuesta a los dos problemas, se ha realizado el análisis del contenido conceptual de una selección de libros de texto de ciencias españoles de EP, referidos a las normativas más recientes (tabla 1). El análisis se centra en los cursos 5º y 6º por ser tratados con mayor profundidad los contenidos relacionados con las reacciones químicas.

Tabla 1. Nomenclatura y libros de texto analizados

Nomenclatura	Editorial	Proyecto	Curso/s	Año publicación	Ley Educativa
P1*	A.A.V.V. (Anaya)	Pieza a pieza	5º y 6º	2020	LOMCE
P2*	A.A.V.V. Santillana	Serie Investiga	5º y 6º	2019 y 2015	LOMCE
P3*	A.A.V.V. Vicens Vives	Aula activa	5º y 6º	2015	LOMCE
P4*	A.A.V.V. SM	Más savia	5º y 6º	2019	LOMCE
P5	A.A.V.V. Anaya	Abre la puerta	6º	2009	LOE
P6	A.A.V.V. Santillana	La casa del saber	5º	2009	LOE
P7	A.A.V.V. Vicens Vives	Mundo de colores	5º	2009	LOE
P8	A.A.V.V. SM	Timonel	5º	2009	LOE

* Se consideran parte del mismo proyecto al pertenecer a la misma editorial, fechas de edición idénticas o muy próximas y con la misma normativa educativa en vigor. LOE (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de 2006, de Educación, 2006). LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, 2013)

Para analizar el lenguaje utilizado en la presentación de las reacciones químicas que realizan los libros de texto, nos centraremos en los contenidos conceptuales, seleccionando los criterios: clase o categoría en la que se incluye el término definido, amplitud conceptual (¿qué conceptos se tratan?), nivel de formulación (¿qué definición se propone de cada concepto?), nivel de representación y referentes empíricos (¿qué ejemplos se ofrecen para cada concepto?), siguiendo las orientaciones propuestas para el análisis del contenido de definiciones por Raviolo (2008) y Arillo et al. (2015). Además, dado que, en todos ellos, se define la expresión “cambio químico” o “reacción química” en función del término sustancia, se ha considerado que también sería necesario intentar esclarecer con qué significado se está introduciendo este último término. Para ello, se buscado cómo la definen los distintos autores y, en caso de no definirla, en qué contexto la utilizan o con qué ejemplos la ilustran.

RESULTADOS

En relación con el 1er problema, 6 proyectos (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) utilizan los términos “reacción química” y “cambio químico” como sinónimos (P2 no lo identifica explícitamente), sólo uno utiliza el término “reacción química” (P7) y un último (P8) utiliza “cambio químico”.

Considerando las definiciones que proponen los proyectos analizados, la mitad de los proyectos (P1, P3, P4, P6) definen el término cambio químico, incluyéndolo en la clase o categoría de “cambio” y dos de los proyectos que utilizan este término (P5 y P8) no definen clase alguna pues introducen el término haciendo referencia a otros componentes del concepto (estado inicial, proceso ...). Así, P5 indica: “se producen cuando dos o más sustancias entran en contacto ...” y P8 “ocurren cuando la materia se transforma ...”. Los proyectos que definen el término reacción química lo incluyen en la clase o categoría de “proceso” (P7) o en la de “cambio” (P2), de forma que expresan “Las reacciones químicas son los procesos mediante ...” y “Las reacciones químicas son cambios de ...”, respectivamente.

Atendiendo al nivel de formulación y representación, 5 proyectos realizan la introducción del término de cambio químico por comparación bien al de cambio físico (P1, P3, P4, P5 y P8) o al de cambio de estado (P2 y P6), sólo uno (P7) no lo hace mediante comparación.

Todas las definiciones recogidas en los proyectos hacen referencia al nivel macroscópico, a excepción de P8, que introduce consideraciones de tipo microscópico: “Estas reacciones ocurren porque los átomos que forman las sustancias, al reaccionar, se combinan de un modo diferente” (P8, p. 76).

En relación con el 2º problema, y centrándonos en qué conceptos tratan en la definición de cambio químico o de reacción química, los textos analizados hacen referencia a términos como materia, material, reactivos, productos, pero todos incluyen a nivel macroscópico al concepto de sustancia, aunque no todos la definen (P4 y P5). Analizando cómo es la definición de sustancia que proporcionan los 6 proyectos que definen sustancia (P1, P2, P3, P6, P7 y P8), encontramos que:

- Los 6 proyectos lo hacen de igual manera: “sustancia es un tipo de materia”.
- Dos proyectos (P1 y P2), hacen referencia a las propiedades para caracterizar a las sustancias. En este sentido el proyecto P1 dice “Las propiedades específicas son aquellas que nos permiten distinguir unas sustancias o materiales de otros” y el P2 que “Cuando una materia tiene un conjunto de propiedades fijas, se llama sustancia”.
- Solo un proyecto (P6), introduce consideraciones de tipo microscópico a la hora de hablar sobre la sustancia: “Cada tipo de materia es una sustancia diferente. La materia está formada por unas partículas pequeñísimas, llamadas átomos. Existen algo más de cien tipos de átomos que, al combinarse, forman todas las sustancias del universo. Cada sustancia está formada por una combinación de átomos, diferente de la de otras sustancias.” (p. 76).

Por otra parte, con independencia de que definan o no sustancia, todos los proyectos utilizan el concepto de sustancia en un sentido amplio, esto es, con el significado que se le suele asociar en la vida cotidiana (Caamaño, 2020). Algunos lo afirman explícitamente: “Distinguimos dos clases de sustancias: las sustancias puras y las mezclas” (P2, 6º, p. 96). Otros, identifican las mezclas como un tipo de sustancia: “Muchas sustancias conocidas, como el aire, el agua salada, el aceite de oliva..., están formadas por más de un tipo de materia. Estas sustancias se llaman mezclas.” (P5, p. 70). “Muchos objetos o sustancias de uso habitual están formadas por mezclas” (P8, p. 76). “La mayor parte de las sustancias que empleamos son mezclas” (P6, p. 78). “Con frecuencia las sustancias son mezclas de varios componentes como es el caso del agua del mar, mezcla de agua y diversas sales” (P7, p. 94). Además, P1 identifica sustancias con materiales: “A nuestro alrededor encontramos objetos hechos con diferentes tipos de materia, como hierro, vidrio, aire, madera... Estos distintos tipos de materia se llaman sustancias o materiales” (5º, p. 92).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con respecto al problema 1, una mayoría de proyectos define la expresión “cambio químico”, introducen el cambio químico por contraposición al cambio físico e incluyen la expresión “reacción química” identificándola con la primera. Además, si nos referimos a la clase o categoría en la que se incluye definida una u otra expresión, también una mayoría la incluyen en la categoría de “cambio”. Esto podría ser indicativo de que el concepto de “cambio de la materia” se incluyera en los libros de texto como concepto estructurante, como afirman autores como Borsese y Esteban (1998). Pero nada más lejos de esta intención, pues su utilización parece estar dando pie a que en los libros de texto se considere como básica la distinción cambio químico/cambio físico en la introducción de las reacciones químicas en Primaria. A este respecto, habría que tener en cuenta que, desde el punto de vista científico tal distinción conlleva una serie de problemas, pues resulta difícil establecer criterios que permitan diferenciar de una forma neta entre

cambios físicos y cambios químicos (Palmer y Treagust, 1996; Borsese y Esteban (1998); Caamaño, 2020) por lo que realizar tal distinción en la enseñanza “no representaría una ayuda didáctica ni sería significativa desde el punto de vista científico” Borsese y Esteban (1998, p. 85).

Con respecto al problema 2, se ha puesto de manifiesto que todos los textos analizados, en mayor o menor medida entremezclan el lenguaje cotidiano con el lenguaje científico. Ello se observa claramente con la utilización del término sustancia, el cual, es ejemplificado por todos los textos con el significado que se le suele dar en la vida cotidiana con independencia de que se afirme explícitamente que la materia se puede clasificar en sustancias puras y mezclas (lo que constituiría la clasificación científicamente aceptada) o que las sustancias se clasifican en sustancias puras y mezclas (lo que es una interpretación que representaría el lenguaje cotidiano).

En la mayor parte de los proyectos analizados se observa una tendencia a aportar algún tipo de definición de sustancia (ej.: es un tipo de materia) pero esta es imprecisa y ambigua, llegando incluso a identificar sustancia con material. Este tipo de definiciones se suele convertir en enunciados que los alumnos deben memorizar sin que exista una comprensión de estos, con lo que se estaría dando una visión dogmática de la ciencia (Borsese, 1997).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Teniendo en cuenta las limitaciones del estudio, ya que la muestra seleccionada es reducida y limitada a textos utilizados en las aulas de la Región de Murcia, la introducción que realizan los libros de texto de ciencias en Educación Primaria sobre las reacciones químicas y el concepto de sustancia parece no ayudar a superar las dificultades que se presentan para su enseñanza y aprendizaje.

Por un lado, a pesar de que incluyen en la clase o categoría de “cambio” los términos “cambio químico” y reacción química”, no lo hacen con el enfoque deseable de concepto fundamental o estructurante para lo que se podría incluir la expresión “cambio de la materia”. Mantienen la distinción entre cambio físico y cambio químico, a pesar de que no representa una ayuda didáctica ni es significativo desde el punto de vista científico (Palmer y Treagust, 1996). Y, además introducen términos y definiciones referidos a conceptos científicos que no pueden entenderse sin hacer referencia tanto al nivel macroscópico como al submicroscópico (no recomendable en Primaria).

Por otro lado, no disminuyen el riesgo de ambigüedad entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico, pues definen el término sustancia “como un tipo de materia”, lo que hace que sea imprecisa. Asimismo, con independencia de que clasifiquen la materia en sustancias puras y mezclas (clasificación científicamente aceptada) o que las sustancias las clasifiquen en sustancias puras y mezclas (interpretación que representaría el lenguaje cotidiano) suelen introducir mezclas cuando hacen referencia a sustancias

Un planteamiento de los libros de texto de ciencias de EP como programa de actividades (Sánchez y Valcárcel, 2003), podría permitir a los alumnos de primaria adquirir la “experiencia química” necesaria para comprender estos conceptos (Izquierdo, 2018), en lugar de limitarse a introducir términos y definiciones referidos a conceptos científicos que no pueden entenderse sin hacer referencia tanto al nivel macroscópico como al submicroscópico. Por tanto, se debería introducir, como básica, la idea perteneciente al nivel macroscópico “la materia cambia”, refiriéndonos con este nivel a las representaciones mentales que el individuo construye a partir de la información que llega a los sentidos corporales y que se corresponde con la información inmediata

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

(informaciones visuales, auditivas, táctiles u organolépticas). Por lo que, no tendría sentido introducir la terminología química (reacción química, cambio químico, cambio físico, sustancia, mezcla), si detrás de estos términos no existen significados que los niños puedan asociar, fruto de la observación de fenómenos cotidianos y la discusión sobre ellos (qué cambia o qué no cambia desde el punto de vista macroscópico).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arillo, M.A., Martín del Pozo, R.M. y Martín, P. (2015). *Talleres para enseñar Química en Primaria*. Universidad Complutense de Madrid.
- Ahtee, M. y Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.
- Azcona, R., Furió, C., Intxausti, S. y Álvarez, A. (2004). ¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? Importancia de los prerrequisitos. *Alambique* 40, 7-17.
- Borsese, A. (1997). El lenguaje de la química y la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 12, 33-41.
- Borsese, A. y Esteban, S. (1998). Los cambios de la materia, ¿deben presentarse diferenciados en químicos y físico? *Alambique*, 17, 85-92.
- Caamaño, A. (2020). Sustancia química. Una reflexión conceptual y lingüística en torno a las diferentes denominaciones de las sustancias químicas. En A. Caamaño (Ed.), *Enseñar química. De las sustancias a la reacción química* (pp. 41-49). Graó.
- Decreto 198 de 2014 (Consejería de Educación, Cultura y Universidades). Por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 5 de septiembre de 2014.
- Decreto 220 de 2015. (Consejería de Educación y Universidades). Por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 2 de septiembre de 2015.
- Decreto 221 de 2015. (Consejería de Educación y Universidades). Por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 2 de septiembre de 2015.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education* 76(4), 548-554.
- Izquierdo, M. (2018). La educación química frente a los restos del tercer milenio. *Educación química*, 17(4e). 286-299.
- Kind, V. (2004). *Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas*. Durham University.
- Ley Orgánica 2 de 2006. De Educación. 3 de mayo de 2006. BOE N° 106.
- Ley 8 de 2013. Para la mejora de la calidad educativa. 9 de diciembre de 2013. BOE No 295.
- Lott, K. y Jensen, A. (2012). Addressing student misconceptions about physical and chemical changes. *Science and Children*, 50(2), 54-61.
- Palmer, B. y Treagust, D.F. (1996). Physical and chemical change in textbook: *An initial view*. *Research in Science Education*, 26(1), 129-140.
- Raviolo, A. (2008). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Educación Química*, 19(4), 315-322.
- Royce, C.A. (2020) Understanding chemical and physical changes. *Science and Children*, 57(2), 18-25.
- Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (2003). Los modelos en la enseñanza de la química: concepto de sustancia pura. *Alambique*, 35, 45-52.

Cómo se educa y comunica sobre los riesgos naturales a través de juegos online

Rocío Carmona-Molero¹, Mercedes Vázquez-Vílchez², Tania Ouariachi-Peralta³

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada rociocarmona@correo.ugr.es

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada mmvazquez@ugr.es

³Hanze University of Applied Science. Gronningen (Países Bajos) t.ouariachi.peralta@pl.hanze.nl

RESUMEN: La Sociedad de la Información en la que crecen el estudiantado que completan la Enseñanza Secundaria, hace necesario el desarrollo de nuevos métodos de aprendizaje que les motive a adquirir nuevos conocimientos, como lo es el uso de juegos educativos. Los riesgos naturales como parte de las enseñanzas geológicas de Secundaria se enfrentan a constantes modelos mentales erróneos del estudiantado y a la ausencia de conocimiento sobre modos de actuación frente a ellos. En este trabajo, hemos seleccionado y evaluado seis juegos educativos sobre riesgos naturales. Este trabajo proporciona una guía para el uso de los videojuegos sobre riesgos naturales existentes en Educación Secundaria y pone a disposición del profesorado sus características teniendo en cuenta varias dimensiones (narrativa, contenido, jugabilidad y didáctica).

PALABRAS CLAVE: Juegos educativos, riesgos naturales, gamificación, evaluación.

ABSTRACT: The Information Society in which students who complete Secondary School grow, makes it necessary to develop new teaching methods that motivate them to acquire new knowledge, as it can be the use of educational games or gamification. Natural risks as part of Secondary Education's geological teaching are constantly facing erroneous students' mental models and lack of knowledge concerning modes of action to confront them. In this work, we have selected and evaluated six educational games about natural hazards. This work provides a guide for the use of existing video games on natural hazards in Secondary Education and makes their characteristics available to teachers, considering several dimensions (narrative, content, playability and didactics).

KEYWORDS: Serious games, natural risks, gamification, evaluation.

INTRODUCCIÓN

Los avances científicos y tecnológicos existentes en nuestros días nos permiten anticiparnos a los desastres naturales y tomar medidas tempranas, tanto a nivel gubernamental como a nivel civil. Sin embargo, la ocurrencia de desastres devastadores en países de cualquier escala económica y cultural, tanto en vías de desarrollo como en países desarrollados, deja ver que estos avances tecnológicos y científicos sobre la gestión del riesgo no se corresponde necesariamente con una correcta puesta en práctica de los

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

mismos. Con esto ponemos de manifiesto que hay una brecha enorme entre las valoraciones científico-tecnológicas y sus prácticas e implementación y que la comunicación es un factor crítico en los desastres naturales.

La dinámica de resolución de un conflicto causado por un desastre natural se basa en procesos centralizados donde la toma de decisiones recae en gobiernos, científicos y expertos (Clerveaux et al., 2008). Esto minimiza la participación de las comunidades afectadas. En casos extremos, estas decisiones podrían incluso tomarse sin atender a las normas culturales, sociales o económicas de la zona afectada. En este contexto, en el siglo XXI ha habido un interés creciente en liberarse de esa toma de decisiones jerarquizada y convertirla en estrategias más participativas en las que intervengan las comunidades (e.g. Suárez et al., 2013). Lavell et al. (2012) sugirieron un sistema de aprendizaje mutuo que integrara diferentes teorías de aprendizaje, como el aprendizaje experimental, la gestión adaptativa o el aprendizaje transformador.

Tras este enfoque, en el que adquirir conocimientos sobre los riesgos naturales debe de permitir a los ciudadanos la toma de decisiones y la puesta en práctica de las medidas de prevención pertinentes, es donde hay un reconocimiento de las metodologías de enseñanza activas, como son los juegos educativos. Estos juegos pueden servir como una herramienta de participación y apoyo para entender y experimentar los aspectos esenciales de los riesgos naturales (e.g. Keung, 2017). El desarrollo de juegos educativos tiene un enorme auge en educación ya que aprovecha el interés de los jóvenes por las redes sociales y los videojuegos o juegos online para promover la motivación por el aprendizaje (e.g. Zhou y Mayer, 2018). En este trabajo se han seleccionado y evaluado 6 juegos educativos con el objetivo de determinar cómo se comunica y se educa sobre los riesgos naturales a través de los juegos online.

MARCO TEÓRICO

Los videojuegos que utilizan tecnología informática y permiten al jugador interactuar con el escenario en tiempo real potencian las habilidades cognitivas, favorecen la autonomía personal, y el compromiso social y cultural (e.g. Zhou y Mayer, 2018). Los videojuegos tienen un gran potencial de fomentar la educación científica entre los jóvenes gracias a su retroalimentación inmediata, despertando la motivación por aprender conceptos y procesos científicos a través de retos adaptados a sus intereses (Medina, 2012).

El campo de los videojuegos es un reconocido punto de mira en la investigación actual. Jugar a juegos informáticos está relacionado con una variedad de impactos y resultados perceptivos, cognitivos, conductuales, afectivos y motivacionales; siendo los resultados e impactos más frecuentes la adquisición de conocimiento y la comprensión del contenido (Connolly et al., 2012). Los juegos que están orientados a la transmisión de ideas, valores e influir en los pensamientos y acciones de los jugadores en contextos de la vida real se han denominado “juegos serios” (serious games en inglés, y juegos educativos referidos en este trabajo) (e.g. Bylieva et al., 2019). Estos juegos, han experimentado un rápido aumento en la última década, debido a la popularidad de los videojuegos como tecnología audiovisual por los medios de comunicación, las organizaciones no gubernamentales (ONGs), y los profesores, entre otros. Este gran interés es debido a que los juegos online pueden abarcar múltiples objetivos de aprendizaje, diversas áreas y dirigirse a diferentes grupos de edad (Mouaheb et al., 2012).

Si los juegos educativos aspiran a ser validados como herramientas útiles y constructivas que fomentan el aprendizaje, la calidad de sus diseños y el aprendizaje resultante deben ser evaluados. En este sentido, se han llevado a cabo investigaciones con el objetivo de

establecer herramientas de evaluación que permitan identificar criterios teniendo en cuenta diferentes dimensiones (e.g. Ouariachi et al., 2017), estudiar las características de juegos comerciales (e.g. Shchiglik et al., 2016) y valorar los aspectos educativos de los juegos comerciales en los procesos de enseñanza-aprendizaje (e.g. Marín-Díaz, 2015). La investigación sobre este tema es un campo emergente que requiere un enfoque no exclusivamente educativo, ya que los aspectos jugables y el potencial narrativo para construir historias también deben ser considerados como variables influyentes en la caracterización y selección de juegos de calidad (Galván-Pérez et al., 2018).

METODOLOGÍA

En este trabajo se ha evaluado cómo se comunica y educa a través de los juegos educativos en temas relacionados con riesgos naturales. Para ello se ha llevado a cabo un análisis cualitativo de contenido. Para definir las dimensiones, nos hemos basado en las propuestas por Ouariachi et al. (2017), como son narrativa, contenidos, jugabilidad y didáctica.

Para la elección de los juegos a analizar, se establecieron como criterios que fueran juegos gratuitos y de libre acceso, que el inglés o el español fueran uno de los lenguajes del juego, que promovieran la adquisición de conocimientos relacionados con los riesgos naturales, que mostraran distintas situaciones de los riesgos, y que fueran dirigidos a usuarios con edades comprendidas a las correspondientes entre la Enseñanza Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

Se seleccionaron un total de 6 juegos: 3 aplicaciones y 3 juegos online. Entre las aplicaciones, encontramos dos de inundaciones (*Geostorm* y *Disaster Rescue Service*) y una que se centra en terremotos (*Earthquake Relieve Rescue*). Entre los juegos online, dos de ellos tratan varios riesgos naturales de una forma detallada en distintos niveles (*Disaster Master* y *Stop Disasters*), mientras que *Build a kit* aborda de una forma genérica las emergencias debidas a los desastres naturales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Narrativa

De los resultados obtenidos observamos distintas tramas en la historia de los juegos, entornos diferentes incluso dentro de un mismo juego y diversidad de personajes. Encontramos personajes compartidos entre dos de los juegos, *Build a kit* y *Disaster Master*; por lo que podría plantearse al alumnado como una continuación de la historia. Encontramos escenarios de todo tipo, algunos tan cercanos para el estudiantado como la habitación de una adolescente o espacios de una casa familiar (*Build a kit*), y otros tan alejados como una estación espacial internacional (*Geostorm*). En la mayoría de estos juegos se hace una conexión entre el presente y el futuro, permitiendo a los jugadores ser conscientes del impacto de sus decisiones y experimentarlo de forma directa a través del juego. Únicamente *Earthquake Relieve Rescue* y *Disaster Rescue Service* centran su juego en una catástrofe natural que ya ha ocurrido y por lo tanto la misión del jugador es únicamente conocer las consecuencias.

La ubicación del desarrollo de los juegos cubre distintos puntos del planeta. En el caso de *Disaster Master*, al ser un juego creado por el gobierno de EEUU, se desarrolla en distintos escenarios del territorio de este país. *Geostorm* sitúa cada parte del juego en una sede de distintas partes del mundo, incluyendo Orlando, Florida, Afganistán y Dubai, Emiratos Árabes Unidos; de acuerdo y en concordancia con la trama de la película en la

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

que está basada. En *Stop Disasters*, dependiendo del riesgo natural al que quieras enfrentarte te lleva a una parte u otra del planeta, coincidiendo con las zonas de mayor incidencia del riesgo natural que hayas elegido, lo cual resulta muy educativo.

Encontramos gran diversidad étnica y cultural en los personajes de *Disaster Master* y también observamos representación de personajes protagonistas con diversidades funcionales físicas en *Build a kit* y *Disaster Master*. En el caso de *Geostorm*, hay igualdad de género en los personajes protagonistas, habiendo tanto mujeres como hombres en el papel de superhéroe. Por lo que estos juegos sí abordan la multiculturalidad y diversidad que Solinska-Nowak et al. (2018) critica por su ausencia en estos juegos.

Contenido

En todos los juegos encontramos términos alarmistas, sin incluir el término “riesgo natural” y sustituyéndolo por “catástrofe” o “desastre natural”. Vemos ausencia de conceptos erróneos, al igual que ausencia de tecnicismos o explicaciones de conceptos complejos. En el caso de *Build a Kit* y *Disaster Master*, ofrecen una conexión con la página web del Gobierno de EEUU donde podemos encontrar más información sobre los riesgos naturales de cara a aumentar el conocimiento sobre ellos.

Jugabilidad

Los juegos online tienen características en común entre sí que los diferencian de las aplicaciones. Por ejemplo, en los primeros se podrían hacer un uso tanto individual como colectivo del juego, mientras que en los segundos únicamente es posible un juego individual. En *Build a kit* el objetivo es seleccionar utensilios adecuados para hacer un kit de supervivencia frente a una emergencia, por lo que la decisión puede ser tomada por un grupo de trabajo conjuntamente. En *Disaster Master*, el juego plantea historias de adolescentes que se enfrentan a distintos riesgos naturales en forma de comic y preguntas para comprobar si han comprendido lo expuesto o para razonar las actuaciones de los personajes ante los riesgos naturales que están sucediendo, por lo que tanto la lectura como las respuestas pueden completarse en equipo. Por último, en *Stop Disasters*, el juego trata de construir o mejorar edificios, hospitales y barreras para proteger a una población que va a enfrentarse a un riesgo natural conocido, pudiendo convertir estas decisiones en un trabajo en equipo.

En todos los juegos evaluados, encontramos jugadores del tipo explorador, encontrando también el rasgo creativo en *Stop Disasters*, donde hay un alto nivel de interactividad durante el transcurso del juego. En cuanto a la duración del juego encontramos una alta variabilidad. El único que probablemente podría completarse en un aula en una hora es *Build a kit*. Si nos referimos a niveles o una partida, en lugar del juego entero, el resto de juegos también podrían jugarse en una hora de clase. Abunda la retroalimentación positiva en los juegos evaluados y solo encontramos sistema de recompensas en los juegos online. En ninguno de los juegos es necesario estrictamente poseer conocimientos previos; pero sí bien es verdad que en los juegos online, en caso de tener cierto conocimiento sobre temas relacionados con el riesgo natural que se esté tratando, los jugadores podrían conseguir un mayor número de puntos y acabar antes la partida con éxito.

Didáctica

Los juegos evaluados cubren un gran espectro de los niveles cognitivos de la Taxonomía de Bloom (Bloom, 1956), siendo el más completo *Stop Disasters*. De esta misma forma,

los juegos que trabajan más competencias del currículo vigentes en la normativa son *Disaster Master* y *Stop Disasters*. Todos ellos trabajan la Competencia Social y Cívica (CSC) y la Competencia Digital (CD). Únicamente *Build a Kit* y *Disaster Master* trabajan la Competencia de Aprender a Aprender (CAA); y a su vez este segundo juego es el único que incluye la Competencia en Comunicación Lingüística (CCL). *Earthquake Relief Rescue* y *Disaster Rescue Service* cubren únicamente los niveles cognitivos más bajos, esto se ve también reflejado en que son los únicos que no trabajan la Competencia básica en Ciencia y Tecnología (CMCT). Conectando con lo discutido sobre la multiculturalidad y la representación de escenarios de distintas partes del planeta, los tres juegos online marcan diferencias importantes. Estos juegos trabajan la competencia de Conciencia y Expresiones Culturales (CEC), ya que muestran al estudiantado el riesgo natural con más incidencia en su zona geográfica, permitiéndole así nutrirse de su herencia geológica e histórica, y abordan el derecho a la diversidad cultural, el diálogo entre culturas y la inclusión de personas con cualquier tipo de diversidad funcional.

CONCLUSIONES

El análisis de los juegos seleccionados nos ha permitido conocer ciertos aspectos importantes, según diferentes dimensiones, proporcionando una caracterización de estos juegos para que los docentes puedan seleccionar el juego que les interese e implementarlo en el aula. La narrativa utilizada en los juegos de riesgos naturales es bastante variada. En la mayoría de estos juegos se hace una conexión entre el presente y el futuro, permitiendo a los jugadores ser conscientes del impacto de sus decisiones y experimentar de forma directa a través del juego. El protagonista del juego suele ser de tipo explorador. Los resultados de análisis de contenidos de la dimensión educativa muestran el gran potencial que presentan los juegos. De tal manera que los juegos evaluados cubren un gran espectro de los niveles cognitivos de la Taxonomía de Bloom. También podemos destacar que los juegos estudiados permiten trabajar con el alumnado las diferentes competencias que señala el currículum de Educación Secundaria.

Agradecimientos. Las autoras agradecen la financiación obtenida a través del proyecto (PID2019-106260GB-I00) y al grupo de investigación HUM-613.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. New York: McKay*, 20(24), 1.
- Bylieva, D. S., Lobatyuk, V. V. y Nam, T. A. (2019, November). Serious Games as innovative tools in HR policy. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 337, No. 1, p. 012048). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/337/1/012048>
- Clerveaux, V., Spence, B. y Katada, T. (2008). Using game technique as a strategy in promoting disaster awareness in Caribbean multicultural societies: The disaster awareness game. *Journal of Disaster Research*, 3(5), 1-13.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T. y Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & education*, 59(2), 661-686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Galván-Pérez, L., Ouariachi, T., Pozo-Llorente, M. y Gutiérrez-Pérez, J. (2018). Outstanding videogames on water: A quality assessment review based on evidence of narrative, gameplay and educational criteria. *Water*, 10(10), 1404. <https://doi.org/10.3390/w10101404>
- Keung, N. (2017). 'Dissolving Disasters' in Madagascar: Climate games for a vulnerable nation, Climate Centre, Madagascar'. (<https://www.climatecentre.org/1471/a-dissolving-disasters-a-in-madagascar-climate-games-for-a-vulnerable-nation/>)

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

- Lavell, A., Oppenheimer, M., Diop, C., Hess, J., Lempert, R., Li, J., & Weber, E. (2012). Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 25-64). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.004>
- Marín-Díaz, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, (27).
- Medina, L. (2012). Tecnologías emergentes al servicio de la educación. *Aprender y educar con las tecnologías del Siglo XXI*; Orduz, R., Ed, 35-47.
- Mouaheb, H., Fahli, A., Moussetad, M. y Eljamali, S. (2012). The serious game: what educational benefits?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5502-5508. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.465>
- Ouariachi, T., Olvera-Lobo, M. D. y Gutiérrez-Pérez, J. (2017). Evaluación de juegos online para la enseñanza y aprendizaje del cambio climático. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(1), 193-214.
- Shchiglik, C., Barnes, S. J. y Scornavacca, E. (2016). The development of an instrument to measure mobile game quality. *Journal of Computer Information Systems*, 56(2), 97-105. <https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1117368>
- Solinska-Nowak, A., Magnuszewski, P., Curl, M., French, A., Keating, A., Mochizuki, J., y Jarzabek, L. (2018). An overview of serious games for disaster risk management—Prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk. *International journal of disaster risk reduction*, 31, 1013-1029. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.09.001>
- Zhou, Q. y Mayer, I. S. (2018). Models, simulations and games for water management: A comparative q-method study in The Netherlands and China. *Water*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.3390/w10010010>

Competencia digital y metodológica del profesorado de Biología y Geología de educación secundaria en tiempos de COVID-19

Roberto Reinoso Tapia¹, Elvira Lorenzo Martín¹, Javier Bobo Pinilla¹ y Jaime Delgado Iglesias¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación y Trabajo Social, Universidad de Valladolid, Paseo de Belén, 1 - 47011 Valladolid, Spain
roberto.reinoso@uva.es, elorem01@hotmail.es, javier.bpinilla@uva.es,
jaime.delgado.iglesias@uva.es

RESUMEN: El objetivo principal de esta investigación fue analizar los recursos TIC y las metodologías didácticas utilizadas por los profesores de secundaria antes y durante el estado de alarma decretado por el estado español para combatir el COVID-19. La recogida de información se realizó a través de un cuestionario diseñado ad hoc dirigido a todo el profesorado de Biología y Geología de la comunidad autónoma Castilla y León que impartía docencia en centros de ESO, Bachillerato y/o Formación Profesional durante el curso académico 2019/2020 (n=145). Los resultados obtenidos mostraron que el uso de TIC aumentó considerablemente durante el estado de alarma permitiendo la adaptación de la programación didáctica. Nuestro estudio también demostró que la mayor parte de los docentes encuestados no utiliza una única metodología en la enseñanza de la Biología y Geología, sino que más bien alterna varios tipos, combinando metodologías tradicionales con metodologías activas, especialmente tras la aparición del COVID-19.

PALABRAS CLAVE: COVID-19; competencia digital; metodologías educativas; formación del profesorado; educación secundaria

ABSTRACT: The main objective of this research was to analyse the ICT resources and teaching methodologies used by high school teachers before and during the state of alarm decreed by the Spanish state to combat COVID-19. The information was collected through a questionnaire designed ad hoc addressed to all Biology and Geology teachers in the autonomous community of Castilla y León who taught in ESO, Baccalaureate and/or Vocational Training centres during the 2019/2020 academic year (n=145). The results obtained showed that the use of ICT increased considerably during the state of alarm, allowing for the adaptation of teaching programmes. Our study also showed that most of the teachers surveyed do not use a single methodology in teaching Biology and Geology, but rather alternate between several types, combining traditional methodologies with much more active methodologies, especially after the emergence of COVID-19.

KEYWORDS: COVID-19; digital competence; educational methodologies; teacher training; secondary education.

INTRODUCCIÓN

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito educativo, y más concretamente en la educación presencial, ha experimentado un notable incremento en los últimos años. Este auge probablemente se deba a las infinitas posibilidades que ofrecen estas herramientas para mejorar y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero sin duda alguna, es en otras modalidades de educación, como en el modelo online (e-learning) o en el modelo semipresencial (b-learning), donde adquieren especial relevancia. En marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) elevó la situación sanitaria originada por la COVID-19 a pandemia internacional y se declaró el estado de alarma en el estado español para la gestión de la situación de la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19. En ese momento se clausuraron todos los centros educativos en España con el objetivo de frenar la rápida propagación del virus, sin fecha definida de retorno a las aulas. Esta situación excepcional obligó al sistema educativo español a migrar a la modalidad online de manera inmediata y abrupta dando lugar a la “enseñanza remota de emergencia”, denominada así debido a la falta de tiempo y espacio para la planificación y diseño de un modelo de aprendizaje adecuado para la educación online (Álvarez-Núñez et al., 2021; García-Aretio, 2021; Rodríguez-Rodríguez et al., 2020; Zubillaga & Gortazar, 2020). Este contratiempo provocó numerosos cambios en el sistema educativo, y no solo en la organización y gestión de los centros educativos sino también en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, en este trabajo nos planteamos conocer las metodologías docentes utilizadas antes y durante el estado de alarma, así como las principales herramientas o recursos virtuales de apoyo a la docencia utilizados en estos dos periodos.

METODOLOGÍA

Participantes y muestra

La muestra estuvo constituida por 145 docentes de Biología y Geología de la comunidad autónoma Castilla y León que impartían docencia en centros de ESO, Bachillerato y/o Formación Profesional durante el curso 2019/2020. Se incluyeron docentes de centros públicos, concertados y privados. Teniendo en cuenta que invitamos a participar a 464 centros, y asumiendo una media de un docente de Biología y Geología por centro, estimamos que la participación estuvo en torno al 30%.

Instrumento

Para realizar esta investigación se ha utilizado una metodología descriptiva por encuesta. El instrumento de recogida de información consistió en un cuestionario online diseñado ad hoc para esta investigación, denominado “Uso de las nuevas tecnologías en la actividad docente durante el estado de alarma”. El cuestionario fue validado a través del criterio experto de 5 profesores (con más de 10 años de experiencia) del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Valladolid, quienes valoraron los ítems con respecto al constructo, contenido e idoneidad, estableciendo las consideraciones/recomendaciones oportunas para mejorarlo. Posteriormente, y a partir de esta primera revisión, se confeccionó una segunda versión del cuestionario, la cual se sometió a un segundo proceso de validación (prueba piloto con 10 profesores de educación secundaria), estableciéndose la versión definitiva del cuestionario facilitado a nuestra población de estudio (15 preguntas distribuidas en 3 bloques). Por último, y para determinar la fiabilidad del cuestionario, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach (α), obteniendo un valor de 0.83, lo que nos permitió considerar que el instrumento era estadísticamente fiable (Gliem & Gliem, 2003).

Procedimiento de recogida de información

La difusión del cuestionario se realizó a través de las direcciones de correo electrónico oficiales de los centros educativos que aparecen públicamente recogidas en el portal de Educación de la Junta de Castilla y León. Se invitó a participar solamente a los docentes de Biología y Geología. La encuesta estuvo abierta durante aproximadamente un mes (24 de Abril de 2020 a 22 de Mayo de 2020), periodo durante el cual se realizaron tres recordatorios a los centros educativos para obtener la mayor respuesta posible.

Análisis estadístico

Para el análisis descriptivo de los datos se calculó la distribución de frecuencias de los porcentajes de cada categoría para cada variable cualitativa y las variables cuantitativas se describieron en términos de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar). Para evaluar si las respuestas eran significativamente diferentes en los dos momentos de tiempo considerados (antes y durante el estado de alarma), se contrastó la hipótesis de simetría, es decir si los cambios de categoría de la variable analizada se producían en ambas direcciones con igual probabilidad. Para ello se utilizó el contraste de McNemar y la Prueba de rangos con signo de Wilcoxon a partir de la tabla de contingencia que cruza las dos etapas. Todo el análisis estadístico se realizó con el programa informático SPSS (versión 21.0). Se consideró la existencia de significación estadística cuando p-valor era inferior a 0.05.

RESULTADOS

Descripción de la muestra

El cuestionario fue completado en su totalidad por todos los docentes que aceptaron participar (145 individuos), necesitando un tiempo medio para realizarlo de 8 min y 13 segundos. Por sexo, respondió al cuestionario un 61% de mujeres, frente al 39% de hombres. En cuanto a la variable “edad”, observamos que el 39% de la muestra tenía más de 50 años, el 33% entre 40-50 años y el 28% menos de 40 años. En lo relativo a los años de experiencia docente, el mayor porcentaje de la muestra (38%) correspondió a profesores con más de 20 años de experiencia, un 30% a profesores con 10-20 años de experiencia y un 32% de la muestra con menos de 10 años de experiencia. Los docentes encuestados impartían docencia principalmente en ESO (56%) o Bachillerato (43%), habiendo solo dos encuestados que desarrollaban su labor en Formación Profesional. En lo relativo al tipo de centro, el 74% de la muestra impartía docencia en centros públicos, frente al 25% de centros concertados, habiendo solo un encuestado de centro privado. Según la ubicación, el 61% de los centros se situaban en zona urbana y el 39% en zona rural. Y en cuanto al número de alumnos por aula, el 41% de los centros tenían menos de 20 alumnos y el 59% más de 20 alumnos por aula.

Metodologías de enseñanza-aprendizaje

Nuestros resultados mostraron que la mayor parte de los encuestados no utilizaron una única metodología en la enseñanza de la Biología y Geología, sino que más bien alternaron varios tipos de metodologías, especialmente durante este último periodo. Antes del estado de alarma, es necesario destacar el alto porcentaje de profesores que utilizaban siempre las clases magistrales (57.9%) y los esquemas o mapas conceptuales (53.1%) como estrategia educativa. El lenguaje científico, los trabajos grupales, la indagación y los debates fueron también metodologías muy utilizadas, aunque quizás no tan predominantes. Por el contrario, nuestros resultados mostraron que casi dos tercios de los profesores encuestados (63.4%) no habían utilizado nunca la metodología *Flipped*

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Classroom. También es necesario resaltar que aproximadamente el 25% de los encuestados no había utilizado antes el método histórico, el aprendizaje basado en problemas ni el aprendizaje basado en proyectos (Figura 1A). Durante el estado de alarma, el porcentaje de docentes que utilizaban siempre metodologías tradicionales y/o mapas conceptuales disminuyó significativamente ($p < 0.001$). Aun así, fueron de las metodologías más utilizadas, junto con el lenguaje científico y la indagación como método de trabajo. También es necesario resaltar el notable incremento que experimentó la metodología *Flipped Classroom*, pasando de ser utilizada siempre por apenas el 2% de los profesores a casi un 12%. En contraposición, nos encontramos con los debates y los trabajos grupales, cuyo uso disminuyó significativamente ($p < 0.001$) durante el estado de alarma. Este descenso, aunque no tan pronunciado, también sucedió con otro tipo de metodologías, como el aprendizaje basado en proyectos y/o problemas y el método histórico (Figura 1B).

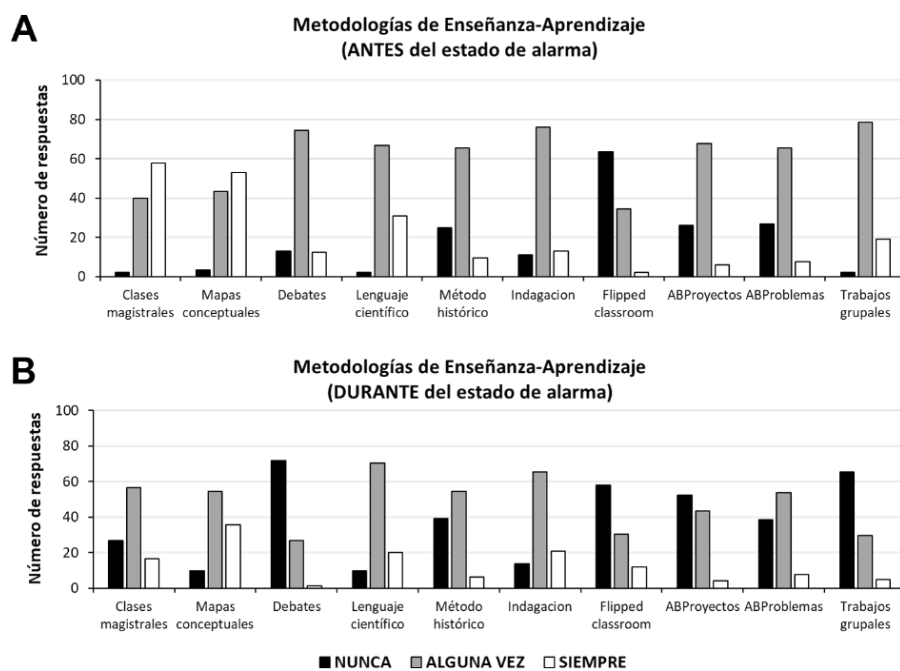


Figura 1. Frecuencia de utilización de diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje (A) antes y (B) durante el estado de alarma. Resultados expresados como porcentaje de respuestas para cada rango de frecuencia.

En cuanto al uso de herramientas o recursos de apoyo a la docencia antes y durante el estado de alarma, es necesario destacar que apenas hubo variación, al menos en lo que se refiere al porcentaje de profesores que las utilizaron, ya que en ambos casos estuvo por encima del 90%. Las herramientas más utilizadas tanto antes como durante el estado de alarma fueron los videos y textos disponibles en la web. Otras herramientas también ampliamente utilizadas por los profesores encuestados fueron las píldoras de conocimiento, WebQuest y las clases en directo por videoconferencia (Figura 2). Es necesario destacar el aumento significativo que experimentaron las video-píldoras ($p < 0.01$) durante el estado de alarma, pero es más destacable el incremento extraordinario del empleo de las clases en directo ($p < 0.001$) (Figura 2). Los profesores encuestados también indicaron el uso de otros recursos virtuales no incluidos entre las opciones de la encuesta, como la realización de cuestionarios en Google, Microsoft Forms, Kahoot,

blogs, proyecciones, animaciones disponibles online, resolución de problemas en plataformas web o libros digitales.

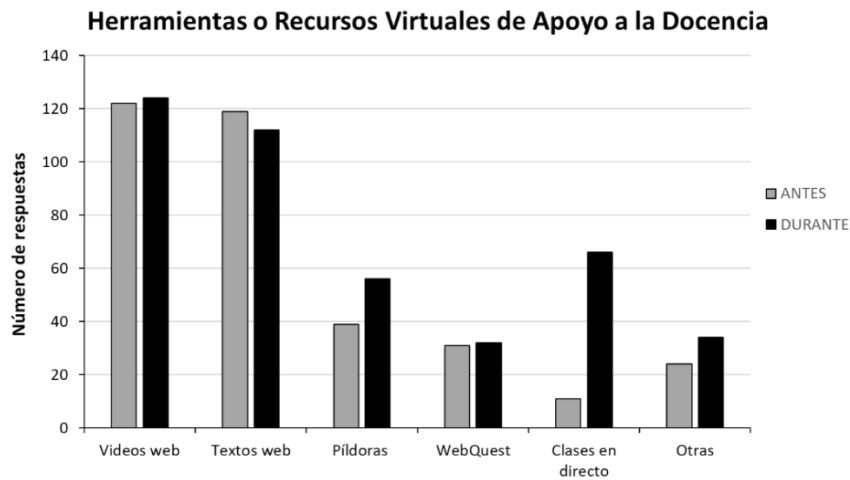


Figura 2. Herramientas o recursos virtuales de apoyo a la docencia utilizadas antes y durante el estado de alarma, expresado como número total de individuos de la muestra.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran el notable incremento que experimentó el uso de las TIC por parte de los docentes durante el estado de alarma declarado en España provocado por la COVID-19, así como el cambio en las metodologías didácticas utilizadas para la enseñanza-aprendizaje de estas disciplinas. A este respecto, es necesario resaltar dos aspectos fundamentales. Por un lado, el amplio abanico de metodologías que los profesores utilizan para la enseñanza de la Biología y Geología, y que pone de relieve la educación de calidad que están recibiendo los alumnos, y por otro, el cambio de paradigma metodológico que está aconteciendo en los últimos años, y que se ha acentuado con la llegada de la educación online. En este sentido, numerosos estudios señalan que la metodología tradicional (clases magistrales), a pesar de seguir siendo el modelo pedagógico más utilizado, como también queda demostrado en este estudio, no es la estrategia más adecuada para alcanzar unos resultados de enseñanza-aprendizaje apropiados, o al menos, no si se utiliza de forma única y sin compaginarse con otro tipo de metodologías (Ruiz-Primo et al., 2011; Newman et al., 2015; Zawilinski et al., 2016). Nuestros resultados revelaron que, durante el estado de alarma, se produjo un descenso significativo de este tipo de metodologías tradicionales, dando paso a otras estrategias educativas mucho más activas y participativas, como por ejemplo la indagación o el modelo *Flipped classroom*. Ha sido ampliamente demostrado que, para alcanzar unos mejores resultados de aprendizaje, es necesario que la metodología de instrucción se fundamente en el propio proceso científico, promoviendo un aprendizaje basado en la indagación e investigación, donde se lleven a cabo actividades de aprendizaje centradas en el propio estudiante y con un componente práctico científico que fomente un entorno de aprendizaje cooperativo (Crujeiras & Jiménez, 2015). Por otro lado, los resultados de nuestro estudio también mostraron que durante el estado de alarma aumentó significativamente la utilización de píldoras de conocimiento y clases o seminarios en directo. Estos recursos permiten llevar a cabo una dinámica de trabajo similar a la realizada en la educación presencial (Rivera-Vargas et al., 2017) por lo que algunos autores la denominan educación semipresencial o “blended learning”, es decir, modelos

educativos donde se combinan de una manera eficiente diferentes métodos de impartición, modelos de enseñanza y/o estilos de aprendizaje en un contexto de comunicación transparente de todas las áreas implicadas (Bartolomé, 2004). El aumento significativo de las clases en directo quizá se deba a la necesidad de establecer contacto entre profesor y alumnado y viceversa generado por la sensación de aislamiento y desorientación derivado del confinamiento y que suscita una necesidad de buscar orientación por parte de los alumnos y de ofrecerla por parte del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Núñez, Q., López-Gómez, S., Parada-Gañete, A., & Gonçalves, D. (2021). Cultura profesional y TIC en la formación del profesorado en tiempos de crisis: la percepción de los docentes. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(2), 153-165. <https://doi.org/10.6018/reifop.470831>
- Bartolomé, A. (2004). Blended Learning. Conceptos básicos. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 23, 7-20.
- Crujeiras, B. & Jiménez, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63-84.
- García-Aretio, L. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 09-32. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080>
- Gliem, J. A., & Gliem, R. R. (2003). Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education
- Newman, D. L., Deyoe, M. M., Connor, K. A. & Lamendola, J. M. (2015). Flipping STEM learning: Impact on students' process of learning and faculty instructional activities. In A. DeMarco (Ed.), *Curriculum desing and classroom management: Concepts, methodologies, tools and applications* (pp. 23-31). Information Science Reference, Hershey, PA.
- Rivera-Vargas, P., Alonso-Cano, C. & Sancho-Gil, J. (2017). Desde la educación a distancia al e-Learning: emergencia, evolución y consolidación. *Revista Educación y Tecnología*, 1(10), 1-13.
- Rodríguez-Rodríguez, J., López-Gómez, S., Marín-Suelves, D., & Castro-Rodríguez, M. (2020). Materiales didácticos digitales y coronavirus en tiempos de confinamiento en el contexto español. *Práxis Educativa*, 15, 1-20. <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.15.15776.056>
- Ruiz-Primo, M. A., Briggs, D., Iverson, H., Talbot, R. & Shepard, L. A. (2011). Impact of undergraduate science course innovations on learning. *Science*, 331(6022), 1269-1270. <https://doi.org/10.1126/science.1198976>
- Zawilinski, L. M., Richard, K. A. & Henry, L. A. (2016). Inverting instruction in literacy methods courses: Making learning more active and personalized. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 59(6), 695-708. <https://doi.org/10.1002/jaal.498>
- Zubillaga, A., & Gortazar, L. (2020). COVID 19 Y EDUCACIÓN: problemas, respuestas y escenarios. Documento técnico de análisis de la situación educativa derivada de la emergencia sanitaria. Recuperado de https://cotec.es/media/COTEC_COVID19_EDUCACION_problemas_respuestas_escenarios.pdf

Desarrollo de las habilidades del siglo XXI en Secundaria a través de la implementación de actividades Maker en proyectos STEM

Miguel Ángel Queiruga-Dios^{1*}, María Consuelo Sáiz-Manzanares², José Benito Vázquez-Dorrío³

¹Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos. maqueiruga@ubu.es

²Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Burgos.
mcsmanzanares@ubu.es

³Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo. bvazquez@uvigo.es

RESUMEN: Actualmente se está produciendo un interés por la implementación de actividades *maker* en la enseñanza formal a la vez que los currículos educativos apuntan hacia el desarrollo competencial del alumnado. En esta comunicación se describe una experiencia de implementación de una actividad *maker* utilizando la metodología ABP. La actividad se realizó con alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y se analizan las habilidades del siglo XXI cuyo desarrollo se favorece a partir de los productos elaborados.

PALABRAS CLAVE: Maker, Educación STEM, ABP, habilidades del siglo XXI

ABSTRACT: There is a growing interest in the implementation of maker activities in formal education at the same time as educational curricula aim to develop students' skills. This article describes an experience of implementing a maker activity using the ABP methodology. The activity was carried out with students of Compulsory Secondary Education and analyses the 21st century skills whose development is favoured by the products made.

KEYWORDS: Maker, STEM Education, PBL, 21st Century Skills

INTRODUCCIÓN

El movimiento *maker* se refiere en general a las personas que se dedican a la producción creativa de artefactos en su vida cotidiana (Dougherty, 2012; Halverson y Sheridan, 2014; Papavlasopoulou et al., 2017; Taylor, 2016); compartiendo procesos y productos con otros en torno a una gran diversidad de áreas de interés como pueden ser la electrónica, la robótica, la impresión 3D, así como actividades más tradicionales como manualidades, arte o costura (Halverson y Sheridan, 2014; Papavlasopoulou et al., 2017; Peppler y Bender, 2013). Este movimiento ha crecido rápidamente en las últimas décadas debido a los avances tecnológicos que han propiciado la aparición de nuevas herramientas cada vez más asequibles y accesibles (Dougherty, 2012; Hatch, 2014; Smith y Smith, 2016); y también debido a que los productos e ideas generados pueden compartirse rápidamente en línea (Papavlasopoulou et al., 2017). Esto produce un importante efecto

democratizador de la cultura y del conocimiento (Dougherty, 2012; Hatch, 2014), de forma que cualquier persona puede crear e innovar (Halverson y Sheridan, 2014), y cambiar el mundo (Hatch, 2014). Así, el movimiento *maker* se compara por algunos autores con una nueva revolución industrial con un enfoque hacia la fabricación personal en lugar de hacia el consumismo ciego, creando las bases para una nueva y próspera economía a través de la innovación y el emprendimiento debido a la capacitación de las personas para crear sus propios trabajos e industrias (Dougherty, 2012; Pepler y Bender, 2013; Taylor, 2016). El aumento de las iniciativas promovidas desde la cultura *maker* hacen de este movimiento una evolución tecnológica y creativa que tiene implicaciones ilimitadas en el mundo de la educación (Papavlasopoulou et al. 2017).

Esta comunicación muestra cómo los elementos de la cultura *maker* se pueden integrar en la enseñanza formal consiguiendo así incorporar sus numerosas ventajas, como son el desarrollo de competencias del siglo XXI (Fisher et al., 2017; Queiruga-Dios et al., 2021a) utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

MAKING EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

Existe un creciente interés en incorporar las actividades del movimiento *maker* al ámbito educativo K-12 con el fin de mejorar la enseñanza STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) (Papavlasopoulou et al., 2017; Taylor, 2016). Esto se justifica, además, desde las teorías psicológicas del aprendizaje, como el constructivismo (Piaget, 1991; Vygotsky, 1995) y el construccionismo (Papert, 1984), que plantean la construcción como la forma de llegar al conocimiento. Así, el conocimiento es construido por el aprendiz cuando se compromete en la elaboración de algo que tenga significado social y que pueda compartir; el niño es constructor de sus propias estructuras intelectuales y como tal, necesita materiales para esa construcción y es la cultura circundante la que provee de esos materiales (Papert y Harel, 1991). Este tipo de enfoques de la enseñanza hacia los resultados del aprendizaje y el desarrollo competencial aparecen reflejados en los currículos educativos (Eurydice, 2012; MECD, 2015; NRC, 2000). Las actividades *maker* (*making*) favorecen el desarrollo de habilidades del alumnado, como pueden ser la creatividad, trabajo en equipo, resolución de problemas y toma de decisiones mientras mejoran su formación STEM (Bevan, 2017; Smith y Smith, 2016; Taylor, 2016).

Para algunos autores (Dougherty, 2012), la incorporación del *making* a las escuelas puede resultar en actividades excesivamente guiadas y centradas más en el producto y en el proceso que en las herramientas, pudiendo perderse algunas características esenciales del espíritu *maker*, como la exploración, el descubrimiento y el desarrollo de la comprensión durante la interacción con otros individuos, las herramientas y los materiales proporcionados. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el profesorado puede adaptar la estructura y naturaleza del entorno de enseñanza a fin de influir en los resultados de aprendizaje del alumnado fomentando la exploración (Craven y Penick, 2001).

La metodología ABP puede proporcionar al alumnado la oportunidad de aplicar conceptos STEM (NSTC, 2013; Queiruga-Dios et al., 2019a) o STEAM (Queiruga-Dios et al., 2019b; Queiruga-Dios et al., 2021b) a través de las actividades que se realizan durante el desarrollo del proyecto (diseño, resolución de problemas, investigación, trabajo cooperativo, etc.); al mismo tiempo, el alumnado aprende a trabajar con autonomía (Larmer et al., 2015; Queiruga-Dios et al., 2019a).

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de esta investigación es discutir la incorporación de actividades *maker* en el aula y analizar las habilidades del siglo XXI cuyo desarrollo se favorece con la implementación de un proyecto *maker* en Educación Secundaria Obligatoria realizado a través de la metodología ABP.

METODOLOGÍA

El equipo de profesorado del departamento definió qué tipo de resultados o productos esperaban que desarrollara el alumnado durante la realización del proyecto. Estos fueron: O1. Idea original; O2. Trabajo cooperativo; O3. Informe técnico; O4. Exposición del proyecto; O5. Producto final (calidad técnica); O6. Producto final (originalidad); O7. Participación ferias científicas; O8. Divulgación en redes sociales (Queiruga-Dios et al, 2021a). La propuesta se desarrolló durante un trimestre de un curso académico en tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), con una dedicación de una hora semanal. Se utilizó la metodología ABP, partiendo de la pregunta realizada al alumnado *¿Qué queréis investigar?* (Queiruga-Dios et al., 2019a). Uno de los productos que debían crear era un elemento que sirviera para mostrar y explicar su investigación, además de poder crear otros productos para divulgar y mostrar al público (Figura 1). Estos últimos productos los desarrollaron a partir de la pregunta *What do you want to make?* [¿Qué queréis hacer?] (Dougherty, 2012).



Figura 1. El alumnado desarrolla distintas soluciones para exponer su trabajo

El alumnado disponía de distintos espacios de trabajo adyacentes: un aula de informática que dispone de dos grandes mesas de trabajo. En la sala existe una superficie libre de mobiliario en la que colocar materiales, maquetas, etc., que el alumnado podía utilizar como zona de trabajo para objetos de gran volumen, y un aula-taller. El alumnado podía acceder a un aula u otra en función de sus necesidades.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Tras formar equipos y elegir tópico, el alumnado tenía que comenzar por una etapa de documentación e investigación sobre dicho tópico, dando total libertad al alumnado para investigar, diseñar y construir. El alumnado organizaba sus tiempos en función de las tareas que surgían. Cada día el profesorado se reunía con los equipos o con las o los coordinadores, trabajando en la hoja de ruta del proyecto, colaborando en la organización y el reparto de tareas, recogiendo ideas y orientando a la ejecución de estas, y, al mismo tiempo, atendiendo a las necesidades del alumnado para construir sus diseños, suministrando materiales de bricolaje. El alumnado trabajó en la divulgación del proyecto utilizando las redes sociales (Twitter o Instagram). Posteriormente, diseñó elementos para exponer su proyecto en el aula, a otros cursos así como para su stand en la feria científica local.

RESULTADOS

De los productos resultantes o resultados esperables a desarrollar por el alumnado durante el proceso de realización del proyecto, O5 (Calidad técnica del producto final), O6 (originalidad del producto final), O7 (participación en ferias científicas) y O8 (divulgación en redes sociales), se vinculan directamente con el desarrollo de la actividad *maker*. En la Tabla 1 se muestra la relación entre cada uno de los productos *maker* y las competencias clave según Queiruga-Dios et al. (2021c).

Tabla 1. Relación entre los resultados *maker* y las competencias clave

	O5. Producto final (calidad)	O6. Producto final (originalidad)	O7. Ferias científicas	O8. Redes sociales
Responsabilidad cívica			X	X
Creatividad	X	X	X	X
Pensamiento crítico	X			
Habilidades interculturales			X	X
Conocimiento Disciplinario	X	X	X	X
Ética		X		X
Conciencia global			X	X
Toma de decisiones	X	X		X
Comunicación interpersonal	X	X	X	X
Memoria			X	
Redes				X
Gestión organizacional	X	X	X	X
Resolución de problemas	X	X	X	
Hablar en público			X	
Autoconfianza		X	X	
Autodirección			X	X
Estrategia	X	X	X	X
Trabajo en equipo	X	X	X	X
Gestión del tiempo	X	X	X	X
Comunicación escrita			X	X

DISCUSIÓN

La introducción de *Maker* en la enseñanza formal puede incorporar al aula las características que lo definen, como favorecer el desarrollo de la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo en equipo (Bevan, 2017; Schön et al., 2014), además de otras competencias clave (Tabla 1). Esta incorporación del *making* puede realizarse a través del ABP, logrando así, que el alumnado contextualice el objeto que va a construir, sin

perder la libertad de elección, ya que este puede buscar múltiples soluciones distintas a un mismo problema. Al mismo tiempo, la incorporación de *maker* en la enseñanza formal, permite que el alumnado se introduzca en nuevas formas de hacer y nuevas formas de aprender, incorporando las materias y tecnologías STEM de una forma práctica y experimental. Por otro lado, al igual que ocurre en un *Maker Faire* (Dougherty, 2012), el alumnado aprende con la interacción con los demás equipos de estudiantes, no solo mientras están desarrollando sus productos, sino mientras los exponen a sus compañeros y posteriormente los muestran en ferias científicas.

CONCLUSIONES

A medida que los educadores consideran los beneficios potenciales para el aprender haciendo (*making*), creemos que es fundamental prestar atención no solo al conocimiento y las habilidades que los jóvenes pueden adquirir al hacer, sino también a su sentido de sí mismos como participantes dentro de una comunidad más amplia (Martin y Dixon, 2013). *Maker*, por tanto, puede encontrar una vía para seguir desarrollándose y evolucionando dentro de las escuelas a la par que favorece el desarrollo de las habilidades del siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of Making in science education. *Studies in Science Education*, 53(1), 75-103.
- Craven III, J. A. y Penick, J. (2001). Preparing new teachers to teach science: The role of the science teacher educator. *Electronic Journal of Science Education*, 6(1).
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations: Technology, governance, globalization*, 7(3), 11-14.
- Eurydice (2012). "Key Data on Teaching Languages at School in Europe." Accessed September 12, 2016. http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/key_data_series/143EN_HI.pdf.
- Fisher, D. R., Bagiati, A. y Sarma, S. (2017). Developing professional skills in undergraduate engineering students through cocurricular involvement. *Journal of Student Affairs Research and Practice*, 54(3), 286-302.
- Halverson, E. R. y Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504.
- Hatch, M. (2014). *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. McGraw-Hill.
- Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning*. ASCD.
- MECD (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 37, de 3 de enero de 2015, 169 a 546. <http://bit.ly/36eKHus>
- National Research Council (NRC) (200) *How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded edition*. National Academies Press: Washington DC, USA.
- National Science and Technology Council (NSTC) (2013). A Report from the Committee on STEM Education National Science and Technology Council. *Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan*.
- Martin, L. y Dixon, C. (2013, June). Youth conceptions of making and the Maker Movement. In *Interaction Design and Children Conference, New York*.

- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., y Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57-78.
- Papert, S. (1984). *Desafío a la mente: Computadoras y educación*. Editorial Galápago: Buenos Aires
- Papert, S. y Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*. En *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation. Recuperado de: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.htm>
- Piaget, J. (1991). Seis estudios de psicología {Trad. Jordi Marfà}. En Editorial Labor, S.A., *El desarrollo mental del niño* (pp. 9-94). Barcelona. (Reimpreso de *Six etudes de psycholoche*, por Editions Gonthier, 1964).
- Peppler, K. y Bender, S. (2013). Maker movement spreads innovation one project at a time. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 22-27.
- Queiruga-Dios, M. A.; Sáiz-Manzanares, M.C., y Montero-García, E. (2019a). Problemas-Proyectos Adaptativos y Creativos en la enseñanza de las ciencias. Descripción de la metodología y apreciación de los estudiantes involucrados. *REALIA*, 23,1--23. <https://doi.org/10.7203/realia.22.15567>
- Queiruga-Dios, M.A., Diez-Ojeda, M. y Saiz-Manzanares, M. (2019b). Análisis de la apreciación sobre la implicación y desempeño y las dificultades y aprendizajes en la realización de proyectos STE(A)M atendiendo al género en alumnos de secundaria. In M. C. Pérez-Fuentes (Ed.), *Innovación Docente e Investigación en Ciencias de la Educación* (pp. 989–997). Dykinson.
- Queiruga-Dios M.Á., López-Iñesta E., Diez-Ojeda M., Sáiz-Manzanares M.C., Vázquez Dorrió J.B. (2021a). Developing Engineering Skills in Secondary Students Through STEM Project Based Learning. En, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1266. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57799-5_27
- Queiruga-Dios, M.A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M.C., y Vázquez-Dorrió, J.B. (2021b). Implementación de un proyecto STEAM en Educación Secundaria generando conexiones con el entorno. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4).
- Queiruga-Dios, M.A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., y Vázquez-Dorrió, J.B. (2021c). Technologies Applied to the Improvement of Academic Performance in the Teaching-Learning Process in Secondary Students. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 307-316). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57799-5_32
- Schön, S., Ebner, M. y Kumar, S. (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. *eLearning Papers*, 39, 14-25.
- Smith, W. y Smith, B. C. (2016). Bringing the maker movement to school. *Science and Children*, 54(1), 30.
- Taylor, B. (2016). Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science*, 2.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Ediciones Fausto

Desarrollo de un Escape Room – Breakout educativo para impartir contenidos científicos

Félix Yllana Prieto¹, Jin Su Jeong², David González Gómez³

^{1,2,3} Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Facultad de Formación del Profesorado (Universidad de Extremadura).

¹ feyllanap@unex.es, ² jin@unex.es, ³ dggomez@unex.es

RESUMEN: El aprendizaje activo propone una enseñanza centrada en el alumno. Este dogma engloba la gamificación, que consiste en aplicar elementos propios de juegos en otros contextos como la educación. Una forma interesante de gamificar contenidos científicos son los Escape Room – Breakout. Este estudio trata de explicar, paso a paso, el desarrollo de un Escape Room – Breakout educativo para enseñar y repasar contenidos científicos en 67 maestros en formación. Este consta de 6 retos que siguen un modelo lineal, durante el cual, los estudiantes tuvieron que abrir cajas, resolver problemas y realizar pequeños experimentos. El Escape Room – Breakout propuesto se terminó en el tiempo previsto, lo que demuestra que la dificultad de las tareas fue correcta. Tras la implementación, se observó concentración y una sensación general de satisfacción hacia la metodología propuesta por parte de los maestros en formación (el 97% de los participantes la valoró como interesante o muy interesante).

PALABRAS CLAVE: Educación científica; Aprendizaje activo; Gamificación; Escape Room; Breakout; Maestros en formación.

ABSTRACT: Active learning proposes a learner-centred teaching. This view includes gamification, which consists of using game elements to other contexts such as education. An interesting way of gamifying scientific content is the Escape Room – Breakout. This research aims to explain step by step the development of an educational Escape Room - Breakout to teach and review scientific content for 67 teacher trainees. It consists of 6 challenges following a linear model, during which students had to open boxes, solve problems, and perform small experiments. The proposed educational Escape Room – Breakout was completed on time, which showed that the level of difficulty of the activity was appropriated. After the interface Escape Room - Breakout implementation, the teacher trainees' concentration and a general feeling of satisfaction towards the proposed methodology were observed (97% of the participants rated it as interesting or very interesting).

KEYWORDS: Science education; Active learning; Gamification; Escape Room; Breakout; Teacher trainees.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje activo es un tipo de aprendizaje que trata de profundizar más que la simple transmisión unidireccional de conocimientos de las clases magistrales. Este tipo de

aprendizaje es una metodología de enseñanza centrada en el alumno, y requiere la participación de los estudiantes en actividades como la escritura, el debate, la presentación oral y la exteriorización de los procesos cognitivos en actividades con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo (Prince, 2004; Mizokami, 2018). Aunque el aprendizaje activo es una metodología que da protagonismo a los estudiantes, el papel del instructor debe ser muy activo y estar constantemente atento a los problemas que puedan surgir por parte de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Prince, 2004; Akinoğlu y Tandoğan, 2007). En este contexto, la gamificación es una de las estrategias incluidas y consideradas como aprendizaje activo (Pho y Dinscore, 2015). Esta metodología se relaciona con los juegos, y consiste en el uso de elementos propios de los juegos en contextos no lúdicos, especialmente, en el ámbito educativo, para promover diferentes habilidades en los estudiantes, como la cooperación o el compromiso (Deterding et al., 2011).

Las salas de escape o Escape Rooms son juegos en los que los participantes resuelven rompecabezas, enigmas o retos y utilizan estrategias e instrucciones para escapar de una o varias habitaciones en un tiempo determinado (Nicholson, 2018; David et al., 2019). El Breakout es un juego similar, pero en lugar de escapar de una habitación, los participantes deben desbloquear algunas cajas o cofres utilizando pistas y resolviendo rompecabezas (Queiruga-Dios et al., 2020). Existen estudios (O'Brien y Pitera, 2019; Yllana-Prieto et al., 2021) que indican la utilidad de aplicar Escape Room y Breakout en contextos educativos ya que pueden incrementar las calificaciones de los estudiantes y la comprensión de conceptos. Además, el uso de Escape Room y Breakout como herramientas didácticas puede aumentar la percepción positiva de los estudiantes sobre la materia que se imparte y disminuir las tasas de abandono de la asignatura en comparación con una metodología tradicional. Otros autores (Brown et al., 2019; Taraldsen et al., 2020) demuestran que los Escape Room y Breakout educativos promueven el trabajo colaborativo, la motivación y el interés de los estudiantes. Este estudio tiene como objetivo principal explicar la estructura y el desarrollo de un Escape Room – Breakout diseñado como herramienta didáctica para impartir contenidos relativos al Universo y el Sistema Solar en una asignatura de ciencias en un grado de Educación Primaria (maestros en formación).

MATERIALES Y MÉTODOS

El Escape Room – Breakout desarrollado se ha propuesto como una actividad de repaso debido a que los contenidos incluidos se explican en previas sesiones de clase teórica. En concreto, el Escape Room – Breakout diseñado se desarrolló en un total de 6 retos siguiendo un modelo secuencial, es decir, es necesario resolver cada reto secuencialmente en un orden concreto para poder finalizar la actividad (Nicholson, 2015). En ocasiones los participantes debían interactuar con el profesor para validar una tarea o un reto.

Para motivar e incentivar la participación activa de los estudiantes en el Escape Room – Breakout, la calificación de esta actividad se basó en la velocidad con la que los estudiantes resolvieron la actividad. Además, los instructores tuvieron un papel activo y una atención constante a las dudas de los participantes fomentando la interacción de estos durante de la sesión. De acuerdo con la normativa vigente durante la pandemia propiciada por el COVID-19, el Escape Room – Breakout propuesto se desarrolla aplicando todos los protocolos de seguridad y medidas sanitarias recomendadas.

La muestra estuvo formada por un total de 67 maestros en formación. La mayoría de los maestros en formación participantes en este estudio son mujeres, han cursado bachillerato y eligieron el itinerario de Humanidades y Ciencias Sociales durante su etapa preuniversitaria (ver Tabla 1). Debido al tamaño del laboratorio y a las restricciones de capacidad debidas al COVID-19, la actividad se llevó a cabo con 22 estudiantes, aproximadamente, en cada sesión de laboratorio. En el laboratorio, los alumnos se distribuyeron por parejas y se colocaron en cada puesto de trabajo, que estaban debidamente indicados. Durante el Escape Room – Breakout, los participantes debían disponer de sus teléfonos móviles para escanear códigos QR (*Quick Response*) y buscar información, cuando fuera necesario. Al finalizar la implementación, se pidió a los participantes que valorasen en una escala Likert de 5 puntos (1-nada interesante a 5-muy interesante) su grado de interés en el uso de un Escape Room – Breakout como herramienta didáctica.

Tabla 1. Información sociodemográfica de la muestra de estudio.

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		DATO
Tamaño total		67 maestros en formación
Edad media		20 años
Género	Hombres	29%
	Mujeres	71%
Estudios preuniversitarios	Bachillerato	97%
	Formación Profesional	3%
Itinerario de estudio preuniversitario	Humanidades y Ciencias Sociales	51%
	Ciencias	38%
	Tecnología	8%
	Arte	3%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros 10 minutos se dedicaron a explicar qué es un "Escape Room" y un "Breakout". Además, se explicaron los términos "gamificación" y "aprendizaje activo". También se especificaron varias reglas y consejos para afrontar correctamente el Escape Room – Breakout. Después de esta breve explicación, los estudiantes pudieron empezar a resolver cada uno de los 6 retos para conseguir escapar del laboratorio (Figura 1).

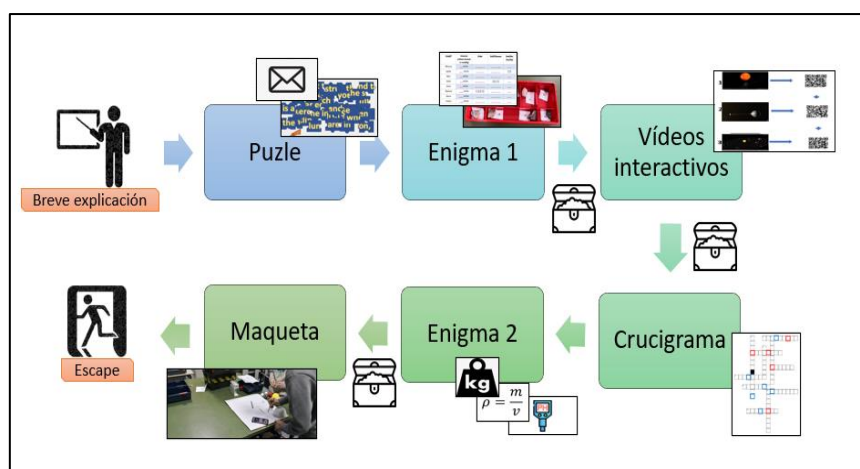


Figura 1. Secuenciación del Escape Room – Breakout desarrollado.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

En cada puesto de trabajo, cada pareja encontró una caja grande cerrada por un candado de 4 dígitos y una carta. La carta contiene un mensaje de Stephen Hawking en el que está enfadado por la falta de conocimiento e interés de los jóvenes, por lo que los ha encerrado en el laboratorio. Esta carta es un reto en sí mismo (Puzzle) ya que contiene un código QR que redirige a un puzzle virtual. El puzzle constituye una pregunta que los estudiantes debían contestar al profesor para que este les entregue el siguiente reto (Enigma 1). En este reto los alumnos tuvieron que rellenar una tabla con información sobre el orden, la composición, la presencia de satélites y el perímetro de cada planeta del Sistema Solar. Además, en este reto los estudiantes tuvieron que identificar un mineral determinado entre varias muestras. A través de estas tareas, se obtuvo la combinación que abría el candado de la caja grande.

Dentro de la caja grande, los estudiantes encontraron el tercer reto (Vídeos interactivos) y una caja mediana con un candado de llave. Este reto consiste en la visualización y resolución de varios candados digitales con la información que se expuso en cada uno de los vídeos. Cuando se completa este reto, los estudiantes acceden a un enlace web que revela dónde se encuentra escondida la llave del candado de la caja mediana.

En la caja mediana se halla el cuarto reto y una caja pequeña cerrada por un candado de tres cifras. El cuarto reto (Crucigrama) consta de un crucigrama con varias definiciones generales sobre el Sistema Solar. Al resolverlo, los estudiantes pueden acceder mediante un código QR al siguiente reto. El quinto reto (Enigma 2) consta de tres tareas relacionadas con cálculos de densidad media planetaria (A), diferencias de peso de los cuerpos en los distintos planetas (B) y determinación experimental del pH de distintas sustancias (C) (ver Figura 2). Cada una de estas tres tareas proporcionó un número. Con la correcta resolución de este reto se obtiene la combinación de tres dígitos que abre la caja pequeña.

A

	Tierra	Marte	Saturno	Urano
VOLUMEN:	$1,083 \times 10^{12} \text{ km}^3$	$1,6318 \times 10^{11} \text{ km}^3$	$8,27 \times 10^{14} \text{ km}^3$	$6,834 \times 10^{13} \text{ km}^3$
MASA:	$5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$	$6,39 \times 10^{23} \text{ kg}$	$5,683 \times 10^{26} \text{ kg}$	$8,681 \times 10^{25} \text{ kg}$
DENSIDAD:				

B

(¿Alguien sabe qué diferencia hay entre peso y masa?)
 Yo peso 70 kg en la Tierra (686 Newton). Pero ¿es mi peso el mismo en otros planetas? Os daré la gravedad de cada planeta para facilitar el cálculo:

	Gravedad	Newton	Pesos [en kg] (Redondear a 3 decimales)
Mercurio:	3,70 m/s ²		
Venus:	8,87 m/s ²		
Marte:	3,71 m/s ²		
Júpiter:	24,79 m/s ²		
Saturno:	10,44 m/s ²		
Urano:	8,87 m/s ²		
Neptuno:	11,15 m/s ²		

1N = 0,102 kg

C

Dispones de papel de tornasol (papel sensible y detector de pH) y una serie de sustancias cotidianas. Debes determinar el pH de cada una y resolver este fácil enigma:




Figura 2. Quinto reto (Enigma 2). Engloba las tareas A, B y C.

La caja pequeña contiene el reto final (Maqueta) y diversos materiales. El último reto es una instrucción en la que se pide a los estudiantes que elaboren una maqueta del Sistema Solar con las instrucciones y materiales que se le proporcionan. Cuando la pareja de estudiantes cree tener hecha correctamente la maqueta, debe llamar al profesor para que este valide esta tarea y entregue la llave que permite escapar del laboratorio, y con ello, finalizar la actividad.

Cuando todos los maestros en formación finalizaron el Escape Room – Breakout diseñado, se les pidió que valorasen el grado de interés que les generó la metodología propuesta como herramienta didáctica. Para ello, tuvieron que contestar a esta pregunta mediante una escala Likert de 5 puntos. En esta escala, 1 indicaba ningún interés acerca del uso de un Escape Room – Breakout como herramienta didáctica y 5 indicaba mucho interés. El 97% de los participantes valoró esta metodología como interesante (4) o muy interesante (5), mientras que un 3% la valoró con un interés regular (3). Estos resultados indican un grado de satisfacción elevado y generación de interés hacia a este tipo de metodologías tras el desarrollo del Escape Room – Breakout implementado. En la bibliografía, existen diversos estudios que apoyan el uso de los Escape Room y los Breakout como herramientas didácticas para impartir contenidos científicos en el contexto de las metodologías de aprendizaje activo y gamificación (Watermeier y Salzameda, 2019; Veldkamp et al., 2020). El Escape Room - Breakout educativo, tiene importantes ventajas ya que puede incrementar las emociones positivas y actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y los contenidos impartidos (Yllana-Prieto et al., 2021). La generación de emociones y actitudes positivas es muy útil e importante, especialmente en los maestros en formación, debido a que la mayoría de los estudiantes provienen de un itinerario previo de Humanidades y Ciencias Sociales (González-Gómez et al., 2018).

CONCLUSIONES

En consonancia con el progreso del Escape Room – Breakout propuesto, los distintos retos parecen tener una dificultad adecuada, ya que los estudiantes completaron el Escape Room – Breakout dentro del tiempo estimado. Durante el desarrollo de la actividad, existe un ambiente de satisfacción y concentración por parte de los participantes. Este ambiente podría ayudar a los estudiantes a tener un mayor interés en los contenidos científicos en general, y en los relacionados con el Universo en particular. En este sentido, un 97% de los maestros en formación valoró el uso de un Escape Room – Breakout a modo de herramienta didáctica como interesante (4) o muy interesante (5). Este punto es especialmente importante en los maestros en formación, ya que la mayoría de ellos provienen del itinerario de Humanidades y Ciencias Sociales en su etapa preuniversitaria, lo cual se traduce en una disminución generalizada del interés hacia contenidos y materias científicas. La naturaleza transversal del Escape Room – Breakout desarrollado hace que esta actividad sea ideal para repasar la mayor parte de los contenidos sobre el Universo que se enseñan en las clases teóricas, pero también ayuda a repasar algunos conceptos matemáticos básicos. Los resultados presentados son prometedores para futuras investigaciones ya que este tipo de actividades pueden tener múltiples beneficios en la motivación y el compromiso del estudiante. Por lo tanto, el Escape Room – Breakout desarrollado parece ser una herramienta educativa útil para enseñar los conceptos científicos impartidos a los maestros en formación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Consejería de Economía y Agenda Digital de la Junta de Extremadura (España) y fondos FEDER (proyectos IB18004 y GR21047) y al Ministerio de Ciencias e Innovación (Proyecto PID2020-115214RB-I00/AEI /10.13039/501100011033) por la financiación recibida, que ha hecho posible llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinoğlu, O., y Tandoğan, R. Ö. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 3(1), 71-81. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75375>
- Brown, N., Darby, W., y Coronel, H. (2019). An escape room as a simulation teaching strategy. *Clinical Simulation in Nursing*, 30, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.02.002>
- David, D., Arman, E., Chandra, N., y Nadia, N. (2019). Development of Escape Room Game using VR technology. *Procedia Computer Science*, 157, 646-652. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.223>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". En Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments (pp. 9-15). <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- González-Gómez, D., Jeong, J. S., y Gallego-Picó, A. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del Grado de Educación Primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación química*, 29(1), 77-88. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>
- Mizokami, S. (2018). Deep active learning from the perspective of active learning theory. En *Deep active learning* (pp. 79-91). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5660-4_5
- Nicholson, S. (2015). Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities. White Paper available at <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Nicholson, S. (2018). Creating engaging escape rooms for the classroom. *Childhood Education*, 94, 44-49. <https://doi.org/10.1080/00094056.2018.1420363>
- O'Brien, K., y Pitera, J. (2019). Gamifying instruction and engaging students with Breakout EDU. *Journal of Educational Technology Systems*, 48(2), 192-212. <https://doi.org/10.1177%2F0047239519877165>
- Pho, A., y Dinscore, A. (2015). Game-based learning. *Tips and Trends*.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Queiruga-Dios, A., Santos, M. J., Queiruga-Dios, M., Gayoso, V., y Hernández, A. (2020). A virus infected your laptop. let's play an escape game. *Mathematics*, 8(2), 166. <https://doi.org/10.3390/math8020166>
- Taraldsen, L. H., Haara, F. O., Lysne, M. S., Jensen, P. R., y Jenssen, E. S. (2020). A review on use of escape rooms in education—touching the void. *Education Inquiry*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/20004508.2020.1860284>
- Veldkamp, A., Daemen, J., Teekens, S., Koelewijn, S., Knippels, M. C. P., y van Joolingen, W. R. (2020). Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1220-1239. <https://doi.org/10.1111/bjet.12935>
- Watermeier, D., y Salzameda, B. (2019). Escaping boredom in first semester general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 961-964. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00831>
- Yllana-Prieto, F., Jeong, J. S., y González-Gómez, D. (2021). An online-based edu-escape room: A comparison study of a multidimensional domain of PSTs with flipped sustainability-stem contents. *Sustainability*, 13(3), 1032. <https://doi.org/10.3390/su13031032>

Desarrollo de un instrumento para el análisis de libros de texto de ciencia y tecnología desde una perspectiva de género

García-Durán, Desirée¹, Torres-Blanco, Verónica², Martín-Gámez, Carolina³, Fernández-Oliveras, Alicia⁴.

¹ Universidad de Málaga. desigarciaduran@uma.es.

² Universidad de Málaga. vtorres@uma.es.

³ Universidad de Málaga. cmartin@uma.es.

⁴ Universidad de Granada. alilia@ugr.es.

RESUMEN: Se presenta el proceso seguido para el desarrollo de un instrumento para el análisis de libros de texto de áreas científico-tecnológicas desde una perspectiva de género. Para el diseño del instrumento se utilizó un enfoque de investigación cualitativo, centrado en el análisis de contenido para extraer de la literatura las causas de la baja elección de estas materias por parte de las estudiantes. El diseño inicial partió del marco teórico desarrollado y fue depurándose conforme se avanzó en el análisis preliminar de varias unidades de libros de texto. El diseño final del instrumento se obtuvo tras un proceso de validación externa, una vez incorporadas las observaciones de las expertas colaboradoras.

PALABRAS CLAVE: imagen de la ciencia, referentes femeninos, emociones, perspectiva de género.

ABSTRACT: The process followed for the development of an instrument for the analysis of textbooks of scientific-technological areas from a gender perspective is presented. For the design of the instrument, a qualitative research approach was used, focused on content analysis to extract from the literature the causes of the low choice of these subjects by the students. The initial design started from the developed theoretical framework and was refined as the preliminary analysis of various textbook units progressed. The final design of the instrument was obtained after an external validation process, once the observations of the collaborating experts had been incorporated.

KEYWORDS: image of science, female referents, emotions, gender issue.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, a pesar de la gran demanda de empleos en los campos STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), los estudiantes no tienden a elegir estas áreas para sus estudios superiores, siendo especialmente preocupante la brecha de género existente en estos ámbitos (Holmegaard et al., 2012; Cadaret et al., 2017). La falta de interés vocacional hacia las materias científico-tecnológicas comienza a producirse en la adolescencia (Vázquez y Manassero, 2008; Patall et al., 2017). De ahí que, la escuela debe ser el lugar donde se cambie esta realidad y se enseñe la importancia que tiene la ciencia en la sociedad, de modo que se ofrezca la oportunidad de mostrar otra visión que no es posible aprender en otros contextos (Vázquez, 2013). Para ello, es necesario que los contenidos se muestren en conexión con los problemas y preocupaciones sociales y se

fomenten las actividades de discusión (Khanyane et al., 2016; Toma et. al, 2019). Además, de visibilizar referentes femeninos (Rossi y Barajas, 2015) y prestar atención a los aspectos actitudinales, afectivos y emocionales (Vázquez y Manassero, 2009). En este contexto se presenta el desarrollo de un instrumento que trata de valorar la presencia en los libros de texto de aspectos epistémicos y no epistémicos (García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018), que pueden estar influyendo en la brecha de género de las áreas STEM, asociados a la imagen de las ciencias, el conocimiento de referentes femeninos y las emociones.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el diseño del instrumento fue cualitativa, con un planteamiento basado en el análisis de contenido. El proceso comenzó realizando una revisión de la bibliografía existente sobre los elementos influyentes en la baja elección de las áreas STEM por parte del estudiantado (ej. Archer et al., 2010; Christidou et al., 2016, Wang y Degol, 2017). Mediante un procedimiento inductivo se construyó un sistema de categorización con las categorías que conforman el instrumento, sus correspondientes indicadores y una serie de niveles excluyentes dentro de estos (Fernández-Oliveras, Martín-Gámez y García-Pardo, 2021). Este diseño inicial fue depurándose conforme se avanzó en el análisis preliminar de varias unidades de enseñanza y aprendizaje (UEA) de libros de texto de asignaturas de ciencias (Martín-Gámez et al., 2021). A través del estudio por pares, mediante la triangulación interna de datos basada en el contraste de los análisis parciales de las autoras, se concretaron las definiciones y se corrigieron ambigüedades de los indicadores del instrumento y de sus niveles. Se encontró que las UEA analizadas, en algunas categorías, ofrecían todos los indicadores combinados en sus distintos niveles (García-Durán et al., 2021). Estos resultados preliminares llevaron a plantear la asignación de puntuaciones correspondientes a cada nivel. Así, se establecieron tres niveles de progresión en cada uno de los indicadores (nivel deseable-N3, intermedio-N2 y no deseable-N1), facilitando el análisis. Una vez realizado el pilotaje, el instrumento fue sometido a una validación externa. Para dicho proceso las autoras contaron con la colaboración de colegas expertas en género y en didáctica de las ciencias, que evaluaron la versión depurada del instrumento. Merced a las valoraciones realizadas en dicho juicio, se perfeccionó el instrumento clarificando la redacción de sus categorías e indicadores y matizando algunos de los niveles de progresión de estos últimos. También se añadió un nuevo indicador no recogido anteriormente, denominado “imagen de las ciencias, tecnología y matemática conectadas con el arte y la creatividad”.

RESULTADOS

Las categorías del instrumento son tres: imagen de las ciencias, conocimiento de referentes femeninos y emociones (Tablas 1, 2 y 3). Ni las categorías ni sus indicadores son excluyentes, solo lo son los niveles de progresión. Así, un determinado fragmento de una UEA puede presentar distintos indicadores de las tres categorías, pero solo uno de los niveles de progresión por cada indicador. Cada vez que se dé el indicador y el nivel correspondiente se otorgará un punto a este nivel. De manera que se tendrá, de cada libro de texto, un número entero de N1, N2 y N3 para cada indicador. También se podrá calcular el número total de N1, N2 y N3 que tiene el libro. Con ello, además de los resultados parciales por indicador, se puede obtener un resultado global que otorgue a cada libro una terna de valores (N3=resultados positivos, N2=resultados más neutros; N1=resultados negativos). También se pueden determinar estas ternas de valores por categorías. De este modo se puede proporcionar una valoración cuantitativa de cada libro de texto analizado. Ello permite estudiar fácilmente los puntos fuertes y débiles de un

libro de texto u otro recurso educativo, concluyendo en qué aspectos concretos ha de mejorar su perspectiva de género. Además, estos valores pueden expresarse en términos relativos respecto al número de fragmentos en los que se ha descompuesto cada libro analizado, facilitando el establecimiento de comparaciones entre distintos libros de texto.

Tabla 1. Categoría *Imagen de las ciencias (I)* del instrumento de análisis

Indicadores	Niveles (excluyentes)	Valoración otorgada
<i>Importancia en la sociedad (IIS):</i> Utilidad de las ciencias y la tecnología como elemento clave que repercute en nuestra sociedad en muchos ámbitos.	<i>Social:</i> Ciencia y tecnología relacionada en el ámbito social (influye en la vida de las personas).	N3
	<i>No mencionado:</i> No se menciona explícitamente	N2
	<i>Científica:</i> Puramente relevante para el desarrollo científico y tecnológico.	N1
<i>Imagen como actividad colaborativa (IAC):</i> Ciencia y tecnología como producto humano en cuya construcción participan hombres y mujeres, de forma conjunta.	<i>Colaborativa con presencia femenina:</i> Trabajo conjunto donde existe presencia femenina.	N3
	<i>Colaborativa:</i> Trabajo conjunto de personas del mismo sexo.	N2
	<i>Individual/no se puede valorar:</i> No aparece que el trabajo científico y matemático sea por el trabajo de un conjunto de personas. / No se puede valorar.	N1/N1*
<i>Imagen de la ciencia fuera de académico (IFA):</i> Ciencia y tecnología como algo cotidiano y diario en conexión directa con la vida de todas las personas.	<i>Cotidiana:</i> Algo de uso y/o relacionado para la vida cotidiana.	N3
	<i>Académica:</i> Solo de utilidad y/o conectado para el ámbito académico y de los especialistas.	N2
	<i>Descontextualizada:</i> No se muestra la conexión con la vida cotidiana.	N1
<i>Imagen de la ciencia más allá de lo empírico (IME):</i> Creación de ciencia y tecnología más allá de lo experimental a través de la reflexión, la comunicación y la toma de decisiones.	<i>Construcción integrada:</i> Creación de las ciencias y la tecnología a partir de otros procesos (destrezas de orden superior) como la comunicación (C), la reflexión (R), argumentación (AG), el planteamiento y resolución de problemas (RP) y la toma de decisiones (TD) (no son excluyentes), que permiten ir más allá de lo empírico.	N3
	<i>Construcción no integrada:</i> Ciencia y tecnología creada únicamente por procedimientos instrumentales, mecánicos y/o algorítmicos para la construcción de conocimiento científico y matemático, dando una visión rígida y dogmática de las ciencias.	N2
	<i>Construcción sin especificar:</i> No se alude ni se muestra ni se fomenta los procedimientos necesarios para la construcción del conocimiento científico y tecnológico.	N1
<i>Imagen no elitista de las ciencias (INE):</i> Las personas de ciencias y tecnología no tienen por qué tener una capacidad extraordinaria y que se manifiesta desde muy jóvenes.	<i>No elitista:</i> No es necesario disponer de capacidades específicas extraordinarias	N3
	<i>Elitismo neutro:</i> No se menciona explícitamente nada sobre capacidades.	N2
	<i>Elitista:</i> Necesidad de capacidades extraordinarias.	
<i>Imagen estereotipada de las ciencias y tecnología (IE):</i> Personas que hacen ciencias y tecnología no tienen por qué	<i>Contra estereotipos:</i> Personas de ciencias y tecnología con diversidad de apariencias, vestimentas variadas, hombres y mujeres, etc. y/o haciendo ciencias y tecnología en lugares distintos	N3

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

tener atributos físicos determinados ni hacer ciencias o tecnología solo en lugares determinados (ej. laboratorios).	al laboratorio.	
	<i>No evaluable:</i> No da información sobre los atributos de las personas que hacen ciencias y tecnología ni de lugares concretos donde hacer ciencias y tecnología.	N2
	<i>Estereotipada:</i> Solo aparecen hombres y/o en las imágenes se aprecian estereotipos (gafas, batas de laboratorio, personas poco atractivas, etc.) y/o en el laboratorio.	N1
<i>Imagen de las ciencias, tecnología y matemáticas conectadas con el arte y la creatividad (ICAC):</i> La creatividad es un elemento clave para la hacer ciencia y tecnología.	<i>Con arte y/o creatividad como recurso:</i> Se muestra y/o se menciona la importancia del arte y la creatividad en la construcción del conocimiento científico y tecnológico como recurso educativo.	N3
	<i>Con arte y/o creatividad decorativa:</i> Se muestra y/o se menciona la importancia del arte y la creatividad en la construcción del conocimiento científico y tecnológico con un valor anecdótico o decorativo.	N2
	<i>Sin arte y/o creatividad:</i> No se menciona ni se muestra explícitamente nada con relación a la conexión existente entre la creatividad y/o el arte en las materias científicas y tecnológicas.	N1
<i>Imagen profesional amplia de las ciencias, tecnología y matemáticas (IPA):</i> Profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología diversas y relacionadas con el mundo actual	<i>Futuro profesional actual:</i> Se muestran diversas salidas profesionales conectadas con el mundo de hoy en día.	N3
	<i>Futuro profesional tradicional:</i> Vinculación a salidas profesionales tradicionales.	N2
	<i>Sin vinculación profesional:</i> No se da la visión de futuro profesional.	N1

Tabla 2. Categoría *Conocimiento de referentes femeninos (RF)* del instrumento de análisis

Indicadores	Niveles (excluyentes)	Valoración otorgada
<i>Visibilidad de mujeres científicas (RFVM):</i> Visibilizar a las mujeres en la ciencia, tecnología y matemáticas para crear referentes, y si estos referentes son actuales y cercanos.	<i>Aparición actualizada:</i> Muestra mujeres relevantes en el área de conocimiento. Todas son referentes actuales y/o combina referentes actuales e históricos.	N3
	<i>Aparición desactualizada:</i> Muestra mujeres relevantes en el área de conocimiento y todas son referentes históricos.	N2
	<i>Sin aparición/ no se puede valorar:</i> No muestra ninguna mujer relevante en el área abordada, solo muestra hombres relevantes. / No se puede valorar	N1/N1*
<i>Visibilidad de aportaciones de mujeres (RFVA):</i> Dar a conocer las aportaciones de las mujeres a la ciencia, tecnología y matemática, dejando de manifiesto que fueron contribuciones de ellas.	<i>Con aportación:</i> Muestra la aportación de la mujer relevante en el área de conocimiento dejando de manifiesto que fueron contribuciones de ellas.	N3
	<i>No se puede valorar:</i> No se menciona ninguna mujer y por tanto ninguna aportación.	N2
	<i>Sin aportación:</i> No muestra la aportación de la mujer relevante en el área de conocimiento y/o no pone de manifiesto que fueron contribuciones de mujeres o solo aparecen aportaciones masculinas.	N1

<i>Visibilidad del contexto social en el que se crearon las aportaciones científicas (RFVC):</i> Dar a conocer contextos donde se crearon las aportaciones mostrando dificultades, retos, fracasos, sus familias, etc.	<i>Con contexto/ comparaciones referentes masculinos:</i> Muestra el contexto social de la mujer relevante en el área de conocimiento, pero sin aportar datos que menosprecien sus logros. / Muestra comparaciones entre las situaciones vividas entre los referentes masculinos y los referentes femeninos.	N3/N3*
	<i>No se puede valorar:</i> No es mencionada ninguna mujer y por tanto tampoco ningún contexto.	N2
	<i>Sin contexto:</i> No muestra el contexto social de la mujer relevante mencionada o solo muestra contextos de referentes masculinos.	N1

Tabla 3. Categoría *Emociones (E)* del instrumento de análisis

Indicadores	Niveles (excluyentes)	Valoración otorgada
<i>Diversión/Alegría/Disfrute/Placer (fun, joy, enjoyment) (EFJ):</i> Las ciencias son muy divertidas, y por ello, practicar y aprender ciencias provoca alegría, hace disfrutar, es placentero.	<i>Diversión/Alegría/Disfrute/Placer:</i> Se muestra o fomenta la diversión/alegría que se experimenta durante el proceso que se realiza al hacer ciencias, tecnología y matemáticas, y/o cuando se alcanzan logros.	N3
	<i>Neutro:</i> No se muestra o fomenta esta emoción	N2
	<i>Aburrimiento, ira, sufrimiento:</i> Se muestra o fomenta estas emociones negativas.	N1
<i>Expectación/Entusiasmo/Curiosidad (exciting) (EEC):</i> Las ciencias provocan expectación, entusiasmo, emocionan, fascinan y despiertan la curiosidad.	<i>Expectación/Entusiasmo/Curiosidad:</i> Se muestra o se fomenta la expectación/entusiasmo/curiosidad que se debe experimentar al inicio del proceso	N3
	<i>Neutro:</i> No se muestra o fomenta esta emoción	N2
	<i>Apatía, desidia, indolencia:</i> Se muestra o fomenta estas emociones negativas.	N1
<i>Atracción (engagement) (EE):</i> Las ciencias son atractivas, “enganchan”.	<i>Atracción/Compromiso/Implicación:</i> Se muestra o se fomenta la atracción/compromiso/implicación que se debe experimentar durante el proceso de hacer ciencias, tecnología o matemáticas.	N3
	<i>Neutro:</i> No se muestra o fomenta esta emoción	N2
	<i>Rechazo, odio:</i> Se muestra o fomenta estas emociones negativas.	N1
<i>Interés (interest) (EI):</i> La adquisición de conocimiento científico es algo valioso, relevante.	<i>Interés:</i> Se muestra o fomenta el interés que debe despertar las ciencias, tecnología y matemáticas al ser algo relevante e importante.	N3
	<i>Neutro:</i> No se muestra o fomenta esta emoción	N2
	<i>Nimiedad, sensación de insustancialidad, de irrelevancia:</i> Se muestra o fomenta estas emociones negativas.	N1
<i>Seguridad/Confianza/Gratificación (confident, self-efficacy) (ECS):</i> La práctica y el aprendizaje de aspectos científicos proporciona seguridad, confianza en uno/a mismo/a.	<i>Seguridad/Confianza:</i> Se muestra o fomenta la confianza/seguridad al fomentar el sentirse competente.	N3
	<i>Neutro:</i> No se muestra o fomenta esta emoción	N2
	<i>Miedo/Inseguridad/Impotencia/Frustración:</i> Se muestra o fomenta estas emociones negativas.	N1
<i>Tranquilidad/Paz (tranquility, peace) (ETP):</i> La práctica y el aprendizaje de aspectos científicos genera tranquilidad, despreocupación, sensación de control, de plenitud, paz.	<i>Tranquilidad:</i> Se muestra o fomenta la tranquilidad que se debe experimentar al aprender ciencias, tecnología y matemáticas, así como al establecer relaciones entre el conocimiento científico aprendido y el entorno/práctica/realidad.	N3
	<i>Neutro:</i> No se muestra o fomenta esta emoción	N2
	<i>Ansiedad, estrés (tensión, agobio y preocupación), nerviosismo:</i> Se muestra o fomenta estas emociones negativas.	N1

CONCLUSIONES

El proceso llevado a cabo, que incluye una validación externa, ha permitido ofrecer rigor científico al instrumento desarrollado, asegurando que pueda servir para analizar libros de texto e, incluso cualquier otro recurso educativo de las materias STEM, desde una perspectiva de género. Además, gracias al análisis exploratorio realizado hasta el momento, se revela que es necesario seguir trabajando para cambiar esos aspectos epistémicos y no epistémicos que están dirigiendo a los estudiantes y, en especial, a las chicas a la no elección de las áreas científico-tecnológicas. Para ello, al ser los libros de texto el principal recurso en la enseñanza se hace necesario seguir analizándolos y ofrecer una valoración de ellos, según cada uno de los indicadores que aparecen en el instrumento. Gracias a esto, se encontrará si estos recursos educativos están contribuyendo al desinterés y, si es así, en qué sentido concretamente actuar para cambiar dicha realidad, ofreciendo mayor equidad a la orientación de todo el alumnado en la elección de su futuro profesional.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto “Análisis didáctico de unidades de enseñanza y aprendizaje en libros de texto de matemáticas y ciencias desde una perspectiva de género” (PGC2018-094114-A-I00) financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (SELECCIÓN)

- Cadaret, M. C., Hartung, P. J., Subich, L. M., y Weigold, I. K. (2017). Stereotype threat as a barrier to women entering engineering careers. *Journal of Vocational Behavior*, 99, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.12.002>
- García-Carmona, A. y Acevedo-Díaz, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science & Education*, 27(5), 435-455. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9868-y>
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. y Ulriksen, L. (2012) To choose or not to choose science: constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186–215. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749362>
- Patall, E. A., Steingut, R. R., Freeman, J. L., Pituch, K. A., Vasquez, A. C. (2018). Gender disparities in students’ motivational experiences in high school science classrooms. *Science Education*, 102(5). <https://doi.org/10.1002/sce.21461>
- Rossi, A. y Barajas, M. (2015). Elección de estudios CTIM y desequilibrios de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 59-76. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1481>
- Toma, R. B., Greca, I. M. y Orosco, M. L. (2019). Attitudes towards science and views of nature of science among elementary school students in terms of gender, cultural background and grade level variables. *Research in Science & Technological Education*, 37(4), 492-515. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1561433>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48.

DinoCienciArte: un proyecto para enseñar y aprender ciencias

Rafael Royo-Torres¹, Alfonso Burgos Risco², Beatriz Carrasquer-Álvarez³, Adrián Ponz-Miranda⁴.

1 Beagle-IUCA, Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Zaragoza. royotorres@unizar.es

2 Unidad predepartamental de Bellas Artes. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Zaragoza. alfonsoburgos@unizar.es

3 Beagle-IUCA, Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. becarras@unizar.es

4 Beagle-IUCA, Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Zaragoza. adrian.ponz@unizar.es

RESUMEN: El plan Bolonia implica la adquisición de conocimientos y la adquisición de competencias para ejercer una profesión. Con este objetivo se pretende mejorar las experiencias de aprendizaje en ciencia en tres grados impartidos en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de Teruel (UZ): Educación Primaria, Infantil y Bellas Artes. Estas experiencias se están elaborando con recursos del patrimonio geológico y paleontológico. Los discentes universitarios producen actividades educativas e ilustraciones científicas que les sirven de aprendizaje activo (es decir, pensando y realizando después) sobre aspectos geológicos del entorno próximo. Posteriormente la actividad se implementa en colegios de Educación Infantil y Primaria colaborando con el profesorado a través de proyectos como Hipatia. Además, los resultados se transfieren a la sociedad con un nuevo recurso, implementación en una localidad de ilustración-mural del tiempo geológico. Como resultado final, se consigue un aprendizaje de ciencias en educación y la alfabetización científica de la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje activo, Didáctica, Educación, Patrimonio Geológico, Ciencia

ABSTRACT: The Bologna agreement foment continued learning and skill acquisition in professionals. This is aimed at improving the scientific learning experiences for the students in the three degree programs taught in the en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de Teruel (UZ): Infant and primary education and fine arts. Local geological and paleontological heritage is leveraged to this end. University lecturers develop educational activities and scientific illustrations which lead to an active (theory followed by practice) learning experience of their geological surroundings. The activity will be later implemented in infant and primary school though collaboration with their teachers under projects such as Hipatia. Furthermore, the results will be of benefit to society in the form of a new resource, a illustrative mural of geological time. The final outcome is twofold, scientific learning in the education sector and scientific literacy for the great society.

KEYWORDS: Active learning, Education, Geological heritage, Science, Teaching.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Teruel, con un patrimonio geológico excelente para su observación y yacimientos paleontológicos de importancia internacional permiten trabajar la educación en ciencias desde una perspectiva diferente al método tradicional. Enseñar los yacimientos, sus paisajes, conocer donde se sitúan, su importancia, explicar su origen. Todas estas cuestiones abren el abanico de posibilidades en la enseñanza aprovechando unas inversiones previas del Gobierno de Aragón a través de diferentes instituciones en su protección y puesta en valor. Por ejemplo, en la localidad El Castellar se han habilitado gran cantidad de recursos con el fin de divulgar y educar (Cobos et al., 2020). Es el momento de usarlos para enseñar y aprender en los diferentes ámbitos formales de la Educación. Y en este sentido se considera una responsabilidad de los docentes en didáctica de la Ciencia utilizar los mejores recursos que dispone a su alrededor, en este caso el territorio para enseñar y aprender ciencia (Bransford et al., 2000). El patrimonio natural se observa como una "aula" con elementos singulares y motivadores para generar una educación diferencial y de calidad.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Con este proyecto (PIIDUZ_1_300) se pretende impulsar una nueva experiencia transversal entre profesores universitarios, estudiantes de grado de Magisterio, estudiantes de Bellas Artes y los maestros/as y alumnado de Educación Primaria e Infantil. Se unen sinergias del profesorado en su investigación sobre patrimonio geológico, didáctica e ilustraciones artísticas puestos al servicio de la enseñanza, así como su posible transferencia posterior a la sociedad. Los objetivos generales están enmarcados en el desarrollo sostenible (ODS) dando a conocer conceptos como cambio climático, evolución y extinción del pasado para comprender mejor las causas actuales de los problemas que se observan en el mundo actual. Entre los objetivos particulares, durante el curso 2021-2022, se está explorando el concepto de tiempo geológico, ligado a formaciones (rocas) de una zona de la provincia de Teruel con relevancia en afloramientos y yacimientos paleontológicos. Para ello se ha elegido el entorno del valle del río Alfambra y la Sierra de Castelfrío próximo a la ciudad de Teruel, con fácil acceso y gran cantidad de recursos del Mesozoico y Cenozoico hasta la actualidad.

METODOLOGÍA

Se plantean tres fases principales: organización, preparación e implementación con cada uno de los grados. Durante septiembre/octubre de 2021 se organizaron las actividades y se plantearon las fechas así como una valoración del presupuesto total de la actividad y una búsqueda de financiación a través de la Fundación Universitaria Antonio Gargallo, Decanato de la Facultad, Rectorado del Campus de Teruel y el ayuntamiento de la localidad, el cual va participar para recibir la implementación de la ilustración-mural.

Las actividades relacionadas con este proyecto se están llevando a cabo con el alumnado de las asignaturas Didáctica del medio biológico y geológico (tercer curso de Magisterio en Educación Primaria), Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza (segundo curso de Magisterio en Educación Infantil) y con la asignatura 'Metodología de proyectos. Imagen' de tercer curso de Bellas Artes (BBAA), todas de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas del Campus de Teruel. Además se cuenta al menos con el CEIP La Fuenfresca para trabajar con maestros y alumnado de Infantil y Primaria e implementar las actividades docentes generadas.

Se considera muy importante partir del conocimiento básico, conocer y generar una adaptación de los contenidos mediante transposición didáctica, donde no se pierda lo importante, pero sirva para ser comprendido a diferentes niveles educativos. Con esta información científica preparada se genera una transmisión a la comunidad universitaria, solo entonces los estudiantes serán capaces de estar en disposición de elaborar nuevas habilidades o metodología didácticas (Enkvist, 2011; Ruiz, 2020; Massó, 2021). Se van a trabajar 6 escenas correspondientes a 6 momentos geológicos que se reconocen en diferentes itinerarios y paisajes geológicos en el valle del río Alfambra y la Sierra de Castelfrío (Teruel): Triásico continental, Jurásico marino, Jurásico continental, Paleógeno y Neógeno continental y actualidad (Alcalá et al., 2018; Royo-Torres et al., 2021).

En el primer cuatrimestre se ha trabajado con alumnado de Bellas Artes (BBAA), se realizó una presentación del tema (tiempo geológico asociados a las formaciones geológicas), y se han enseñado los conceptos básicos y el porqué de su elección en función de su utilidad posterior de aprendizaje. Se ha aplicado una metodología de diseño visual competitivo; mediante 5 equipos se ha trabajado la generación de 5 bocetos a través de dos fases de ejecución y elección de propuesta ganadora, además se han analizado las características del proyecto para la posterior realización de un mural de dimensiones 30 por 3 metros en la localidad elegida. Éste va a ser ejecutado en la localidad de Peralejos en una pared exterior junto a un centro de interpretación sobre la Naturaleza de Peralejos y la Sierra de Castelfrío.

En el segundo cuatrimestre se pretende la implementación del mural. Mientras con el alumnado de magisterio una vez transmitido el conocimiento básico mediante exposición y realización de prácticas manipulando las rocas, los fósiles y las ilustraciones generadas en BBAA se investigará y se propondrá una serie de actividades didácticas para implementar en Educación Primaria e Infantil siguiendo las destrezas de la taxonomía educacional de Bloom, donde se establece una jerarquía de: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. La actividad presentada en este trabajo se situará dentro del grupo de análisis de alto valor cognitivo con las acciones de observar, describir, explicar, dibujar, discutir, reflexionar y concluir (Anderson et al., 2001). Posteriormente se elegirá la más apropiada entre el profesorado y el alumnado.

La última fase será realizada con alumnado de edades tempranas (3-12 años) de un CEIP de Teruel elegido para trabajar la propuesta desarrollada, en este caso aprovechando el proyecto del Gobierno de Aragón de Hipatia, donde los docentes de ambos centros, universidad y colegio, colaboran para la mejora de la enseñanza a través de los recursos geológicos. La actividad se puede trabajar primero en el aula y posteriormente con una visita al mural de la localidad.

Durante todo el proceso se pretende valorar el conocimiento aprendido mediante encuestas antes y después de trabajar las actividades con el alumnado universitario y con los discentes que realicen la implementación de la propuesta didáctica. Este proyecto es experimental y de desarrollo de competencias. Pretende que los estudiantes elaboren las actividades y que se observe una utilidad real. Con el proyecto completado, a finales del curso 2021-2022 y después de obtener sus resultados finales se valorará si esta forma de trabajar es efectiva, es mejor o complementaria a una metodología tradicional de enseñanza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados algunos ya desarrollados y otros en fase de ser obtenidos son:

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

-Formación y toma de conciencia en el conocimiento de los recursos patrimoniales geológicos y paleontológicos de la provincia de Teruel para valorar su potencial en el ámbito educativo. Solo se transmite lo que se conoce por eso es muy importante mostrar el patrimonio y su importancia social y turística para la provincia de Teruel. Obtener ilustraciones y actividades propias del entorno y del lugar a trabajar que se puedan usar y trasladar directamente a los maestros/as de los colegios de Educación Infantil y Primaria. En general el aprendizaje de los estudiantes está en función de sus experiencias educativas en las aulas que proponen los docentes (Wieman, 2017). En este sentido trabajar con fósiles que representan fauna y flora ya extinguida genera una motivación al alumnado en su máximo grado (Sami et al., 2017) que permite introducir conceptos sobre Geología y Biología.

-De las encuestas realizadas al alumnado de BBAA (<https://forms.gle/3dxnGxEiDCJ3jsmh9>) podemos ver que al 100% de los alumnos le ha gustado trabajar un tema de ciencias en su asignatura y tienen la percepción de que han aprendido conceptos relacionados con la Geología. De hecho el 87,5 % han sido capaces de ordenar los periodos geológicos del Mesozoico (Triásico, Jurásico, Cretácico) y Cenozoico de más antiguo a moderno y el 62,5 % han sabido identificar los colores que se usan en la escala oficial de los tiempos geológicos. El 87 % considera que la actividad es útil, más allá de servirles para aprobar o superar la asignatura, y el 50 % manifiesta que esto les ha motivado más para involucrarse en el proyecto. Las ilustraciones serán usadas para generar actividades didácticas y su implementación en la localidad elegida, Peralejos, puede servir como recurso turístico y apoyo a la dinamización rural en zonas despobladas.

-Diseño de actividades didácticas en los puntos geológicos elegidos (formaciones, yacimientos, etc) enfocados a lograr motivación y emociones positivas que acompañen un aprendizaje significativo. El descubrimiento, la exploración, la curiosidad, el debate, la discusión, la colaboración y el razonamiento para establecer conexiones entre las evidencias científicas, el mundo que se observa y las explicaciones que se pueden obtener. Todos estos elementos llevan a aprender ciencias aunque sea como utilidad extrínseca (Hidi y Harackiewicz, 2006).

- Enseñar al alumnado a diseñar actividades reales, cuyo fin es implementarlas, y observar su funcionamiento generando las competencias para desenvolverse posteriormente en las funciones de su profesión.

- Aumentar la autoestima del alumnado con aportaciones de utilidad a la sociedad y valorar positivamente el trabajo de la docencia.

Actualmente el proyecto en fase de desarrollo ya ha generado una ilustración con 6 escenas sobre la vida en el pasado (ver figura 1). Esta se ha generado a partir de 5 bocetos de 5 equipos que han estado trabajando tres meses mediante ilustraciones de temática geológica para explicar con las mismas el tiempo geológico del Mesozoico y el Cenozoico hasta la actualidad. El alumnado ha trabajado e investigado con ejemplos reales de una zona de Teruel. Ilustrando las rocas del Buntsandstein con restos de icnitas de reptiles y madera fosilizada, rocas calizas con invertebrados marinos del Jurásico, rocas de areniscas continentales de la Formación Villar del Arzobispo del Jurásico Superior (Formación típica con restos de dinosaurios en la Cordillera Ibérica), conglomerados que representan la Orogenia Alpina del Paleógeno, arcillas y carbonatos del Neógenos con yacimientos de mamíferos del Neógeno y evidencias pasadas de la actividad humana en la zona.



Figura 1. Fotomontaje ilustrativo del proceso de diseño del trabajo seleccionado en 2021. Realizado por estudiantes de Bellas Artes de la asignatura Metodología de proyectos. Peralejos (Provincia de Teruel).

CONCLUSIONES

Se valora de forma positiva el aprendizaje de un tema de ciencias considerado complejo y abstracto como es el tiempo geológico, según las primeras encuestas al alumnado de BBAA que ha trabajado la actividad.

Trabajar con proyectos resulta motivador y la transversalidad de las asignaturas entre diferentes perfiles de alumnado, dan resultados positivos como es la ejecución y obtención de materiales propios para trabajar después en Educación Primaria e Infantil.

Se consigue que alumnado de grados sin relación con las ciencias en general o con las Ciencias de la Tierra en particular trabajen y aprendan conceptos geológicos.

Este proyecto resulta de interés además de para las asignaturas concretas de los tres grados donde se trabaja, para los colegios de la provincia de Teruel donde se implementa y también para el turismo rural del valle del río Alfambra donde se va a desarrollar la ejecución de la ilustración-mural del tiempo geológico.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de Innovación docente PIIDUZ_1_300 denominado “DinoCienciArte: Yacimientos de dinosaurios, ciencia y arte combinados para enseñar y aprender” (Convocatoria de proyectos de Innovación: Docencia, Tecnología, Orientación, Social y Transferencia (PI_DTOST) 2021/2022 de la Universidad de Zaragoza). A la Fundación Universitaria Antonio Gargallo, Diputación Provincial de Teruel, Ayuntamiento de Teruel, Caja Rural de Teruel, Campus de Teruel, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas y Ayuntamiento de Peralejos por subvencionar la implementación del proyecto. RRT, BCA y APM forman parte del grupo de Investigación Beagle en Didáctica de las Ciencias Naturales, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_20R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, L., Calvo, J.P. y Simón, J.L. (Coords.) (2018). *Geología de Teruel*, Instituto de Estudios Turolenses.
- Anderson, L. W., y Krathwohl, D., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J. Y Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group).
- Breansford, J.D., Brown, A.L., y Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Cobos, A., Alcalá, L. y Royo-Torres, R. (2020) The Dinosaur Route in El Castellar (Teruel, Spain): Palaeontology as a factor of territorial development and scientific education in sparsely inhabited areas. *Geoheritage*, 12 (3), 12-52.
- Enkvist, I. (2011). *La buena y la mala educación*. Ediciones Encuentro.
- Hidi, S. y Harackiewicz, J. M. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41 (2), 111-127.
- Royo-Torres, R., Hernández, D., Ibañez, J., Peña, A., Sáez, R. (2021). *Itinerarios didácticos por Peralejos*. Ayuntamiento de Peralejos.
- Ruiz Martín, H. (2020). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Editorial Graó.
- Massó Aguadé, X. (2021). *El fin de la educación*. Editorial Akal.
- Salmi, H., Thuneberg, H. y Vainikainen, M.-P. (2017) Learning with dinosaurs: a study on motivation, cognitive reasoning, and making observations. *International Journal of Science Education, Part B* 7 (3), 203-218.
- Wieman, C. (2017). *Improving how universities teach science. Lesson from the Science Education Initiative*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts & London, England.

El móvil y los ODS en la enseñanza de las ciencias

Carmen Solís-Espallargas

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla. carmensolie@us.es

RESUMEN: ¿Qué relación tienen tu teléfono móvil y los ODS? Esta es la pregunta que dirige la propuesta de enseñanza-aprendizaje en el marco de la asignatura Didáctica de las ciencias como parte del proyecto de innovación docente titulado “El desarrollo Sostenible en juego: el reto de enseñar y la aventura de aprender”. La propuesta está formada por varias fases: a) investigación, b) formación y c) acción. Como evaluación se presenta un análisis sobre la evolución de las declaraciones de los estudiantes mediante un cuestionario inicial y final. Los resultados muestran avances positivos sobre el conocimiento y comprensión de los ODS y las posibilidades de su abordaje desde la enseñanza de las ciencias en educación primaria. Así mismo se cumple el objetivo de diseño y desarrollo de una acción educativa que fomente la sostenibilidad mediante la ejecución de la campaña *Que tu móvil no te inmovilice, consume responsable*.

PALABRAS CLAVE: ODS, innovación docente, educación para la sostenibilidad, formación de maestros.

ABSTRACT: How does your mobile phone relate to the SDGs? This is the question that drives the teaching-learning proposal within the context of the science education subject as part of the teaching innovation project entitled "Sustainable development at stake: the challenge of teaching and the adventure of learning". The proposal has several phases: a) research, b) training and c) action. As an evaluation, an analysis of the evolution of the students' statements is presented by means of an initial and final questionnaire. The results show positive advances in the knowledge and understanding of the SDGs and the possibilities of approaching them from the teaching of science in primary education. The objective of designing and developing an educational action to promote sustainability through the implementation of the campaign *Don't let your mobile phone immobilise you, consume responsibly*.

KEYWORDS: SDGs, teacher innovation, education for sustainability, teacher training.

ANTECEDENTES

La educación es uno de los factores vitales para lograr la aplicación de la sostenibilidad en la vida cotidiana de las personas y, por lo tanto, se nos exige que formemos profesionales capaces de actuar como agentes de cambio y transformación de nuestra realidad socioambiental. La Agenda para el Desarrollo Sostenible de 2030 viene marcada por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que abordan los principales desafíos de desarrollo que enfrenta la humanidad. Abordar estos objetivos exige una transformación radical de nuestra forma de pensar y actuar en el que los formadores de docentes tenemos una gran responsabilidad.

En por ello, que la enseñanza de las ciencias, no se mantiene al margen de estas cuestiones en su finalidad educativa para la alfabetización científica ciudadana (Ratcliffe, y Grace, 2003; Sadler 2004; Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., y Howes, 2005). Hacer

frente a los problemas socioambientales requiere su comprensión, tomar decisiones y actuar, desde un planteamiento del currículo orientado para la acción ciudadana. La enseñanza de las ciencias y su aprendizaje debe alejarse de la simple adquisición de contenidos y conceptos científicos y organizarse en torno a temas problemáticos para la sociedad (el cambio climático, la salud humana; los recursos de tierras, hídricos y minerales; la alimentación y la agricultura; los recursos energéticos, los niveles de consumo y de sostenibilidad; la industria; las tecnologías de transporte y comunicación; la ética y la responsabilidad social, entre otros.) (Hodson, 2003; 2014).

Instituciones como National Research Council, 2001, e informes internacionales como el Rocard, 2007 y nacionales como el ENCIENDE, (COSCE, 2011) recomiendan una enseñanza de las ciencias real y cotidiana de forma que sea útil para el día a día del alumnado. Es justo esta visión de la enseñanza de las ciencias la que promovemos con la propuesta innovadora que aquí presentamos que se enmarca en el proyecto de innovación docente “El desarrollo sostenible en juego: el reto de enseñar y la aventura de aprender” siendo uno de los objetivos de este proyecto la incorporación contenidos sobre los ODS en las programaciones docentes mediante el desarrollo de metodologías acordes con los principios de la Educación para la sostenibilidad.

DISEÑO DE LA PROPUESTA

La propuesta se desarrolla en la asignatura de Didáctica de las ciencias experimentales en el 2º curso del Grado de Educación primaria, en la Universidad de Sevilla. Participan 61 estudiantes de entre 19-25 años, 19% hombres y 81% mujeres.

En concreto esta propuesta didáctica persigue los siguientes objetivos:

- Ayudar a los estudiantes a reconocer y comprender los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las relaciones que se establecen entre ellos, identificando y conectando las dimensiones ecológica, económica y social de un problema socioambiental y su abordaje y conexión desde la enseñanza de la ciencia.
- Diseñar y llevar a cabo acciones educativas que fomenten la sostenibilidad, identificando las diferentes dimensiones de un problema o acción, dimensión espacial (local-global) y temporal (pasado, presente y futuro).

La metodología didáctica desarrollada se plantea desde un enfoque investigativo que supone organizar el aprendizaje en torno al tratamiento de problemas abiertos significativos y funcionales con el fin de movilizar las ideas de los aprendices y su posible cambio y que esto se traduzca a su vez en acciones concretas para la implicación y participación socioambiental. La propuesta integra los principios éticos de la sostenibilidad: respeto, responsabilidad, compromiso, diversidad, etc., y trata de promover un pensamiento crítico y un nivel de autonomía con el fin de obtener una gran proyección de la sostenibilidad en sus ámbitos profesionales y en su desarrollo personal.

A continuación, en la figura 1 se presenta un esquema de fases de la propuesta y secuencia de las actividades:

- a) Los estudiantes realizaron un cuestionario inicial para conocer y explicitar sus ideas sobre los fines de la enseñanza de las ciencias y otro cuestionario sobre los ODS y su relación con la enseñanza de las ciencias.

Fase 1: Investigación.

- b) Se presenta la pregunta que guiará la secuencia de actividades: ¿Qué relación tienen tu teléfono móvil y los ODS? Los estudiantes en equipos de trabajo realizaron una

investigación sobre un ODS en concreto. Cada grupo presentó los resultados de ese ODS y presentando las relaciones entre ese ODS con la enseñanza de las ciencias y la educación primaria en general y cómo podría ser su abordaje.

Se creó un rincón de los ODS en el aula con el desarrollo de póster en el que quedó recogido los resultados de los trabajos.

- c) Se concretó trabajar en profundidad el ODS 12 consumo responsable y el ODS13 acción por el clima.

Fase 2: Formación.

- d) Los estudiantes participaron en un taller formativo sobre Cambio climático y sobre Huella de Carbono (HC). Como resultado calcularon la huella de carbono individual mediante la

calculadora:

<https://www.huellaco2.org/>

Fase 3: Acción.

- e) Tras el estudio general de consumo mediante la HC se centró en un producto en concreto: el teléfono móvil. Se realizó un estudio de trazabilidad sobre la producción-consumo-desecho del móvil desde una perspectiva sistémica ambiental, económica y social teniendo en cuenta:

- Los límites biofísicos del planeta.
- El modelo económico y de crecimiento actual y su impacto en el entorno socioambiental.
- Modelos alternativos que se ajusten a dichos límites.
- El cambio de hábitos de consumo.

- f) Se propuso el diseño y desarrollo de un proyecto de acción en la facultad que terminó en forma de campaña con el título: *Que tu móvil no te inmovilice, consume responsable*. Para ello los estudiantes diseñaron unos carteles interactivos dando respuesta a una secuencia de preguntas trabajadas en el proceso de estudio de trazabilidad en el que realizaron el trabajo de conexión de los diferentes ODS y relacionarlos con varios momentos de la trazabilidad del móvil. En total se diseñaron 15 carteles. La campaña tuvo como objetivo concienciar y dar información sobre cómo es la producción, consumo, uso y reciclaje del móvil a la vez que tiene el fin último de recoger teléfonos móviles para darles una segunda vida y reciclar sus componentes, así como que esta acción tenga repercusión sobre proyectos sociales de ONG con su recogida.

- g) Una vez realizada todas las fases, los estudiantes realizaron los cuestionarios sobre sus ideas para explicitar los cambios y los aprendizajes realizados.

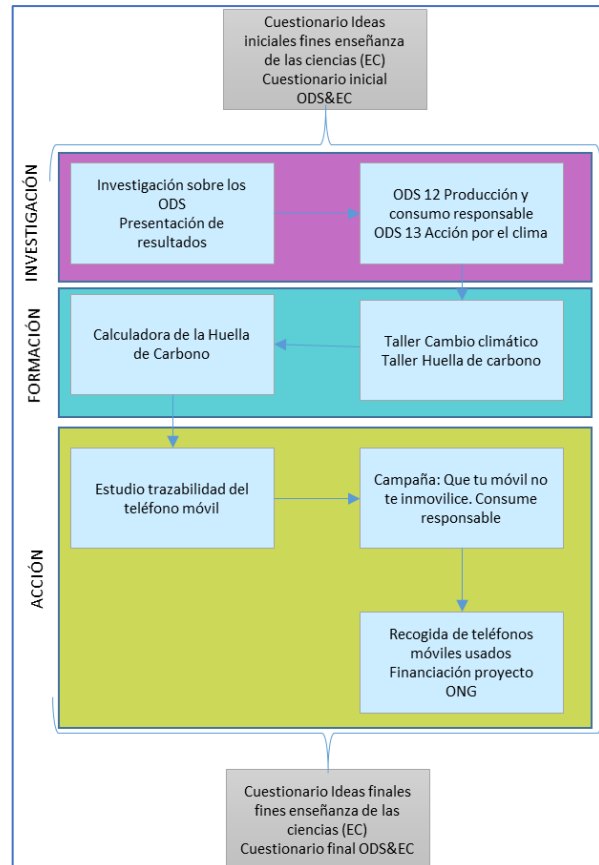


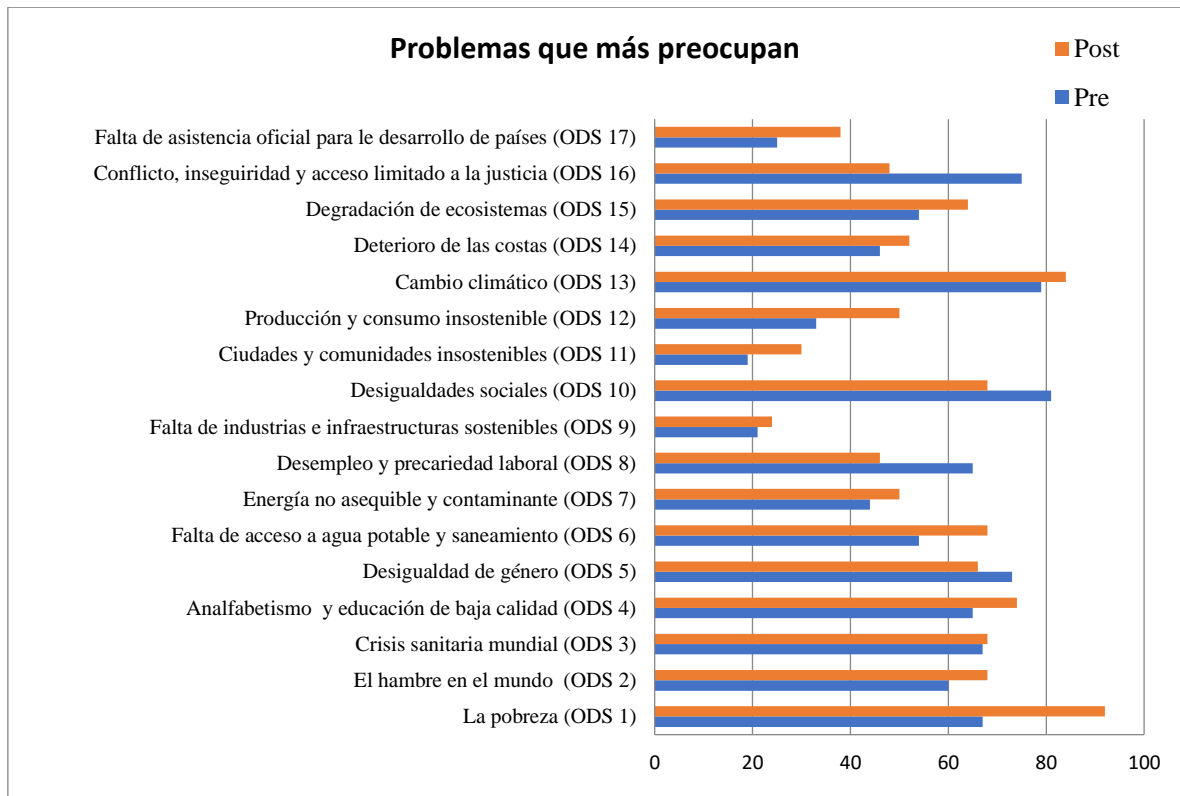
Figura 1. Fases y secuencia

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Se presenta una parte de la evaluación de la propuesta mediante el cambio de las ideas iniciales (Pre) y finales (Post) de los estudiantes en relación a las preguntas planteadas sobre los ODS y la enseñanza de las ciencias. A continuación se presentan los resultados más significativos.

1 ¿Cuáles son los problemas del mundo que más te preocupan?

Tabla 1. Problemas que más preocupan a los estudiantes relacionados con los ODS



De los problemas del mundo que más le preocupan inicialmente al menos al 60% destacan los relacionados con ODS15, ODS13, ODS10, ODS8, ODS5, ODS4, ODS3, ODS2 y ODS1.

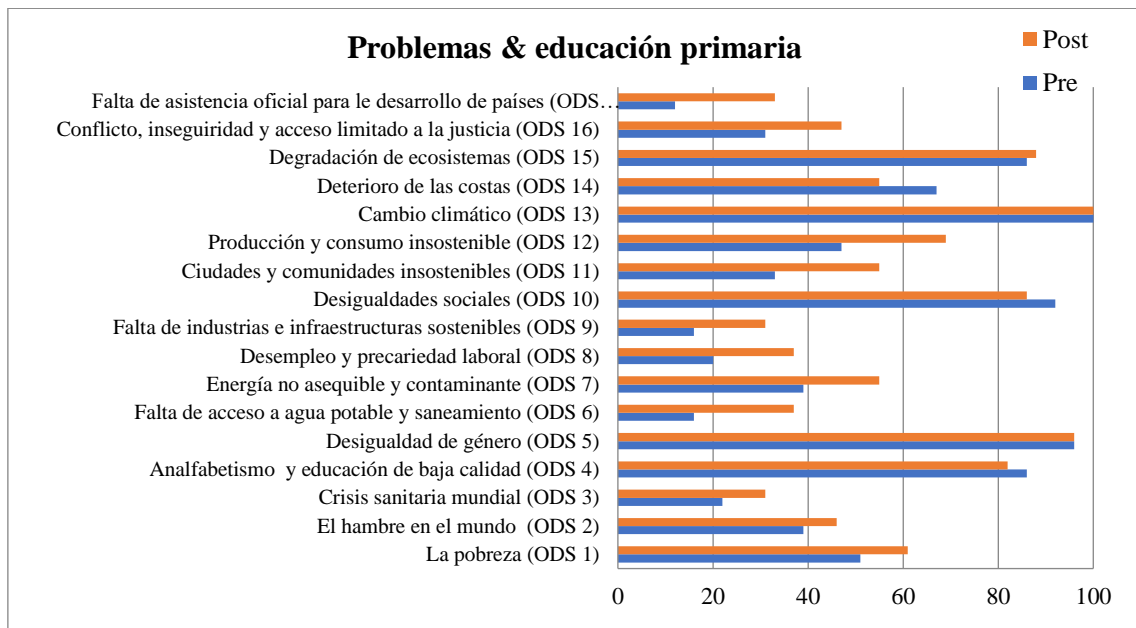
Posteriormente los problemas que más le preocupan al menos al 60% de los estudiantes son los relacionados con ODS15, ODS13, ODS10, ODS6, ODS5, ODS4, ODS3, ODS2, ODS1.

En cuanto al cambio en tipos de problemas que más preocupan al menos al 60% disminuye la preocupación por el desempleo (ODS8) y aumenta la preocupación por la falta de agua potable y saneamiento (ODS6).

En general se produce un aumento de preocupación por todos los problemas relacionados con los ODS. Como aumento significativo de preocupación destaca pobreza (ODS1) y disminuye la preocupación por el problema desempleo y precariedad (ODS8) y conflicto, inseguridad y acceso limitado a la justicia (ODS16).

2. ¿Cuáles de estos problemas crees que se pueden abordar desde la educación primaria?

Tabla 2. Problemas y su relación con la educación primaria



Los problemas que al menos el 60% consideran que pueden abordarse desde el currículo de educación primaria son inicialmente los relacionados con: ODS4, ODS5, ODS10, ODS13, ODS14, ODS15. Posteriormente al menos el 60% consideran: ODS1, ODS4, ODS5, ODS10, ODS12, ODS13, ODS15. En general se produce un aumento de abordaje de los problemas en todos los problemas derivados de los ODS menos en el ODS10 y ODS14. En concreto aumenta al menos al 60% el ODS1 pobreza y el ODS12 consumo sostenible.

3. ¿En qué grado crees que se pueden trabajar los ODS desde la educación primaria y desde la enseñanza de las ciencias?

Tabla 3. Relación entre ODS y EP

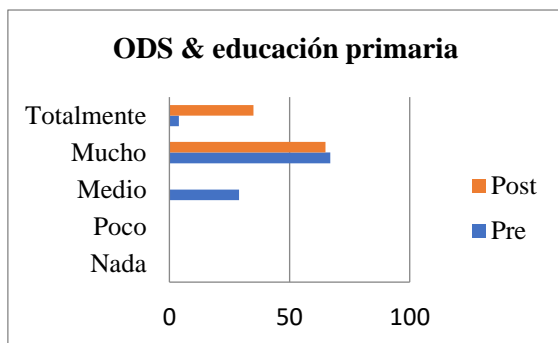
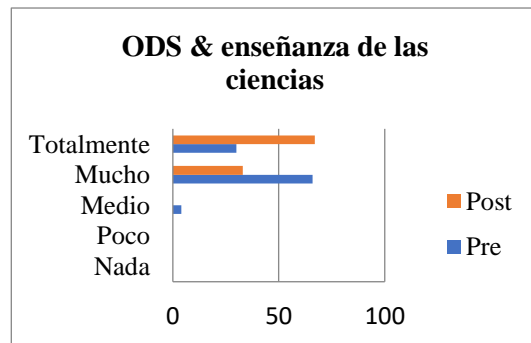


Tabla 4. Relación entre ODS y EC

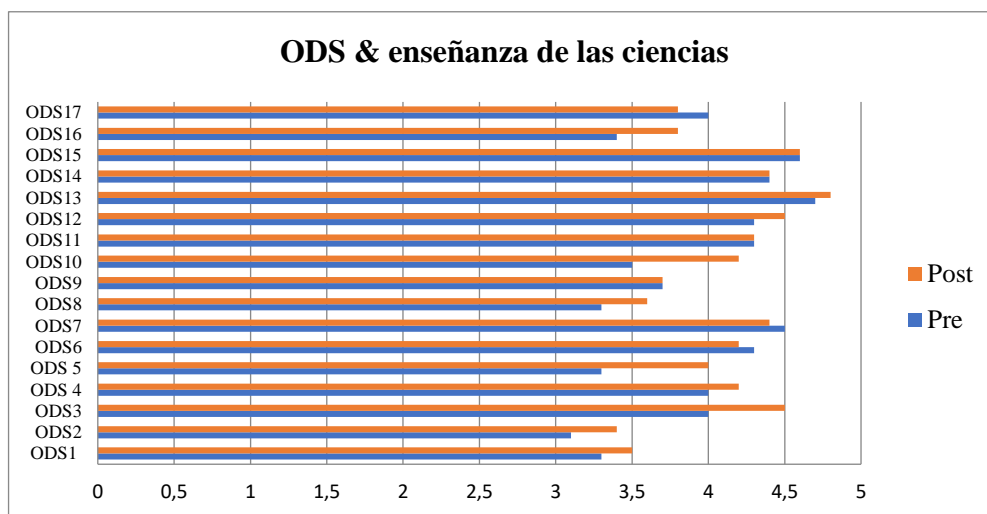


ODS & educación primaria: Se produce un aumento en cuanto a la percepción que tienen sobre la relación de los ODS como contenido en el currículo de educación primaria, en concreto en el grado totalmente.

ODS & enseñanza de las ciencias: Se produce un aumento considerable en la relación que tienen los ODS con el currículo de enseñanza de las ciencias, siendo especialmente relevante el grado de totalmente que alcanza a más del 60% de los estudiantes.

4. Valora del 1 al 5 el grado de relación de cada ODS con la enseñanza de las ciencias

Tabla 5. Relación de cada ODS con la enseñanza de las ciencias



En general la relación de los ODS con la enseñanza de las ciencias tanto en el test inicial como en el post tiene más de un 3. Destacan inicialmente con al menos un 4: ODS3, ODS4, ODS6, ODS7, ODS11, ODS12, ODS13, ODS14, ODS15 y ODS17. Posteriormente destacan con al menos un 4: ODS3, ODS4, ODS5, ODS6, ODS7, ODS10, ODS11, ODS12, ODS13, ODS14, ODS15. El ODS3, 5 y 10 son los que más aumento han tenido. Destaca el ODS 13 el ODS con mayor relación, seguido del ODS 15, 12 y 3.

A MODO DE CONCLUSIONES

Los datos de las declaraciones de los estudiantes nos ofrecen resultados positivos en cuanto al grado de alcance de uno de los objetivos que pretende esta propuesta sobre el conocimiento y comprensión de los ODS, las relaciones que se establecen entre sí y las posibilidades de su abordaje desde la enseñanza de las ciencias.

Por otro lado, se ve cumplido el objetivo de diseño y desarrollo de una acción educativa que fomente la sostenibilidad, una acción como resultado de un proceso de un aprendizaje crítico, y colaborativo desde un enfoque sistémico y holístico que se plantea de lo general y aterriza en acciones concretas y que tiene una proyección individual y colectiva tanto en el ámbito profesional como en el desarrollo personal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Confederación de Sociedades Científicas de España –COSCE- (2011) Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en España. Madrid: Rubes editorial.
- Hodson, D. (2014). Becoming part of the solution: Learning about activism, learning through activism, learning from activism. In J. L. Bencze & S.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. McGraw-Hill Education (UK).
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socio scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536
- 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

Enseñar química en contextos educativos vulnerables a partir de estrategias remotas

Daniela Muñoz Martínez¹, Nicolás Ortiz Cárcamo², Patricio Carrasco Monrroy³, Mario Quintanilla Gatica², María Sépulveda Pérez², Ignacio Idoyaga⁴, Francisco Velásquez Semper².

¹ Escuela Industrial San Vicente de Paul. dcmunoz2@uc.cl ,

² Pontificia Universidad Católica de Chile. ndortiz@uc.cl, mariorq@gmail.com, frvelasquezs@uc.cl, mbsepulv@uc.cl

³ Colegio Pumahue Chicureo. pecarrasco@uc.cl

⁴ Universidad de Buenos Aires. ignacio_idoyaga@hotmail.com.

RESUMEN: Presentamos una experiencia de innovación e investigación, cuya finalidad es el diseño, aplicación y evaluación de una secuencia de enseñanza - aprendizaje de la química en contexto remoto debido a la pandemia, mediante la estrategia del laboratorio Extendido, concebido como un laboratorio real susceptible de controlarse por Internet a través de un computador u otro dispositivo móvil, sin necesidad de instalaciones sofisticadas. Durante el segundo semestre del 2021 la secuencia sobre la ley de conservación de la masa se implementó en un establecimiento público de Santiago de alta vulnerabilidad y con presencia de estudiantes extranjeros, problematizando las ideas del estudiantado sobre el modelo de cambio químico. Los resultados dejan en evidencia que las estrategias remotas son un soporte razonable para promover aprendizajes en química, los cuales se pueden caracterizar en 5 tipos de justificaciones que el estudiantado emplea para referirse a la ley de conservación de la masa.

PALABRAS CLAVE: Laboratorios extendidos, contextos vulnerables, cambio químico, enseñanza de la química.

ABSTRACT: We present an experience of innovation and research, whose purpose is the design, implementation and evaluation of a teaching-learning sequence of chemistry in remote context due to the pandemic, through the extended laboratory strategy, conceived as a real laboratory that can be controlled via the Internet through a computer or other mobile device, without the need for sophisticated facilities. During the second semester of 2021, the sequence on the law of conservation of mass was implemented in a public establishment of Santiago of high vulnerability and with the presence of foreign students, problematizing the students' ideas about the model of chemical change. The results show that remote strategies are a reasonable support to promote learning in chemistry, which can be reasonably characterized in 5 types of justifications that the students use to refer to the law of conservation of mass.

KEYWORDS: Extended laboratories, vulnerable contexts, chemical change, chemistry education.

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

La pandemia de COVID-19 y las consecuentes medidas sanitarias implicaron profundas transformaciones en las relaciones de convivencia interpersonales. Las instituciones educativas se vieron obligadas a desplegar dispositivos de enseñanza con mediaciones tecnológicas digitales, por lo que se espera que, Superada la Enseñanza Remota de Emergencia, se definan nuevos escenarios educativos híbridos (Andreoli, 2021; Hodges et al., 2020). Nuestro proyecto pretende contribuir con una experiencia innovadora para la enseñanza remota de la química, promoviendo competencias digitales, mediante el uso de la estrategia del Laboratorio Extendido (LE). Se trata de una propuesta de intervención innovadora y de desarrollo profesional en ambientes y condiciones de educación remota, orientadas a una población escolar con limitaciones tecnológicas y de conectividad en tiempos de pandemia.

OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

- Diseñar y aplicar una secuencia didáctica (SQA) sobre el cambio químico en un contexto semipresencial y vulnerable en tiempos de pandemia
- Evaluar preliminarmente los aprendizajes de los estudiantes y el impacto de la metodología de laboratorios remotos en condiciones y ambientes de pandemia

MARCO TEÓRICO

Enseñar ciencias en escenarios digitales o educativos híbridos

La enseñanza de las ciencias naturales encuentra en la actividad experimental uno de sus modos privilegiados. Los trabajos prácticos en el laboratorio son especialmente valorados y se los reconoce como estrategia de elección para la enseñanza de cuestiones íntimamente relacionadas a la manera de construir conocimiento científico. Sin embargo, en el acelerado proceso de hibridación de la educación, estas actividades fueron difíciles de sostener (Arguedas Matarrita et al., 2021). Las instituciones incorporaron estrategias y tecnologías para facilitar la comunicación educativa, pero encontraron un gran desafío a la hora de pensar.

La necesidad de investigar los nuevos escenarios educativos y de articular acciones tendientes a recuperar la actividad experimental como elemento medular de la educación en ciencia y tecnología, llevó a plantear el Modelo de Laboratorio Extendido (MLE o, simplemente, LE) y a su utilización en clases de química (Idoyaga et al., 2020; Idoyaga et al., 2021). El LE puede entenderse como el uso didáctico y sistémico de dispositivos y estrategias para llevar adelante actividades experimentales en entornos educativos digitales o que incorporen estas mediaciones. Es decir, el LE no es una única aproximación, sino el establecimiento de un híbrido experimental, donde distintos recursos (laboratorios) actúan de manera sinérgica con el objetivo de aumentar la probabilidad de que se generen aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales. En este sentido y de forma no excluyente, el LE considera: Actividades Experimentales Simples (AES) o Laboratorios Caseros, Simulaciones (S), uso de teléfonos inteligentes o Laboratorios Móviles (LM), Laboratorios Virtuales (LV) y Laboratorios Remotos, que pueden ser el punto de partida para la Investigación Basada en Diseño que dé lugar al desarrollo de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje adecuadas al contexto específico de actuación de profesores y estudiantes, tales como la interculturalidad.

Contextos remotos, diversidad cultural y aprendizaje de las ciencias

La diversidad cultural en el aula es sin duda un elemento pedagógicamente desafiante, pero altamente enriquecedor para el aprendizaje cuando existe una apropiada inclusión de los saberes tradicionales de los estudiantes. Tanto las ciencias como el currículo escolar se basa en una postura de carácter universalista, donde habitualmente no se consideran otras perspectivas que estén influenciadas, por ejemplo, por la cultura, género, raza o etnia (Southerland, 2000; Cabo Hernández y Enrique Mirón, 2004), a esto se suman ciertos obstáculos ligados a la cultura de los estudiantes, entre ellos el comunicacional, como es el caso de algunos de los estudiantes de origen haitiano que hicieron parte de este estudio, donde el profesorado debe adaptar su discurso a los diferentes niveles de habilidad lingüística de sus estudiantes, limitando los modismo y coloquialismos que puedan interferir en la comprensión (Cushner y Mahon, 2009), como asimismo proporcionando soporte con el idioma y la problematización del lenguaje formal de la ciencia. Actualmente en Chile, se vive una fuerte inmigración desde otros países latinoamericanos donde las cifras alcanzadas el 2018 son de 1 millón de inmigrantes que llegaron al país (Aniet, 2019). Esta situación presenta un desafío en el profesorado chileno que se tiene que enfrentar a esta multiculturalidad en la sala de clases, la cual en múltiples establecimientos es tomada como un factor negativo ya que ralentiza el aprendizaje de los estudiantes (Aniet, 2019). Estos temores deben combatirse a través de instancias educativas donde se involucren y se hagan partícipes todos los y las estudiantes (Aniet, 2019).

DISEÑO METODOLÓGICO E INSTRUMENTOS

El proyecto se desarrolla en el segundo semestre 2021 con el estudiantado de la Escuela Industrial San Vicente de Paul, en la comuna de Santiago, establecimiento técnico profesional, de modelo mixto, alto índice de vulnerabilidad y diversidad cultural, con alumnado de Venezuela, Colombia, Haití, Perú, República Dominicana entre otros. Se trata de una práctica innovadora que promueve la articulación de una propuesta debidamente teorizada desde la didáctica de la química con la práctica profesional mediante la incorporación de laboratorios remotos. En una 1ª etapa se diseña la Secuencia de Enseñanza Aprendizaje de la Química (SEAQ) para la selección del dispositivo experimental; en una 2ª etapa se elabora y aplica un Cuestionario Inicial de Ideas Previas sobre la química y experimentación, que nos entrega información valiosa para los ajustes de la SEAQ. En la 3ª etapa se graban las diferentes sesiones de clases con la finalidad de realizar un seguimiento del proceso de mediación profesional en la que participa el equipo en su totalidad, y en el que se implementan los instrumentos y dispositivos de colecta de datos. Al respecto, nos interesa el proceso vivido que nos permite discutir y problematizar la experiencia formativa y de desarrollo profesional de enseñanza y aprendizaje de la química en el contexto de innovación remota de prácticas innovadoras. Finalmente, en una 4ª etapa aplicamos nuevamente el cuestionario para evaluar las transiciones de aprendizaje de los estudiantes que participan de la experiencia.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se realizó un pre-test y post-test compuestos de 5 preguntas de alternativa múltiple (Tabla 1), debiendo justificar la elección de sus respuestas. Estas pruebas se aplicaron con una diferencia de 2 meses y medio, (implementación de SQA). La muestra fue de 77 estudiantes, compuesta por 64,71% estudiantes chilenos/as y 35,29% extranjeros/as, del total de participantes un 64,71% corresponde a hombres, 28,24% a mujeres y 7,05% que prefirió no responder o se identifica con otro género. En relación con el rango etario el 32,94% declaró tener 14 años,

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

50,59% 15 años, 11,76% 16 años y un 4,71% 17 años. Respecto a los resultados del pre-test (Gráfico 1), el 57% contestó correctamente la P1, el 55,7% la P2, un 87,3% la P3 (siendo la pregunta con mayor porcentaje de respuestas correctas), un 43% la P4 y por último el 30,4% la P5 (siendo la pregunta con menor porcentaje de respuestas correctas). El post-test (Gráfico 2) fue respondido por 85 estudiantes, en las 4 primeras preguntas hubo un aumento significativo en el porcentaje de respuestas correctas. Sin embargo, la última pregunta redujo el porcentaje de respuestas correctas a un 21,4%. (Nota: P = Pregunta). El aumento de estudiantes no tuvo un gran impacto a la hora de comparar resultados entre el pre y post test.

Tabla 1. Preguntas y Objetivo del Pre-test y Pos-test

Pregunta	Objetivo
(P1) Si quemamos un papel, ¿Qué ocurrirá? A) Un cambio físico. B) Un cambio químico. C) No ocurrirá ningún cambio. D) Otra:	Identificar los cambios químicos de los cambios físicos a través de ejemplos cotidianos
(P2) Un cambio químico ocurre cuando... A) Disolvemos una sustancia en otra. B) Obtenemos nuevas sustancias. C) Cambiamos el estado de agregación de las sustancias (estados de la materia). D) Otra:	Diferenciar un cambio químico de un cambio físico a través de ejemplos cotidianos
(P3) Si derretimos un cubo de hielo ¿Qué ocurrirá? A) Un cambio físico. B) Un cambio químico. C) No ocurrirá ningún cambio. D) Otra:	Identificar los cambios químicos de los cambios físicos a través de ejemplos cotidianos
(P4) Un cambio físico tiene lugar cuando: A) Obtenemos nuevas sustancias. B) Disolvemos una sustancia en otra. C) Cambiamos el estado de agregación de las sustancias (estados de la materia). D) Otra:	Diferenciar un cambio químico de un cambio físico a través de ejemplos cotidianos
(P5) Cuando agregamos sal a un vaso con agua ¿Qué ocurrirá?: A) Un cambio físico. B) Un cambio químico. C) No ocurrirá ningún cambio. D) Otra:	Reconocer la preparación de mezclas como un cambio físico.

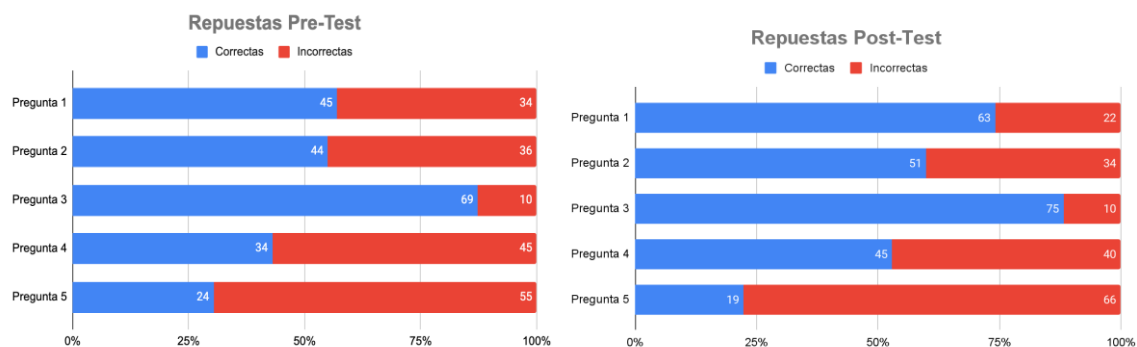


Figura 1. Resultados de respuestas correctas/incorrectas de los estudiantes en el Pre test. (N=79) y Resultados de respuestas correctas/incorrectas de los estudiantes en el Post test. (N=85)

En cuanto a las justificaciones realizadas por el estudiantado sólo se analizaron las respuestas correctas, las que se agruparon en 4 categorías según el análisis de preguntas PISA (Crujeiras

y Jiménez, 2015): A: Justificación en base a la información aportada en la tarea: explica de forma correcta la opción de respuesta seleccionada como válida, utilizando la información que se aporta en el enunciado de cada ítem y con conocimientos aprendidos en clases; B: Justificación en base a criterios ajenos a la tarea: explica la opción de respuesta seleccionada como válida utilizando información diferente de la que se aporta en cada ítem y con conocimiento previos; C: Justificación no adecuada: explica la elección de la opción de respuesta correcta seleccionada como válida utilizando información incorrecta; D: No justificación: no explica la elección de la opción de respuesta seleccionada.

Tabla 2. Categorías sobre las justificaciones de las respuestas correctas del pretest (N=79)

Pregunta	Tipos de justificaciones			
	A	B	C	D
1	35,6%	40%	20%	4,4%
2	15,9%	47,7%	29,5%	6,8%
3	30,4%	49,3%	14,5%	5,8%
4	44,1%	29,4%	8,8%	17,6%
5	33,3%	29,2%	33,3%	4,2%

Tabla 3. Categorías sobre las justificaciones de las respuestas correctas del postest (N=85)

Item	Tipos de justificaciones			
	A	B	C	D
1	49,2%	36,5%	12,7%	1,6%
2	25,5%	49%	21,6%	3,9%
3	42,7%	48%	8%	1,3%
4	48,9%	31,1%	11,1%	8,9%
5	26,3%	31,6%	31,6%	10,5%

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, podemos concluir que el estudiantado transita entre ideas previas iniciales y nuevas ideas acerca del cambio químico lo que se evidencia al comparar sus respuestas y las cinco tipologías de justificaciones (Crujeiras y Jiménez, 2015) en diferentes momentos del proceso. No observamos diferencias relevantes entre las producciones del estudiantado chileno y migrante, aun cuando el contexto de aprendizaje y uso del laboratorio extendido tuvo las mismas condiciones y ambientes de enseñanza, evaluación y aprendizaje además que se proporcionaron escenarios equivalentes con el idioma materno de algunos estudiantes de no habla hispana. Estos resultados ayudan a combatir los miedos creados dentro del profesorado sobre las expectativas de sus estudiantes inmigrantes donde se evidencia que no existe ningún retraso en el avance curricular (Anicet, 2019). Un análisis en detalles de los datos en niveles cuantitativos y cualitativos se abordará en detalle durante la presentación en el congreso. Desde un punto de vista de la evaluación como producto podemos identificar que la cantidad de respuestas correctas del estudiantado en los distintos ítemes del instrumento aumentaron significativamente, aunque sabemos que ello es controversial teóricamente, lo planteamos como un tema a discutir. En cuanto a las competencias científicas, centradas en la justificación podemos observar un tránsito del estudiantado, que, con matices, utilizaron y aplicaron el conocimiento científico químico aprendido durante la SQA.

Los objetivos se cumplieron en gran medida, pues aplicamos la metodología de laboratorio remoto en contextos vulnerables, contribuyendo en la medida de lo posible al aprendizaje de la química en estudiantado de secundaria en condiciones de pandemia.

AGRADECIMIENTOS

Esta Comunicación se hace parte del Concurso "Didácticas para la proximidad: innovación y vinculación con el medio 2021 por el Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreoli, S. (2021). Modelos híbridos en escenarios educativos en transición. [PDF] Citep. Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía. <http://citep.rec.uba.ar/covid-19-ens-sin-pres/>
- Aninat, I., & Vergara, R. (2020). Inmigración en Chile. Una mirada multidimensional.
- Arguedas-Matarrita, C., Montero-Miranda, E., Vargas-Badilla, L., Sánchez-Brenes, R., Ríos-Badilla, E., Orduña, P. y Rodríguez-Gil, L. (2021). Design and development of an ultra-concurrent laboratory for the study of an Acid-Base Titration (ABT) at the Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. En M. Auer (Ed.), 18th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (pp. 239-247). Springer.
- Cabo Hernández, J. & Enrique Mirón, C. (2004). Hacia un concepto de ciencia intercultural. *Enseñanza de las ciencias*, (22)1, pp. 137-146.
- Crujeiras B., y Jimenez M. (2015) Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítemes de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, pp. 385-40. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Cushner, K., y Mahon, J. (2009). Developing the Intercultural Competence of Educators and Their Students: Creating the Blueprints. *Intercultural Competence in Teacher Education. The Sage Handbook of Intercultural Competence*. pp. 304-320.

- Hodges, C. Moore, S. Lockee, B. Trust, T. y Bond, A (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. Recuperado (mayo 15, 2020) de: <https://er.educause.edu>-Idoyaga, I. J 2020
- Idoyaga, I., Capuya, F., Dionofrio, J., López, F. y Moya, C. N. (2020). Enseñanza remota de emergencia de la química para grandes grupos. *Revista de Educación en la Química*, 26(2). <http://www.adeqra.com.ar/index.php/institucional/revista/separatas/810-vol-26-2-pp153-167>.
- Idoyaga, I., Vargas, L., Nahuel, C, Montero, E., Esteban, E., Capuya, F., Arguedas, C.. (2021) Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la química con laboratorios remotos”, *Educación Química* 32, 4, 154-167. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.79189>
- Martín del Pozo, R., Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., Rodríguez, F., Azcárate, P. y Ezquerro, A. (2012). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Southerland, S. (2000). Epistemic universalism and the short comings of curricular multicultural science education. *Science & Education*, 9 (3), pp. 289-307.

Valoración de experiencias de Realidad Virtual Inmersiva por el alumnado de Secundaria y Bachillerato

Gracia Fernández Ferrer¹, Francisco González García¹, María Carmen Romero López¹, M^a Pilar Jiménez Tejada¹, Francisco Silva-Díaz¹, Javier Carrillo-Rosúa^{1, 2}, Araceli García-Yeguas^{1, 3}, Mercedes Vázquez-Vílchez¹, Verónica Guilarte Moreno¹.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universidad de Granada).
gferfer@ugr.es, pagoga@ugr.es, romero@ugr.es, pjtejada@ugr.es, fsilva@correo.ugr.es,
fjcarri@ugr.es, araceligy@ugr.es, mmvazquez@ugr.es, veronicaguilarte@ugr.es.

² Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR).

³ Instituto Andaluz de Geofísica (Universidad de Granada).

RESUMEN: En este trabajo se recoge la valoración de experiencias de realidad virtual inmersiva, el uso de tabletas, ordenadores, móviles e internet en el aula en clases de ciencias y matemáticas, de alumnado de diferentes centros educativos y niveles de Educación Secundaria y Bachillerato. Los resultados apuntan a una valoración positiva, por su carácter novedoso e innovador, aunque no es concluyente, remitiendo su explicación a las diferencias individuales en el modo de acceder a la información, de expresarla y de motivarse, que encajaría en la corriente de la neurodiversidad.

PALABRAS CLAVE: competencia STEM, neurodiversidad, realidad virtual inmersiva, tecnologías emergentes.

ABSTRACT: This work includes the assessment of virtual reality experiences, the use of tablets, computers, mobile phones and the Internet in the classroom in science and mathematics classes, of students from different educational centers and levels of Secondary Education and Baccalaureate. The results point to a positive assessment, due to its novel and innovative character, although it is not conclusive, referring its explanation to individual differences in the way of accessing information, expressing it and motivating themselves, which would fit into the current of neurodiversity.

KEYWORDS: STEM competition, neurodiversity, immersive virtual reality, emergent technologies

MARCO TEÓRICO

Los estudios sobre la aplicabilidad y potencialidad educativa de las TIC en el aula aportan aspectos positivos como la intensificación de la comunicación del profesorado y del alumnado, aumento de la motivación, la autonomía, el compromiso, la implicación del alumnado y mejora de la flexibilización de los tiempos y espacios (Alonso et al., 2012) o fomento del desarrollo de actitudes favorables al aprendizaje (Pontes, 2005).

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

En cuanto a la Realidad Virtual Inmersiva (en adelante RVI), diferentes autores reconocen que es de interés en la enseñanza y aprendizaje de disciplinas abstractas, que favorece un aprendizaje más duradero en el tiempo, que mejora la motivación, estimula y facilita la comprensión de contenidos (e.g. Merchant, et al., 2014; Pan, et al., 2006).

Por su parte la RVI y su inclusión en las clases de ciencias pretendiendo fomentar la inventiva, la iniciativa e interés por las áreas científicas, se enmarca por su potencialidad en el desarrollo de la competencia STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics), que no está exenta de barreras (Hasanah y Tsutaoka, 2019; Silva-Díaz et al., 2021).

OBJETIVO

Recoger el interés mostrado por estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato para favorecer su aprendizaje en distintas materias, tras la realización de diversas experiencias de RVI mediante distintos dispositivos electrónicos e internet.

METODOLOGÍA

Una muestra de 367 estudiantes de diferentes cursos (1º ESO: 71; 2º ESO: 81; 3º ESO: 91; 4º ESO: 66; 1º Bachillerato: 24 y 2º Bachillerato: 34) y de cuatro Centros de Educación Secundaria diferentes, localizados en Málaga, Granada y Cádiz, asiste durante dos horas a un taller para aprender a utilizar la app CoSpace Edu, impartido por una misma persona, experta en su utilización. CoSpaces Edu (<https://cospaces.io/edu/>) es una herramienta que utiliza entornos virtuales que utiliza modelos 3D poligonales, aportados por el propio programa o importados de otros, como los disponibles en Google Poly (<https://poly.google.com/>), así como, imágenes en 360º.

A los estudiantes se les pide que tras el taller realicen un producto final, utilizando la herramienta CoSpace, para expresar lo aprendido en el aula tras trabajar el concepto del tiempo. Este concepto es tratado en el aula por el profesorado de matemáticas, biología y geología, tecnología e inglés, participante en el proyecto de investigación y que también fue formado en el programa de RVI.

Los estudiantes, a su vez, tras participar y realizar la experiencia respondieron a un cuestionario de elaboración propia. Consistía en una escala Likert de 16 ítems con cuatro opciones de respuesta (1 muy en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 de acuerdo y 4 muy de acuerdo). Los ítems consisten en afirmaciones que versan sobre el interés de la RVI, el uso de tabletas, ordenadores, móviles e internet, así como, la realización de prácticas de laboratorio en clases de ciencias. Los resultados se expresan como medias de las respuestas, así como su dispersión expresada por la desviación estándar.

RESULTADOS

Los resultados del presente estudio quedan resumidos en la tabla 1.

Los datos muestran que los estudiantes reconocen estar de acuerdo con todas las afirmaciones, al obtener una media próxima a 3, salvo “Aprendo más con el libro de texto de las asignaturas que buscando información en internet”, “En mis clases de ciencias suelo hacer prácticas de laboratorio”, “En mi clases de ciencias suelo hacer trabajos de investigación con el uso de ordenador, tableta...” y “En mis clases de matemáticas suelo hacer trabajos usando recursos de internet, app, ordenador”, que presentan valores promedio próximos a 2, lo que muestra mayor

desacuerdo (Tabla 1). En cuanto a la dispersión de los datos respecto al valor promedio muestran valores similares y próximos a 1, lo que indica una homogeneidad en las respuestas.

Tabla 1. Media y desviación estándar (S) de la valoración sobre las afirmaciones propuestas en cuanto al uso de experiencias de realidad virtual, de tableta, ordenadores, móviles e internet, así como, la realización de prácticas de laboratorio en clases de ciencias utilizando una escala Likert

AFIRMACIONES VALORADAS	MEDIA	S
El profesorado suele utilizar recursos como <i>app</i> móviles, <i>web</i> , <i>blog</i> , etc. en sus clases	2,54	0,95
El profesorado debería utilizar recursos más novedosos e innovadores, como la Realidad Virtual	2,98	0,91
Aprendo mejor con recursos de Realidad Virtual	2,56	0,98
La Realidad Virtual aporta experiencias muy motivadoras	3,08	0,87
El uso de <i>tablet</i> y ordenadores debería ser habitual en las clases	3,15	0,86
El uso de móviles debería ser habitual en las clases	2,75	1,02
Aprendo más cuando lo que voy a estudiar me emociona.	3,44	0,76
La realidad virtual me emociona.	2,77	0,92
Aprendo mejor con realidad virtual conceptos abstractos que no puede ver en la vida real	2,76	0,95
Aprendo más si tengo que hacer algún producto final con el uso de TIC	2,68	0,94
Aprendo más si tengo que buscar información en diferentes lugares de la internet.	2,79	0,84
Aprendo más con el libro de texto de las asignaturas que buscando información en internet.	2,19	0,93
Aprendo más si tengo que hacer alguna investigación para resolver algún problema.	2,77	0,86
En mis clases de ciencias suelo hacer prácticas de laboratorio	1,93	0,95
En mis clases de ciencias suelo hacer trabajos de investigación con el uso de ordenador, tableta....	2,31	0,99
En mis clases de matemáticas suelo hacer trabajos usando recursos de internet, <i>app</i> , ordenador	2,08	1,00

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Entre las respuestas de los estudiantes destacan las afirmaciones relativas a implicar las emociones en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal modo, que si lo que se ha de aprender emociona se aprenderá mejor. En este sentido, incorporar experiencias de RVI, quizá por su novedad, favorecen esa emoción, al facilitar el acceso y vivencia de modo directo a contenidos abstractos o de difícil visualización en la realidad. Dado que, según parece manifestar el alumnado, no parecen estar muy presentes las prácticas de laboratorio, las experiencias de RVI pueden aumentar aún más una motivación que de por sí puede ser escasa.

Por otro lado, tampoco hay una tendencia absoluta a considerar que el uso de recursos TIC sea lo aconsejable por su potencial para generar la emoción o aprender mejor. Hay alumnado para

el que sí parece serlo, mientras que para otro no lo es. Dependerá quizá de la neurodiversidad (Armstrong, 2012), corriente en estudio en la actualidad, que reconoce distintas formas de acceder a la información, de expresar el aprendizaje y motivacionales de cada uno de los individuos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de investigación educativa titulado "Impacto de las tecnologías emergente (Realidad Virtual, Realidad Aumentada y Sensores) con secuencias didácticas indagatorias en el desarrollo de la competencia STEM y actitud hacia las ciencias y las matemáticas", convocado en virtud de la Orden de 14 de enero de 2009 (BOJA núm. 21 de 2 de febrero de 2009) por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

RELATIVAS A IMPLICAR LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, C., Area, M., Guitert, M., & Romeu, T. (2012). *Un ordenador por alumno: reflexiones del profesorado de Cataluña sobre los entornos 1x1. En tendencias emergentes en educación con TIC*. Asociación Espiral, Educación y Tecnología, Barcelona.

Armstrong, T. (2012). *El poder de la neurodiversidad*. Paidós, Barcelona.

Hasanah, U. & Tsutaoka, T. (2019). Un resumen de las barreras mundiales en la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8 (2), 193-200.

Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.

Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30(1), 20-28.

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), pp. 330-343.

Silva-Díaz, F., Fernández-Plaza, J.A. & Carrillo-Rosúa, J. (2021b). Uso de Tecnologías Inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educar*, 57(1), 119-138. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136>.

Imagen de las ciencias en libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria desde una perspectiva de género

Torres-Blanco, Verónica¹, García-Durán, Desirée¹, Fernández-Oliveras, Alicia², Martín-Gómez, Carolina¹

¹ Universidad de Málaga. vtorres@uma.es, desigarciaduran@uma.es, cmarting@uma.es.

² Universidad de Granada. alilia@ugr.es.

RESUMEN: El libro de texto es uno de los recursos más utilizados en los centros educativos pero sus contenidos siguen presentando carencias importantes, entre ellas, la falta de perspectiva de género. En esta comunicación se presenta el análisis desde esta perspectiva de la imagen de la ciencia y la tecnología ofrecida por dos editoriales de libros de texto de Tecnología del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. Los resultados muestran que existen ciertas carencias en la imagen de la ciencia y la tecnología transmitida desde los libros de texto de Tecnología, en concreto en los factores que podrían ser influyentes para las mujeres a la hora de optar por estudios de ámbitos STEM.

PALABRAS CLAVE: libros de texto, Educación Secundaria Obligatoria, educación tecnológica, imagen de las ciencias, perspectiva de género

ABSTRACT: The textbook is one of the most used resources in educational centers, but its contents continue to present important deficiencies, among them, the lack of gender perspective. This communication presents the analysis from this perspective of the image of science and technology offered by two publishers of textbooks on Technology from the first year of Compulsory Secondary Education. The results show that there are certain deficiencies in the image of science and technology transmitted from technology textbooks, specifically in the factors that could be influential for women when choosing studies in STEM fields.

KEYWORDS: textbooks, Secondary Education, technology education, image of science, gender issue

INTRODUCCIÓN

El libro de texto, por un lado, es mediador del aprendizaje del alumnado, y por otro, es el material curricular de uso preferente del profesorado en la enseñanza de las ciencias (Braga y Belver, 2016; Perales, 2019). Sin embargo, el tratamiento de sus contenidos sigue presentando carencias importantes (ej. Ibañez et al., 2019; Martín-Gómez, Prieto y Jiménez, 2013), que pueden obstaculizar las actitudes positivas hacia la ciencia por parte del alumnado (Aguilera y Perales, 2018). Desde una perspectiva de género, los estudios ya vienen poniendo de manifiesto la invisibilización de la mujer (López-Navajas, 2014;

Manassero y Vázquez, 2003; Martín-Gámez et al., 2021) o la transmisión de ciertos estereotipos (Blanco, 2000; Braga y Belver, 2016).

Todo esto está contribuyendo a crear una imagen de la ciencia y la tecnología alejada de la realidad, y que podría estar afectando a las decisiones de las mujeres para optar por no participar en los campos científicos-tecnológicos (Wang y Degol, 2017). Así, autores como Archer et al. (2010) y Rossi y Barajas (2015) sostienen que la falta de referentes femeninos podría ser uno de los motivos por el que las chicas no se decantan por estas disciplinas. A esto, además, se añade el predominio de atributos y roles asociados a las personas que trabajan en los distintos ámbitos STEM (acrónimo en inglés de ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería) como, por ejemplo, la falta de empatía e incluso sus características físicas y de comportamiento social (Sáinz, 2017), que hace muchas niñas y mujeres se vean frenadas por prejuicios, normas sociales y expectativas que influyen en la calidad de la educación que reciben y en las materias que estudian. Por todo lo expuesto, en este trabajo se analiza desde una perspectiva de género qué imagen de la tecnología se proyecta en el contenido de una muestra de libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria de la asignatura de Tecnología.

METODOLOGÍA

El análisis se realizó en el nivel educativo de 1º ESO en libros de texto de la asignatura de Tecnología del año 2020 de dos editoriales diferentes utilizadas en la Comunidad Autónoma Andaluza, Teide (ET) y Bruño (EB). Se seleccionaron 4 temas de cada uno de los libros, lo que suponía más del 50% de los contenidos de estos. A su vez, cada tema estaba relacionado con uno de los bloques de contenidos del currículum: B1. Organización y planificación procesos tecnológicos; B2. Proyecto técnico; B3. Iniciación a la programación; y B4. Iniciación a la robótica.

Para llevar a cabo el análisis se utilizó un instrumento (Fernández-Oliveras et al., 2021) compuesto de 5 categorías con sus correspondientes indicadores no excluyentes, y 3 niveles de progresión en cada uno de ellos (nivel deseable-N3, intermedio-N2 y no deseable-N1). Los resultados presentados en este trabajo se centran en una de las categorías “Imagen de las ciencias” (IC) constituida por ocho indicadores: Importancia en la sociedad (IIS), Imagen de la ciencia y la tecnología como actividad colaborativa (IAC), Imagen de la ciencia y la tecnología fuera de lo académico (IFA), Imagen de la ciencia y la tecnología más allá de lo empírico (IME), Imagen no elitista de las ciencias y la tecnología (INE), Imagen estereotipada de las ciencias y la tecnología (IE), Imagen de las ciencias y la tecnología conectadas con el arte y la creatividad (ICAC) e Imagen profesional amplia de las ciencias y la tecnología (IPA). Estos indicadores han sido definidos a partir de los factores que la literatura señala podrían estar influyendo en las decisiones de las mujeres por decantarse hacia estudios STEM (ej. Wang y Degol, 2017).

El análisis se realizó siguiendo un método mixto combinando enfoques cualitativos y cuantitativos (Bryman, 2006) a través de un proceso de codificación utilizando el programa ATLAS.ti (versión 9.0.20.0) (www.atlatsti.com/). Esta codificación se realizó por pares comparando los resultados obtenidos para obtener un nivel de coincidencia del 100%. Antes de comenzar la codificación, se dividió cada tema en tres secciones (I-Inicio, D-Desarrollo y C-Cierre), y dentro de cada una de ellas se definieron distintos tipos de unidades de análisis (UA): Actividades (A), Imágenes (I) y Texto (T). A partir de aquí,

se analizó cada UA (ej. las actividades en el inicio (A-I); las imágenes en el desarrollo (I-D); los textos en el desarrollo (T-D); las actividades en el cierre (A-C); etc.) identificando en cada una de ellas el nivel (N1, N2, N3) del indicador correspondiente. En total se analizaron 501 UA.

RESULTADOS

Los resultados de los distintos indicadores que conforman la categoría imagen de la ciencia y la tecnología quedan recogidos en la Tabla 1, donde se muestran los valores relativos al número total de UA de cada tipo presentes en el libro analizado, expresados en tanto por ciento. A continuación, se detallan los resultados más llamativos obtenidos en los ocho indicadores estudiados.

Indicador: Importancia en la sociedad de la ciencia y la tecnología (IIS)

Las UA de texto que aparecen al inicio de los temas (T-I) de ambas editoriales transmiten una imagen de la tecnología como algo desconectado con el ámbito social y poco influyente en la vida de las personas (N1). Esta misma circunstancia se detecta en el 50% de las imágenes que se utilizan al inicio (I-I) de los temas de una de las editoriales (EB). El resto de las UA se mantienen en torno al 50% para los niveles N2 y N3.

Tabla 1. Resultados de la categoría “Imagen de las ciencias” de las editoriales ET y EB

Indicadores	Unidades de análisis	Resultados (%) de la valoración otorgada a cada uno de los niveles (excluyentes)							
		Editorial Teide (ET)				Editorial Bruño (EB)			
		N1	N1*	N2	N3	N1	N1*	N2	N3
IIS	A-D	18,5	-	47,5	34	33,3	-	39	27,7
	A-C	24,6	-	31,7	43,7	39,7	-	44,3	16
	I-I	25	-	25	50	50	-	-	50
	I-D	15,4	-	40,6	44	20,7	-	25,5	53,8
	T-I	50	-	-	50	50	-	-	50
	T-D	9,3	-	51,4	39,3	20	-	38	42
IAC	A-D	94,8	-	1	4,2	96,7	3,3	-	-
	A-C	97,7	-	-	2,3	89	4,2	6,8	-
	I-I	75	-	-	25	-	100	-	-
	I-D	9	88,3	2,8	-	16,5	83,5	-	-
	T-I	16,7	16,7	33,3	33,3	-	100	-	-
	T-D	27,5	72,5	-	-	22,7	65,5	9,3	2,5
IFA	A-D	26,5	-	31,5	42	9	-	31,3	59,7
	A-C	11,2	-	30,3	58,5	12,3	-	57	30,7
	I-I	-	-	37,5	62,5	25	-	25	50
	I-D	26,8	-	27	46,2	15,5	-	26,5	58
	T-I	16,7	-	33,3	50	-	-	100	-

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

	T-D	29	-	30,2	40,8	9,8	-	35,5	54,7
	A-D	23,3	-	44	32,7	24	-	33	43
	A-C	11,3	-	52,5	36,2	7,8	-	69,7	22,5
IME	I-I	-	-	50	50	25	-	50	25
	I-D	47,5	-	42,4	10,1	44,5	-	45	10,5
	T-I	16,7	-	-	83,3	50	-	50	-
	T-D	32	-	42,2	25,8	41,5	-	44,5	14
	A-D	1	-	71,7	27,3	-	-	55,3	44,7
	A-C	5	-	64,6	30,4	-	-	53,7	46,3
INE	I-I	12,5	-	62,5	25	-	-	50	50
	I-D	3	-	72,8	24,2	-	-	58	42
	T-I	-	-	83,3	16,7	-	-	100	-
	T-D	5	-	83,8	11,2	4,3	-	58	37,7
	A-D	4,2	-	95,8	-	-	-	100	-
	A-C	5,8	-	90,4	3,8	2,5	-	97,5	-
IE	I-I	37,5	-	37,5	25	-	-	100	-
	I-D	4,1	-	93,8	2,1	5,5	-	93,2	1,3
	T-I	-	-	-	-	-	-	100	-
	T-D	1,8	-	94	4,2	4,3	-	95,7	-
	A-D	55,3	-	22,5	22,2	48,6	-	17,7	33,7
	A-C	39	-	7,3	53,7	38,5	-	2	59,5
ICAC	I-I	25	-	25	50	75	-	-	25
	I-D	43,9	-	14,3	41,8	48	-	14,8	37,2
	T-I	-	-	-	-	50	-	-	50
	T-D	43,5	-	12,5	44	58,3	-	11,2	30,5
	A-D	64,2	-	6,5	29,3	76	-	12	12
	A-C	57,3	-	2	40,7	77,8	-	4,7	17,5
IPA	I-I	25	-	25	50	75	-	-	25
	I-D	69,2	-	3,5	27,3	74	-	3,5	22,5
	T-I	-	-	-	-	100	-	-	-
	T-D	54,4	-	13,3	32,3	71,5	-	20,8	7,7

Indicador: Imagen de la ciencia y la tecnología como actividad colaborativa (IAC)

En general, se aprecia que se proyecta poco la imagen colaborativa con presencia femenina del trabajo tecnológico (N3) en todas las partes analizadas. Más del 90% de las actividades que aparecen en el desarrollo y cierre del tema (A-D y A-C) de ambas editoriales son de nivel N1, es decir, son actividades que fomentan una imagen de

construcción individual del conocimiento tecnológico. Esta circunstancia también se repite mayoritariamente (75%) en las imágenes que aparecen al inicio (I-I) para el caso de la editorial ET. En el resto de la UA de esta editorial mayoritariamente no se transmite ninguna imagen concreta con relación a la actividad colaborativa (N1*).

Indicador: Imagen de la ciencia y la tecnología fuera de lo académico (IFA)

Los resultados muestran que las UA de ambas editoriales transmiten una imagen de la tecnología contextualizada, bien mostrando su utilidad y/o conexión para el ámbito académico y de los especialistas (N2), o bien poniendo de manifiesto su utilidad y relación con la vida cotidiana (N3). Este último no en la medida deseable pero bastante presente en las UA de las distintas partes de los temas analizados (I, D, C).

Indicador: Imagen de la ciencia y la tecnología más allá de lo empírico (IME)

Las UA ponen de manifiesto una imagen que, o bien, no muestra ni fomenta los procedimientos necesarios para la construcción del conocimiento tecnológico (N1), o bien, si se hace solo se visibilizan procedimientos instrumentales, mecánicos y/o algorítmicos (N2). Resulta destacable cómo las actividades (A) analizadas de ambas editoriales están alejadas de alcanzar un nivel deseable alto en esta categoría (N3). Este sería el lugar más apropiado donde visibilizar la puesta en juego de procedimientos y de otros procesos como la comunicación, la reflexión, argumentación el planteamiento y resolución de problemas y/o la toma de decisiones (TD), tan necesarios para la construcción del conocimiento tecnológico.

Indicador: Imagen no elitista de las ciencias y la tecnología (INE)

En ambas editoriales se proyecta una imagen neutra con relación a este indicador. Es decir, el análisis arroja que en la mayor parte de las UA no se menciona explícitamente nada sobre si se necesitan o no capacidades específicas para desarrollarse en el ámbito tecnológico (N2). Sí se aprecia un mejor planteamiento de la editorial EB, donde sí hay un mayor porcentaje de UA en N3.

Indicador: Imagen estereotipada de las ciencias y la tecnología (IE)

Como se observa en la tabla 1 la gran mayoría de las UA se encuentran en un nivel N2. Esto significa que no se encuentran aspectos positivos ni negativos, puesto que no se aporta información sobre los atributos de las personas que dedican a la tecnología ni los lugares donde esta se desarrolla. Cabe resaltar también que en el caso de una de las editoriales (ET) sí se detecta que se transmiten ciertos estereotipos en algunas de las imágenes (37,5%) situadas al inicio (I-I) de los temas.

Indicador: Imagen de las ciencias y la tecnología conectadas con el arte y la creatividad (ICAC)

Con relación a este indicador, la proyección transmitida es desigual. Así, se observa cómo hay un porcentaje algo superior al 50% de actividades ubicadas en el cierre de los temas (A-C) de las dos editoriales en las que se menciona o fomenta el arte y/o la creatividad en la construcción del conocimiento tecnológico (N3). Sin embargo, en el resto de las UA esta circunstancia o brilla por su ausencia (N1), o si aparece es de manera decorativa o anecdótica (N2).

Indicador: Imagen profesional amplia de las ciencias y la tecnología (IPA)

Los resultados obtenidos muestran que ambas editoriales, aunque en una más pronunciado que en otra, no transmiten en profundidad el futuro profesional asociado al desarrollo del conocimiento tecnológico (N1). Solamente se aprecian algunos resultados positivos en este sentido en las imágenes presentadas al inicio del tema (I-I) y las actividades de cierre (A-C) de la editorial ET donde sí se hacen explícitas y se muestran diversas salidas profesionales relacionadas con la tecnología y que están conectadas con el mundo de hoy en día (N3).

CONCLUSIONES

El análisis realizado muestra que existen ciertas carencias en la imagen que de la ciencia y la tecnología se transmite desde los libros de texto de Tecnología, en concreto en los factores que podrían ser influyentes para las mujeres a la hora de optar por estudios de ámbitos STEM. Por ejemplo, algunas investigaciones ponen de manifiesto que las mujeres se sienten más atraídas hacia profesiones con una mayor orientación social (Su, Rounds y Armstrong, 2009) y hacia trabajos donde exista interacción personal (Bieri et al., 2014). Sin embargo, los resultados de este estudio muestran cómo los libros de texto analizados no ponen en valor la utilidad de la tecnología para la vida de las personas, ni abordan en la profundidad requerida que el desarrollo tecnológico requiere un continuo trabajo colaborativo de equipos mixtos de personas. Asimismo, y en relación con estos últimos, tampoco el análisis refleja que los libros de texto muestren las salidas profesionales actuales que el ámbito tecnológico pueda tener. Además, autoras como Wang y Degol (2017) ponen de manifiesto que muchos de los intereses y preferencias de las chicas pasan por ámbitos de trabajo donde se desarrollen procedimientos más asociados a la comunicación y la reflexión. Sin embargo, esto se contradice con lo que se fomenta y muestra en los libros de texto analizados en los que la reflexión, comunicación y toma de decisiones apenas se favorecen en las actividades que se proponen, contribuyendo además de este modo a no potenciar el desarrollo integral del estudiantado ni su pensamiento crítico.

En definitiva, en los libros de texto se debe favorecer una imagen más real de cómo se construye y desarrolla el conocimiento tecnológico, ofreciendo una descripción curricular más amplia y equilibrada en el sentido que proponemos en los indicadores presentados. Así se estará proyectando una imagen de la ciencia y la tecnología más real y cercana a los intereses de las chicas en general. Por último, es preciso apuntar que se ha presentado un análisis preliminar limitado a dos editoriales y en un curso académico. Se hace necesario continuar estudiando los libros de texto de Tecnología de Educación Secundaria Obligatoria para corroborar la tendencia detectada en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto “Análisis didáctico de unidades de enseñanza y aprendizaje en libros de texto de matemáticas y ciencias desde una perspectiva de género” (PGC2018-094114-A-I00) financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. y Perales, F.J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 41-58.
- Archer, L., DeWitt J., y Willis, B. (2014). Adolescent boys' science aspirations: Masculinity, capital, and power. *Journal of research in science teaching*, 51, 1-30.
- Bieri, C., Berweger, S., Keck, A., y Kappler, C. (2014). Majoring in STEM—What accounts for women's career decision making? A mixed methods study. *The Journal of Educational Research*, 107(3), 167-176.
- Blanco, N. (2000). *El sexismo en los materiales educativos de la E.S.O.* Instituto Andaluz de la Mujer.
- Braga, G. y Belver, J. L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense De Educación*, 27(1), 199-218. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688
- Bryman A. (2006) Integrating quantitative and qualitative research: How is it done? *Qualitative Research*, 6(1), 97–113. <https://doi.org/10.1177/1468794106058877>
- Fernández-Oliveras, A., Martín-Gámez, C., y García-Pardo, F. (2021, marzo). Instrument for the educational analysis of science textbooks of secondary educational from a gender perspective. En INTED2021 Proceedings, *International Technology, Education and Development Conference (1882-1887)*. <https://doi.org/10.21125/inted.2021.0421>
- Ibañez, M. M., Romero, M. C., y Jiménez, M. P. (2019). ¿Qué ciencia se presenta en los libros de texto de Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 49-71. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2668>
- López-Navajas, A. (2014). Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada. *Revista de Educación*, 363, 282-308. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2012-363-188>
- Manassero, M.A. y Vázquez, Á. (2003). Las mujeres científicas: un grupo invisible en los libros de texto. *Revista Investigación en la Escuela*, 50, 31-45.
- Martín, C., Prieto, T., y Jiménez, A. (2013). El problema de la producción y el consumo de energía: ¿cómo es tratado en los libros de texto de Educación Secundaria? *Enseñanza de las ciencias*, 31(2), 153-171.
- Martín-Gámez, C, Fernández-Oliveras, A., García-Pardo, F., Torres-Blanco, V., y García-Durán, D. (2021). Aplicación de un instrumento de análisis de libros de texto de ciencia y tecnología desde una perspectiva de género. En F. Cañada y P. Reis (coord./ed.), *Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible, Actas electrónicas del XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias 2021* (1-2324). Revista Enseñanza de las Ciencias.
- Perales, F. J. (2019). ¿Cómo podemos ayudar a los maestros en formación a analizar los libros de texto de ciencias? *Revista De Ciències De l'Educació*, 1(2), 33–42. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2616>
- Rossi, A. y Barajas, M. (2015). Elección de estudios CTIM y desequilibrios de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 59-76. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1481>
- Sáinz, M. (2017). *¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas.* Ariel, S. A.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

- Su, R., Rounds, J., y Armstrong, P. (2009). Men and Things, Women and People: A Meta-Analysis of Sex Differences in Interests. *Psychological Bulletin*, 135(6), 859-884. <https://doi.org/10.1037/a0017364>
- Wang, M., y Degol, J. L. (2017). Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational psychology review*, 29(1), 119-1

Innovación didáctica para la transformación curricular hacia la sostenibilidad en educación primaria

Marta Gual Oliva¹

¹ Universitat de Girona. Marta.gual@udg.edu.

RESUMEN: En este trabajo se presenta el proceso participativo de revisión del programa de educación ambiental “El Montseny a l’escola” destinado al alumnado de Educación Primaria de los municipios del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny (provincias de Barcelona y Girona, en Catalunya). En este estudio participaron los promotores del programa, las escuelas y las empresas de educación ambiental de referencia del Parque. Los resultados más destacados ponen de manifiesto la necesidad de innovar hacia la transformación curricular para la sostenibilidad, e incorporar distintas modalidades de implementación de las actividades didácticas que dota de mayor autonomía las escuelas que lo desarrollan.

PALABRAS CLAVE: educación ambiental, innovación, material didáctico, educación primaria, transformación curricular

ABSTRACT: This document describes the review of the environmental education program "El Montseny a l'escola" aimed at Primary Education students from the villages inside the Natural Park and Biosphere Reserve of Montseny, in the provinces of Barcelona and Girona, in Catalonia. The promoters of the program, the schools and the environmental education teams participated in the process. The most outstanding results show the need to innovate towards curricular transformation concerning education for sustainability principles, and to increase flexibility in the implementation of the teaching and learning activities.

KEYWORDS: environmental education, innovation, teaching-learning sequence, primary education, curriculum transformation

CONTEXTO

“[El Montseny a l’escola](#)” es un programa de educación ambiental de referencia, que se dirige al alumnado de educación primaria (6-12 años de edad) de las escuelas de los municipios del [Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny](#). El programa educativo está promovido por las diputaciones de Girona y Barcelona en Catalunya, y cuenta con la participación de los centros educativos, y de los equipos de educación ambiental (en adelante, EEA) de referencia del Parque, constituidos por empresas privadas del ámbito de la educación ambiental. Los principales destinatarios del programa son los 18 centros de educación infantil y primaria del ámbito próximo al Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny.

El programa consta de un banco de recursos didácticos para su realización y adaptación, organizados en tres unidades didácticas, una para cada ciclo de la educación primaria:

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Ciclo Inicial (1º y 2º curso), Ciclo Medio (3º y 4º curso) y Ciclo Superior (5º y 6º curso). Todos estos recursos pretenden facilitar al profesorado una inmersión de su trabajo al contexto del Montseny. Las unidades didácticas se estructuran en cuatro bloques, incluyendo los tres primeros una salida de campo al territorio mientras que el cuarto bloque suele destinarse a aplicación y síntesis de los contenidos trabajados en los tres anteriores. Cada bloque se organiza alrededor de dicha salida, de modo que se plantean actividades previas y posteriores a ella.

El programa fue creado en el año 2008 y en 2013 se realizó un proceso participativo para redactar la fundamentación pedagógica que guía y orienta el diseño de las tres Unidades Didácticas que conforman el programa actualmente. A partir de las evaluaciones que realizan escuelas y EEA, la entidad promotora del programa detecta la necesidad de actualizar la estructura de la propuesta, haciéndola compatible con la forma cada vez más frecuente de trabajar de las escuelas por proyectos. Así, en octubre de 2020 se inicia un proceso de revisión del programa con la finalidad de poder modificar la implementación de acuerdo a las demandas de las escuelas. Este proceso finaliza en diciembre de 2020, ofreciendo como resultado orientaciones para el cambio, no tan sólo a nivel de estructura sino también a nivel conceptual y de modelo pedagógico. En este trabajo se comparte el proceso participativo por el que se realizó la revisión y los resultados más relevantes obtenidos.

MARCO TEÓRICO

Dentro de la diversidad de formas de entender y conceptualizar el desarrollo sostenible, el programa “El Montseny a l’escola” se sitúa en la perspectiva de la transformación (Granados, 2021), en la que se propone un cambio en el sistema de valores actuales en la sociedad, así como una reestructuración de las relaciones de poder. Esta perspectiva va más allá de los posicionamientos que entienden el desarrollo sostenible desde la triple vertiente ecológica, social y económica, o desde la perspectiva de la reforma mediante la innovación tecnológica. Desde el punto de vista educativo una orientación hacia la transformación implica que los procesos de enseñanza-aprendizaje deberían estar orientados y pensados para transformar la sociedad de la que somos partícipes. Para que este programa pueda contribuir a esta finalidad es necesario que las experiencias de educación ambiental que se propongan sean auténticas y por eso, tal y como proponen Amat, Espinet y Sanmartí (2021) nos situamos en el marco de las experiencias socioambientales auténticas. Estas experiencias proporcionadas a través de los recursos didácticos quieren contribuir a cambiar la mirada de los niños y niñas hacia el mundo, además a construir un punto de vista diferente a la hora de comprenderlo teniendo en cuenta el enorme potencial que tiene la educación ambiental para hacerlo. Así, entendemos que comprender mejor los fenómenos socioambientales debería permitir tomar mejores decisiones para actuar sobre estos fenómenos. Y es en este sentido en que se orientan los procesos de enseñanza-aprendizaje hacia la acción: para contribuir a construir una ciudadanía crítica, activa y responsable, con capacidad de tomar decisiones argumentadas y justificadas en el conocimiento. Por tanto, desde el programa se propone diseñar recursos didácticos que conecten con esta perspectiva y que, por tanto, pueda ofrecer herramientas para emprender estas acciones de transformación socioambiental.

El programa pretende contribuir a la transformación del currículo de educación primaria desde una perspectiva de la educación por la sostenibilidad. Este proceso implica

considerar, de manera simultánea y bidireccional la relación entre las personas (tanto a nivel individual como colectivo) y la de éstas con el medio. Además, implica la transformación hacia un modelo de pensamiento que debería ayudar a construir esta forma de relación desde un enfoque curricular transformador, tanto a nivel de estructura de centro, como de participación ciudadana y a nivel curricular. Esta perspectiva, implica una concepción del currículo que entiende que construir modelos sobre las problemáticas ambientales, difícilmente puede abordarse con los modelos que ofrece una sola disciplina, pero que éstos son necesarios para poder comprenderlos y actuar en ellos (Pujol, 1999; Gual, 2015).

Dar respuestas a estas demandas y plantear un escenario educativo desde una perspectiva transformadora requieren procesos de enseñanza y aprendizaje que puedan contribuir al desarrollo de competencias y a dar forma colectivamente al cambio, por tanto, no es suficiente hacer propuestas curricularmente adecuadas o acciones puntuales. El diseño desde la perspectiva transformadora supone poner sobre la mesa fenómenos complejos que necesitarán la perspectiva de diversas disciplinas y desde diferentes escalas para poder ser comprendidos en su globalidad (Calafell, Bonil y Pujol, 2015).

METODOLOGÍA DEL PROCESO PARTICIPATIVO

En el proceso de revisión participaron promotores del programa, equipos directivos y docentes de las escuelas participantes, y EEA responsables de las salidas de campo. A continuación, se describe el diseño del proceso y su desarrollo:

En primer lugar, se realizó la lectura y análisis de los documentos proporcionados por los promotores del programa: la fundamentación pedagógica y las tres unidades didácticas, las evaluaciones de las escuelas y evaluaciones de los EEA. A continuación, se realizaron dos grupos de discusión y una entrevista: a) grupo de discusión con los EEA para identificar debilidades y fortalezas del programa, detección de necesidades y cambios, b) grupo de discusión con profesorado de las escuelas con el objetivo de identificar aspectos a mantener y a modificar en relación a metodología, estructura y contenido del programa, y c) entrevista con el equipo gestor del programa compuesto por personal técnico del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny.

El proceso concluyó con la síntesis de cada uno de los documentos analizados, de los grupos de discusión y la entrevista, que se triangularon para poder identificar aquellos aspectos que requerían mayor atención, tanto a nivel de estructura como a otros niveles que se explicaran posteriormente. El resultado de la triangulación se describió en el documento “Síntesis global de la diagnosis”.

Este proceso se produjo de forma telemática entre septiembre y noviembre de 2020.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

El análisis se llevó a cabo a partir de la triangulación, entre los diferentes participantes del estudio. A partir de esta fue posible identificar ámbitos de actuación, necesidades y orientaciones para el cambio que luego fueron presentados en una síntesis global, estructurada deductivamente a partir de aquellos aspectos que tenían mayor presencia a lo largo del análisis de los diferentes documentos. Éstos se definieron en los ámbitos que requerían actuación y que posteriormente permitirían orientar las propuestas de cambio.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Los ámbitos, necesidades y orientaciones fueron representados en una tabla: la primera columna correspondiente al ámbito de actuación, la segunda columna recoge las necesidades detectadas en este ámbito y, por último, en la tercera columna se mostraron las orientaciones para el cambio.

Estos datos se organizaron posteriormente en tres dimensiones: macro, meso, micro, teniendo en cuenta diferentes elementos: el programa, las escuelas, los equipamientos de educación ambiental, los gestores del programa y otras entidades. Por último, se aportaron las conclusiones de la diagnosis (Figura 1).



Figura 1. Organización de los datos obtenidos

RESULTADOS (I): SÍNTESIS GLOBAL DE LA DIAGNOSIS

Los principales resultados correspondientes a la síntesis global de los documentos se presentan a continuación:

En lo que refiere al programa, a nivel macro, se propone unificar y revisar aspectos de planteamiento teóricos y metodológicos como la visión de la educación ambiental, los ejes conceptuales que vertebran el programa y los tipos de metodologías utilizadas en las actividades. A nivel meso, se propone revisar la conexión entre lo que se trabaja en los diferentes bloques de cada unidad didáctica. Finalmente, a nivel micro se propone plantear mayor flexibilidad en el número de actividades a realizar por las escuelas, unificar tipos de objetivos en las actividades, revisar actividades de síntesis y aplicación, así como el acto de clausura, y revisar actividades de evaluación de los aprendizajes.

En lo que refiere al programa y otras entidades, a nivel macro, se propone crear un espacio de colaboración entre centros, proponer que el programa sea incluido como programa de innovación educativa. Además, ofrecer formación docente para maestros y educadores; a nivel meso, se propone aumentar la flexibilidad del programa, establecer mecanismos de retorno de las evaluaciones y sistematizar una reunión de planificación anual al inicio de curso.

RESULTADOS (II): LA PROPUESTA DE CAMBIO

Los anteriores resultados permitieron estructurar la propuesta de cambio en ocho ámbitos finales, que iban más allá de las cuestiones relativas a la estructura del programa con las que se empezó la revisión (Figura 2). Los ocho ámbitos sintetizan de forma eficiente la propuesta de cambio que se hizo a los promotores del programa:



Figura 2. Propuesta de cambio para el programa “El Montseny a l’escola”

Así, encontramos propuestas referentes a la estructura vinculadas a la forma en la que las escuelas suelen implementar el programa como un proyecto del área de conocimiento del medio natural, social y cultural con una duración máxima de un trimestre, aproximadamente. Esta demanda conecta con la necesidad de flexibilizar la modalidad de implementación, tanto a nivel de tiempo como de actividades a realizar. Por otro lado, encontramos propuestas referentes al marco conceptual vinculadas a la visión de la educación ambiental que debería tener el programa, los ejes conceptuales que deben vertebrar el programa conectando con la ciencia, la visión de la educación ambiental y las competencias, y los contenidos curriculares.

Se identifican aspectos referentes a la metodología de enseñanza-aprendizaje propuesta en la realización de las actividades, la necesidad de dar coherencia al modelo didáctico y de revisar los procesos y mecanismos de evaluación para dotarlos de sentido y relevancia para todos los participantes en el programa.

Finalmente, encontramos propuestas referentes a la gestión del programa vinculadas a la posibilidad de incorporar un espacio virtual de colaboración autogestionado entre las escuelas participantes, dando respuesta a la necesidad manifestada de conocer las actividades que realizan otros centros, la importancia de sistematizar la reunión inicial de curso entre escuelas y EEA para garantizar la consecución de los objetivos que se propone

el programa, y finalmente, la búsqueda de recursos para la continuidad por la mejora de la calidad del programa.

CONCLUSIONES: CAMINO A LA TRANSFORMACIÓN CURRICULAR

El proceso de revisión del programa “El Montseny a l’escola” se planteó inicialmente con la finalidad de revisar aspectos estructurales para poder adaptarlo a la modalidad de trabajo por proyectos, cada vez más frecuente entre las escuelas participantes en el programa.

Lo que en un inicio parecía ser sólo una revisión estructural acabó siendo una diagnosis y una evaluación del programa que ha permitido poner luz a aspectos que merecen atención para mejorar su calidad. Estos aspectos se refieren a lo que se entiende por educación ambiental, a qué visión rige las actividades propuestas, a repensar la metodología y el tipo de recursos didácticos, y así mismo, a aspectos de gestión del programa incluyendo los distintos actores participantes. Por otro lado, el proceso se ha realizado en todo momento desde un convencimiento que la participación debía ser parte fundamental de la revisión y el diagnóstico, y así se ha realizado, poniendo en valor las opiniones y conocimientos de los distintos actores implicados.

Finalmente, este proceso ha permitido situar las bases de lo que será la nueva fundamentación pedagógica y las actividades didácticas, que sin duda nos llevan a aceptar el reto de innovar en el diseño de los recursos didácticos desde la perspectiva de los contextos y escenarios de aprendizaje, y de la transformación curricular hacia la sostenibilidad, incorporando las experiencias socioambientales auténticas, para seguir contribuyendo a la formación de una ciudadanía crítica, activa y responsable.

AGRADECIMIENTOS

Al personal técnico del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny: Maria Barrachina Jiménez, Gemma Pascual Fabrellas y Narcís Vicenç Perpinyà. A las escuelas y los equipos de educación ambiental que formaron parte del proceso participativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amat, A. Espinet, M. y Sanmartí, N. (2021). Els reptes pedagògics de l’educació ambiental: la construcció d’experiències socioambientals autèntiques orientades a la transformació. *Sostenible*, *septiembre 2021*, 1-13.
- Gual, M. (2015). *El pensament sistèmic com una aportació des de la complexitat per avançar en l’ambientalització curricular. El cas d’una proposta educativa per a treballar els vectors ambientals a l’educació secundària. Tesi Doctoral*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Calafell, G., Bonil, J. & Pujol, RM. (2015). El diàlogo disciplinar: un escenario para la educación y la sostenibilidad. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Abril de 2015, Volume Especial, pp.54-71, Brazil.
- Granados, J. (2021). Niveles de sostenibilización curricular para una didáctica de la geografía transformadora. En *Enseñar y aprender geografía para un mundo sostenible*, Granados y Medir (Eds.). (19-38). Barcelona: Octaedro.
- Pujol, R. M. (1999). Ambientalització i escola. *Perspectiva Escolar*, *235*, 2-7.

Los ambientes de un aula internivelar de Ciencias

María de Marco Vicente¹, Diego Vázquez-Prada Baillet², Lucía Forcadell Aznar³, Pedro Lucha López⁴.

¹ CEIP Asunción Pañart – Aínsa. mariademarcovicente@gmail.com.

² Dpto de Didácticas Específicas. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. dvazquezprada@unizar.es.

³ IES Sierra de Guara. lucia.forcadell@iessierradeguara.com.

⁴ Dpto de Didácticas Específicas. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. plucha@unizar.es.

RESUMEN: Se describe el desarrollo de una propuesta de aula internivelar (3º de Educación Infantil-1º de Primaria) en la que se han definido 10 zonas orientadas a la adquisición de habilidades, actitudes y conocimientos científicos. La evaluación preliminar indica la inexistencia de agrupaciones por edades, una mayor autonomía y un aumento de las oportunidades de experimentar sensorialmente con elementos naturales.

PALABRAS CLAVE: Rincones, educación infantil, educación primaria, ciencias naturales y sociales, aula internivelar

ABSTRACT: An innovative proposal is taking place, within a multilevel classroom (Last level of early childhood education and first level of primary education), consisting of 10 defined spaces orientated in the acquisition of aptitudes and scientific knowledge. Preliminary evaluation shows the nonexistence of same age grouping, higher children autonomy and rise of curiosity and interaction with natural elements.

KEYWORDS: Corners, primary education, early childhood education, natural and social sciences, multilevel classroom

ANTECEDENTES

La experiencia que se presenta se está desarrollando en un centro educativo del medio rural que cuenta con 280 escolares de Educación Infantil y Educación Primaria.

Todo comenzó como una idea durante el curso escolar 2020-2021 por parte de las dos maestras del equipo con más recorrido en educación y en el centro. Tras su experiencia en Centros Rurales Agrupados (CRA's), en los que se atiende a niños y niñas de diferentes edades en el aula, observaron que las interacciones personales dentro de esos grupos facilitaban la transición de Educación Infantil a Educación Primaria, momento que se considera clave al significar el salto a la educación obligatoria.

De este modo se consideró la posibilidad de agrupar a los niños y niñas de 5 años de Educación Infantil con los de 1º, resultando 4 aulas de 15 alumnos cada una.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Dado que el centro no utiliza libros de texto desde hace varios años se dispone de mayor flexibilidad a la hora de organizar el currículum y la distribución horaria y, con el fin de optimizar recursos, se organizaron en cuatro ambientes (en el sentido de espacios con una temática específica), y se enlazaron con cada uno de los cuatro elementos clásicos de la filosofía natural con el fin de dotar a las 4 aulas de un hilo conductor: ambiente lingüístico (aula Agua), ambiente músico-matemático (aula Fuego), ambiente artístico (aula Aire) y ambiente científico (aula Tierra).

Los estudiantes de 5 años y los de 1° comparten espacios y tiempos, pero también disponen de momentos de desdoble en los que alumnado de diferentes aulas se reúnen para realizar actividades comunes. En el caso de 1° de Primaria con las áreas específicas de esta etapa (Educación Física, Inglés, y refuerzo en áreas instrumentales) y en el caso de 5 años para tiempo de rincones, juego libre y talleres específicos (fomento de la comunicación oral, creación y lectura de cuentos).

MARCO TEÓRICO

El cambio de la etapa de Infantil a Primaria puede provocar la emoción de los nuevos comienzos, la expectativa de conocer nuevos compañeros y hacer nuevos amigos y la oportunidad de aprender cosas nuevas. Sin embargo, también puede llevar asociada la angustia ante lo desconocido que puede causar confusión y ansiedad, con efectos a medio y largo plazo en el comportamiento de las criaturas. La mayor parte de las propuestas realizadas por los investigadores para reducir la “brecha entre etapas” pasan por una fructífera relación entre familias, niños y escuela. Sin embargo, otro elemento a tener en cuenta para facilitar la transición es prever la continuidad curricular entre ambas etapas (Fabian y Dunlop, 2006).

En lo que respecta al aprendizaje científico el espacio de ciencias ofrece tanto la posibilidad de tener experiencias sensoriales con materiales y fenómenos, como la oportunidad de que los alumnos expliciten sus ideas sobre por qué sucede lo que sucede. La ciencia es una actividad tan teórica como práctica en la que las observaciones y los resultados de los experimentos se explican desde los marcos teóricos científicos. Por eso, en el aprendizaje de las ciencias, el alumnado debe de hacer ciencia y hablar sobre ciencia para explicitar las ideas que subyacen a las experiencias que viven en el aula y que serán más o menos parecidos a los modelos científicos aceptados. Tanto la capacidad de abstracción, como la capacidad de expresión de los alumnos de la etapa de infantil y de los primeros cursos de Primaria no se encuentran plenamente desarrolladas. Sin embargo, existen numerosas formas en las que las criaturas pueden hacer explícitas sus ideas: desde el uso imprevisto de un elemento del aula, a un dibujo, pasando lógicamente por la expresión oral o la expresión corporal (Vega, 2012; Pedreira y Marquez, 2016).

DESARROLLO DEL AULA DE CIENCIAS: AULA TIERRA

En el aula Tierra los contenidos propios de las áreas científicas se abordan de diversas maneras. Por una parte, se planifican actividades dirigidas basadas en la motivación y oportunidades que surgen dentro y fuera del aula. Se realiza en aulas internivelares y en ellas el alumnado realiza experiencias dirigidas, observa, elabora predicciones, dialoga y argumenta.

Por otra parte se dispone de momentos, con el alumnado de 5 años, en los que se ofrecen diversas actividades, distribuidas en 10 zonas o rincones, por las que se pueden mover libremente (Tabla 1). Durante los momentos de rincones, habitualmente, cada criatura puede moverse libremente por el espacio, aunque en ocasiones se han propuesto retos concretos (por ejemplo construir un puente con los bloques de construcción).

Tabla 1. Rincones: definición, objetivos y desarrollo.

RINCONES	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS
Zona natural	Espacio con plantas con diferentes características (distinto momento de floración, bulbos en distinto estadio vegetativo, plantas nacidas de semillas sembradas en el aula) y un espacio de larvas de escarabajo (que observamos en gran grupo periódicamente y a nivel individual cuando se desea).	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar la curiosidad y la capacidad de observación. - Construir y explicitar sus modelos mentales personales de planta y animal.
Zona de proyecto	Se trata de un espacio donde se ofrecen materiales específicos manipulables del tema curricular tratado. Por ejemplo, en la unidad didáctica de “El Volcán” se disponía de plastilina, un volcán de papel maché que hemos ido construyendo en clase, rocas volcánicas con diferentes texturas, tamaños y densidades y dibujos y esquemas.	Facilitar al alumnado materiales para que exprese a través de dibujos y maquetas los modelos trabajados en los proyectos (p.e: modelo de volcán)
Zona de observación	En esta zona se dispone de 3 lupas de mano y un microscopio monocular y diversas muestras elaboradas en el aula con polen de las flores que han crecido durante el curso, plumas, diversas semillas... y en el que se puede observar cualquier objeto que se desee.	El uso de instrumentos, tal como indica Pereira y Márquez “interesa en sí mismo como elementos culturales que los niños deben explorar para entender, pero además favorece la relación entre acción y pensamiento y el surgimiento de preguntas” (2016:48).
Armario de juego simbólico	Se encuentra dentro de un armario empotrado. En él hay una cocinita con utensilios de cocina y distintas semillas que sirven para elaborar comidas; además de muñecos y ropa.	Los objetivos de esta zona son disponer de un espacio de socialización y adquisición de habilidades sociales recreando actividades cotidianas, y ofrecer actividades que permitan el juego cooperativo.
Zona de gran construcción	Se dispone de cajas de cartón de diferentes tamaños que se han ubicado junto a una pared en una zona despejada del aula. Su uso ha sido mayoritariamente espontánea en la forma de construir torres, delimitar espacios dentro de otros juegos y como elementos de “paisaje” dentro de juego simbólico con pequeñas figuras. En ocasiones se han propuesto retos a las personas que voluntariamente han decidido jugar en esta zona como por ejemplo: elaborar el puente más largo que puedas o hacer la torre más alta sin utilizar mesas y ni sillas.	El objetivo principal de esta zona es ofrecer la posibilidad de tener experiencias con la resistencia de los materiales y los equilibrios de fuerza.
Mesas de trabajo	Se utilizan para dibujar, trazar siluetas con plantillas, colorear modelos ofrecidos por el docente, hacer transplante de las plantas, moldear plastilina etc.	Los objetivos de esta zona son diversos en función de la actividad que se realiza en ellas.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

RINCONES	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS
Armario de juegos de construcción	En estas estanterías se encuentran juegos de construcción de trenes, material natural (piñas, trozos de madera, plumas, cuerdas), y juego de carrera de dominós.	Los objetivos de esta zona son iguales a los de la zona de gran construcción.
Areneros	Se dispone de un arenero grande (con más gruesa y clara) y dos bandejas pequeñas con distintas arenas más finas y oscuras, lo que permite diferentes interacciones. En ellos se realiza por un lado la actividad propia de un arenero de patio de recreo, que sirve para enterrar objetos, crear “paisajes” y manipular el material; y en los areneros pequeños se realiza más una actividad sensorial de dibujar en la arena o sentirla.	El principal objetivo de este espacio es facilitar experiencias con diferentes texturas naturales.
Biblioteca	Con cuentos y bibliografía específica de los temas abordados en clase. Por ejemplo, en el caso del estudio de plantas se ha trabajado ampliamente con el cuento: <i>¿Todavía nada?</i> , de Christian Voltz (Ed. Kalandraka); en el de volcanes con el libro <i>Los Volcanes</i> , de Patricia Geis (Ed. Combel); o en el tema del espacio con <i>¿Dónde está la Luna?</i> , de Jordi Aménos (Ed. Akiara).	El principal objetivo de esta zona es facilitar el acceso a literatura y libros específicos de los temas de ciencias, fomentar el inicio del proceso lector y concienciar sobre la idea de los libros como fuente de información.
Juegos de mesa	En este armario hay juegos de dados, juegos de habilidad y puzzles. Dada la variedad de juegos de esta zona, no es posible definir un patrón de uso y tiempos.	Los objetivos de estos juegos, son desarrollar la resolución de problemas, la elaboración de estrategias y toma de decisiones, además de fomentar el cumplimiento de las normas de convivencia.

INTERACCIONES EN LOS RINCONES

Las interacciones en los distintos rincones ha sido muy desigual (Tabla 2). Los rincones han ido cambiando en relación a los objetos presentes (cambio en los elementos naturales, juegos y materiales específicos). Figuras de 1 a 3.

Tabla 2. Interacciones observadas en los rincones.

RINCONES	DESCRIPCIÓN (agrupamientos y tiempos de interacción)
Zona natural	El alumnado normalmente pasa por esta zona momentos cortos, y lo hace de manera individual o en parejas, rara vez se han reunido grupos de 3 o más personas. Pasan, miran y, si hay algo que llama su atención, se paran y observan.
Zona de proyecto	Las criaturas visitan este espacio de manera individual o en parejas, y en él, sobre todo, replican las actividades o experiencias realizadas durante las más dirigidas. Suelen permanecer por tiempos cortos, aunque en ocasiones las actividades de esta zona son “trasladadas” a otras zonas del aula teniendo una duración mayor.
Zona de observación	Tiene un uso desigual, sobre todo dependiendo de lo trabajado en las sesiones dirigidas, y lo hacen de manera individual o en parejas, a excepción de los juegos con lupas de “exploración” de la clase, que puede agrupar a 3 o más personas. Se han observado dos patrones muy diferentes en función del instrumento (lupa o microscopio). Con el microscopio habitualmente se observa algo trabajado ya previamente, o bien se utiliza un objeto nuevo en la observación, durante periodos de tiempo cortos (5 minutos o menos). Con la lupa se realizan actividades espontáneas del alumnado: observar elementos naturales del aula, revisar cuentos, jugar a detectives, observar las figuras de animales o cualquier otro juguete, observarse entre ellos.

RINCONES	DESCRIPCIÓN (agrupamientos y tiempos de interacción)
Armario de juego simbólico	El uso que se suele dar a este espacio es principalmente el de cocinar y recrear las situaciones cotidianas de sentarse a comer. También se ha usado para hacer un restaurante y como escondite (cerrando las puertas). Las personas que lo usan suelen permanecer en él tiempos largos (20-30 minutos, o más). Las agrupaciones son muy dispares, se ha jugado en él en todas las modalidades de agrupación (incluido gran grupo, en algunas ocasiones).
Zona de gran construcción	Las personas que utilizan esta zona suelen hacerlo en grupos de 2 a 4 personas cuando se han utilizado como elementos de construcción de torres o puentes, y con agrupaciones dispares cuando se han utilizado con otros fines. Resulta una actividad prolongada en el tiempo, permaneciendo en ella las personas 20 minutos o más.
Mesas de trabajo	Se utilizan en todas las modalidades de agrupamiento (incluyendo la realización de manera individual) y suelen permanecer periodos largos (de 20 minutos a toda la sesión).
Armario de juegos de construcción	Las personas que utilizan esta zona suelen hacerlo en grupo (rara vez de manera individual) en distintos agrupamientos pero sobre todo en grupos de 2-3 personas. Resulta una actividad que se prolonga en el tiempo, permaneciendo en ella las personas 20 minutos o más.
Areneros	El arenero grande se utiliza indistintamente a nivel individual y colectivo, en grupos de máximo 3 personas (por el tamaño del propio arenero). Los juegos suelen ser simbólicos y, la mayoría de las veces, implica la caída de arena al suelo que es necesario recoger antes de abandonar este espacio de juego, lo que permite desarrollar actitudes de orden y responsabilidad. Por otro lado, los areneros pequeños se encuentran en unas bandejas en los casilleros. Disponen de pequeñas herramientas para dibujar sobre ellos, y suelen utilizarse a nivel individual o por parejas. En ambos casos el tiempo de permanencia es más o menos prolongado: en el arenero grande 15 minutos o más, y en los pequeños alrededor de 10 minutos, habitualmente.
Biblioteca	Se observan distintos agrupamientos: desde lectura individual a lectura en grupo de 2 o 3 personas. El tiempo invertido en este espacio suele ser lo que tarde el grupo en leer el libro (unos 10-15 minutos).
Juegos de mesa	No es posible hacer un balance de agrupamientos y tiempos dada la diversidad de juegos que se ofrecen en este espacio.



Figura 1 y 2. Interacciones en zona natural



Figura 3. Zona de construcción

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL AULA DE CIENCIAS

Tras dos trimestres de funcionamiento del aula se puede afirmar que en los momentos en que hay criaturas de 5 años y 1º no se observan agrupaciones por edades. Los pequeños ayudan a los mayores, los mayores a los pequeños y disminuyen las demandas de apoyo a las maestras. Esta relación entre alumnos de diferentes edades suponemos que facilitará la transición a la etapa de Primaria de los más pequeños, aunque será necesario un seguimiento para comprobarlo.

Por otro lado, tanto a través de las actividades dirigidas como mediante los momentos de libre acceso, los niños tienen la oportunidad de vivir experiencias con un gran número de elementos naturales, fenómenos e instrumental de laboratorio. Además se facilita la explicitación de sus explicaciones a los fenómenos observados a través del diálogo y los dibujos. En este sentido se ha observado un mayor detalle en la elaboración de sus representaciones realizando observaciones más agudas y expresando modelos mentales cada vez más complejos (por ejemplo, tras observar diferentes tipos de plumas inducen que no todas son iguales y que las plumas, además de para volar, desempeñan otras funciones en las aves).

Finalmente, se ha observado un aumento considerable de las preguntas planteadas aprovechándose, algunas de ellas, para desarrollar pequeñas investigaciones en el aula. Además, habido un aumento de elementos naturales aportados por los niños (semillas, cráneos, huesos, plumas, rocas y minerales...) y se observa una aceptación del error en las reflexiones de manera más sana.

Tal vez un aspecto a mejorar en el proyecto sea aumentar la relación entre los temas trabajados en las distintas aulas, de manera que, por ejemplo, la expresión de modelos

mentales no se limite al aula de ciencias sino que se pueda contemplar en las aulas de lengua o matemático-musical, de modo que se globalicen los temas abordados en proyectos más interdisciplinarios.

Por otra parte, tanto para realizar un seguimiento de los efectos de las aulas temáticas en la transición entre etapas como para documentar los aprendizajes científicos en el aula de ciencias, se requiere del diseño de un instrumento de registro para poder realizar una observación sistemática de ambos aspectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fabian, H., y Dunlop, A.W. (2006). Outcomes of Good Practice in Transition Processes for Children Entering Primary School. Paper Commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2007, Strong Foundations: Early Childhood Care Education. Paris: UNESCO
- Pedreira, M., y Márquez, C. (2016). Espacios generadores de conocimiento. Cuadernos de pedagogía, 466, 46-49.
- Vega, S. (2012). Ciencia 3-6. Laboratorios de ciencias en la escuela infantil. Barcelona: Graó.

Mineralogía de ficción. Aplicación del escape classroom en Geología

María Desamparados Soriano Soto¹, Cristina Lull Noguera², Francisca Ramón Fernández²

¹ Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València. asoriano@prv.upv.es.

² Departamento de Química. Universitat Politècnica de Valencia. clull@upvnet.upv.es.

³ Departamento de Urbanismo. Universitat Politècnica de València. frarafer@urb.upv.es.

RESUMEN: El diseño de cualquier estrategia educativa se basa en conseguir que el alumno acepte y asimile la materia. Se muestra un ejemplo basado en el estudio de minerales de otros planetas y en la aplicación de casos que resolverán los alumnos en grupos de trabajo en una estrategia de escape room. En ellos los alumnos buscarán e identificarán minerales procedentes de otros planetas que un personaje extraterrestre ha situado en lugares estratégicos. Esta información y las pistas que se les aporta junto a sus conocimientos de mineralogía les dirigen a resolver el enigma planteado. La experiencia desarrollada en la UPV en la asignatura de Geología del Grado de Agronomía del primer curso del Grado, logró aumentar el interés de los alumnos por la asignatura, apreciando un aumento de motivación y aprendizaje en los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje, estrategia, caso, escape room

ABSTRACT: The design of any educational strategy is based on getting the student to accept and assimilate the subject. An example is shown based on the study of minerals from other planets and the application of cases that students will solve in work groups in an escape room strategy. In them the students will look for and identify minerals from other planets that an extraterrestrial character has placed in strategic places. This information and the clues that are provided to them together with their knowledge of mineralogy direct them to solve the enigma raised. The experience developed at the UPV in the subject of Geology of the Degree in Agronomy of the first year, managed to increase the interest of the students in the subject, appreciating an increase in motivation and learning in the students.

KEYWORDS: Learning, strategy, cases, escape room

INTRODUCCIÓN

En cualquier estudio o experiencia es importante desarrollar una estrategia educativa, ya sea grupal o individual cuyos resultados nos indicarán el éxito de la misma. Entre las estrategias a utilizar siempre es interesante acudir a los juegos de escape (Xarxatic, 2018). Los Escape Room son actividades lúdicas, cada vez más extendidas (Alsina, et al., (2008); Ausubel, (1983); Durán, (2014), en las que los participantes usan su lógica,

conocimientos e ingenio para escapar, en un tiempo limitado, de alguna situación incómoda en la que están atrapados. Se trata de una vía que favorece el trabajo educativo, pues permite la participación activa del alumno (Borrego et al., 2016).

Según algunos autores, las actividades lúdicas pueden considerarse como instancia de un fenómeno donde sus miembros se convierten en factores del mismo, pues se estudia el efecto de cada uno en relación con el resto de factores dentro de la unidad (Goleman, 1995); (López, 2013).

En nuestra experiencia se utiliza la actividad del escape room para orientar al estudio de la geología desde experiencias positivas, divertidas y de uso cotidiano de las mismas, enlazando los conocimientos adquiridos, en un ambiente ficticio donde se incluye la ciencia ficción.

Como objetivos se pretende diseñar un ejemplo de intervención, basada en los juegos de escape para posteriormente presentar los resultados obtenidos y discutir su aplicación.

Según Garrido (2013) en estas experiencias se interacciona entre el realismo y la ficción, donde las metas sucesivas dan la sensación de continua superación, estimulando el ansia por el conocimiento aplicado al conocimiento de los minerales.

METODOLOGIA

Un escape room, sala de escape o cuarto de escape es un juego de aventura físico y mental cuya estrategia consiste en encerrar a un grupo de jugadores en una habitación, donde deberán solucionar enigmas y rompecabezas de todo tipo relacionada con los minerales para ir desenlazando una historia y conseguir escapar antes de que finalice el tiempo disponible.

La utilización de esta estrategia en Geología es una innovación para favorecer el conocimiento de los minerales. Es necesario despertar en el alumnado la curiosidad, la seguridad y la admiración por esta materia, como única ruta posible para llegar a ellos y motivarlos en su estudio.

Se trabaja con una situación ficticia en la que un personaje extraterrestre imaginario ha situado minerales escondidos en una sala. Los alumnos reciben mensajes informándoles de la posición de los minerales situados en puntos estratégicos por MineralMan, nombre que recibe nuestro personaje extraterrestre, que otorga a los participantes pistas al respecto de los minerales para su identificación.

MineralMan otorga a los participantes un documento que contiene un plano de localización de los minerales, con el objeto de realizar un detallado análisis para conocer las propiedades de estos minerales y ayudar a determinar su identificación.

Se juega con minerales destacados de referencia, cuyas propiedades tiene que averiguar el alumno hasta poder conseguir averiguar de que mineral se trata. También como alternativa se trataría de averiguar a través de pistas que se aportan al alumno, para que con la información facilitada y sus conocimientos consiga averiguar el mineral oculto procedente de otra galaxia.

La valoración se realiza controlando el tiempo en responder, o bien en función del número de preguntas realizadas por el alumno necesarias para llegar a la solución, o por el número

de pistas aportadas para que el alumno resuelva de que mineral se trata y así poder avanzar en el juego y salir de la sala.

Se plantea la situación a un número de alumnos en una habitación ambientada como una mina con el propósito de salir de allí en un tiempo limitado y que se acortará según los conocimientos e ingenio de los alumnos en un tiempo limitado. Durante ese tiempo tendrán que resolver claves, enigmas, encontrar pistas y todo ello trabajando en equipo.

De esta manera irán avanzando a medida que van consiguiendo pistas e indicaciones siguiendo una trayectoria que al finalizar les ayudarán a resolver las cuestiones y salir victoriosos de la mina.

RESULTADOS

La técnica del escape room puede utilizarse cuando los participantes tienen información y cierto dominio sobre la materia, observando que estimula el análisis y reflexión de los participantes (School Break Project, 2020).

La materia de estudio se puede dividir en dos bloques, avanzando de lo global a lo específico. Primero, desarrollo un marco teórico donde se analiza la motivación, y el Aprendizaje Basado en Juegos o la gamificación. Para seguidamente, desarrollar un supuesto práctico lúdico, que revela un juego de estrategia que utilicé para mejorar la motivación de los alumnos (Farias et al., 2010; Gómez, 2000; Garrido, 2013; Valera, 2013; Pallares, 2016).

La actividad realizada en el aula con el alumnado de primer curso de Agronomía de la Universitat Politècnica de Valencia tal y como se ha indicado anteriormente. Previamente los alumnos habían estudiado los temas referentes a minerales utilizando la clasificación de Strunz, (Strunz Classification System) basada en los distintos grupos: elementos nativos; sulfuros; óxidos e hidróxidos; carbonatos; sulfatos; wolframatos; molibdatos y cromatos; fosfatos, arseniatos y vanadatos; silicatos (tectosilicatos, filosilicatos, inosilicatos, ciclosilicatos, sorosilicatos y nesosilicatos) y compuestos orgánicos. Esta información que se les había impartido previamente durante las clases, y la tenían disponible durante la experiencia.

Tabla 1. Ejemplo de las propiedades estudiadas de los minerales.

MINERAL	Turmalina
Fórmula	$\text{Na}(\text{Mg,Fe})\cdot\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{O,OH,F})_4$
Color	Transparente traslucido u opaca. Color depende de la composición: incolora, negra, parda, rosa, azul, verde
Cristalización	sistema trigonal
Dureza Densidad	2,9
Solubilidad	insoluble en agua y ácidos
Fractura	Exfoliación ausente. Fractura concoidea. Cohesión frágil
Magnetismo	no
Luminiscencia	sí
Funde	difícilmente fusible y variable según la composición química

Igualmente, habían realizado diversas tareas para afianzar conocimientos y tener material preparado para utilizar durante el juego. Entre ellas, completaron una hoja Excel, donde se les preguntaba propiedades de algunos minerales que se consideraban más importantes, desde el punto de vista agroindustrial y con más aplicación en su carrera profesional (magnetismo, interés agronómico, fertilizante, etc.) (Tabla 1).

Para este estudio y previo a la experiencia, el alumno trabajó y elaboró la información preparada para el juego, revisando la definición de las distintas propiedades de los minerales, principalmente aquellas más importantes y decisorias para su identificación que debe conocer son: Sistema de cristalización, Magnetismo, etc.

Esta actividad se incluyó con éxito como nota de la evaluación, siendo una calificación de gran peso en la evaluación final, y de esta forma se consiguió despertar el interés de los alumnos por el conocimiento de los minerales a través de un juego.

Finalmente se recoge la opinión de los alumnos sobre la aplicación de la actividad en este juego pasando un cuestionario donde se valora el grado de importancia de la actividad bajo diferentes aspectos como: la experiencia ha resultado interesante y útil para comprender la mineralogía?, me ha parecido un reto y me ha motivado su resolución?, me ha ayudado esta tarea a aprender conocimientos nuevos en mineralogía?, la experiencia me ha ayudado a relacionarme con mis compañeros?

El resultado de las encuestas muestra la gran aceptación del alumnado por estas técnicas de aprendizaje con respuestas positivas en todas las preguntas realizadas en el cuestionario donde todos coinciden en la gran aceptación del método y la ayuda de la experiencia para asimilar conceptos.

CONCLUSIONES

En nuestra experiencia la inclusión de este juego supone una gran ventaja en el proceso de aprendizaje pues crea una cierta ficción utilizando personajes que hace más atractiva la docencia y el aprendizaje.

Los resultados de la encuesta fueron positivos mostrando los buenos resultados y el gran interés que despertó la actividad, así como las ventajas de este tipo de aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, A. y Planas, N. (2008). *Matemática inclusiva: propuestas para una educación matemática accesible*. Madrid: Ediciones Narcea.
- Amezcuá, J.A., Fernández de Haro, E. y Pichardo, M.C. (1999). El autoconcepto como variable predictiva del rendimiento académico. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 12, 97-112.
- Ausubel, D. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. (2º Ed.) México: TRILLAS.
- Borrego, C., Fernández, C. y Robles, S. (2016). Room escape en las aulas: actividades de juegos de escape para facilitar la motivación y el aprendizaje de las ciencias de la computación. *Revista CIDUI* 2016, 1(6), 14-21. Recuperado de: www.cidui.org/revistacidui/
- Bridgette W. (2011). The Gamification of Learning. *Principal Leadership*, 12 (1), 56-59.

- Durán, D. (2014) Aprender a enseñar: Evidencias e implicaciones educativas de aprender enseñando. Madrid: Ediciones Narcea.
- Farias, D. y Pérez, J. (2010). Motivación en la Enseñanza de las Matemáticas y la Administración. *Formación Universitaria*, 3 (6), 33-40. García Azcárate, A. Pasatiempos y juegos en clase de matemáticas. Recuperado de <https://anagarciaazcarate.wordpress.com>
- Garrido, J. M. (2013). ¿Por qué los estudiantes juegan con videojuegos de estrategia? Algunos principios para la enseñanza. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(1), 62-74. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol15no1/contenido-garridojm.html/>
- Goleman, D. (1995). *Inteligencia Emocional*. Ed. Kairos. Gómez, I. M. (1997). La alfabetización emocional en educación matemática: actitudes, emociones y creencias. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, (13), 7-22.
- Gómez, I. M. (2000). *Matemática emocional. Los Afectos en el Aprendizaje Matemático*. Madrid, España: Narcea Ediciones.
- López, C. (2013). *La gamificación en el área de economía*. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de Almería. 50p.
- Pallares, L. (2016). *Diseño e Implementación de un juego real para salir de un recinto*. (Trabajo Fin de Grado, Universidad Pontificia Comillas, Madrid).
- School Break Project (2020): *Escape room en la escuela*. Manual I. Recuperado de <http://www.schoolbreak.edu/>
- Valera, J. F. (2013) *Gamificación: 6 Teorías de Motivación en Juego*. Recuperado de: <http://www.valeramariscal.com/blog/2012/05/15/gamificacion-6-teorias-demotivacion-en-juego/>
- Xarxatic. (2018). *Gamificación ¿la gran solución para el aprendizaje?* Recuperado de: <http://www.xarxatic.com/gamificacion-la-gran-solucion-para-el-aprendizaje>.

Online-based formative assessment tool to measure the achievement and attitude of pre-service teachers in science education

Jin Su Jeong, David González-Gómez, J. Samuel Sánchez Cepeda.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Facultad de Formación del Profesorado (Cáceres). Universidad de Extremadura, Spain.

jin@unex.es; dggomez@unex.es; samuel@unex.es.

RESUMEN: El desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías ha puesto de manifiesto la relevancia del uso de sistemas de evaluación formativa on-line en disciplinas científicas. La evaluación formativa permite que los estudiantes, en general, alcancen mejores logros de aprendizaje y muestren una mejor actitud hacia el mismo. Esta investigación evalúa los efectos de una herramienta de evaluación formativa on-line en relación con el rendimiento académico y la actitud hacia el aprendizaje de contenidos científicos. El estudio se ha realizado con una muestra de 300 maestros en formación, y la evaluación de la metodología se ha realizado antes y después de la intervención. Los resultados obtenidos muestran un efecto positivo de la metodología de evaluación formativa empleada, tanto en el rendimiento como en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. Este trabajo concluye que el uso de estas herramientas conlleva un efecto significativo en los logros académicos del estudiante.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las ciencias; Evaluación formativa; Enseñanza/aprendizaje on-line; Resultados y actitudes hacia el aprendizaje

ABSTRACT: In science education along with various educational domains, online-based formative assessment tools have been considered as an important methodology. They allow general students to attain better learning achievement and attitude. This research presents to verify the effects of an online-based formative assessment tool on pre-service teachers' academic achievement and attitude in a university science classroom. A total of 300 pre-service teachers participated in the science course along with pre- and post-test achievement and attitude survey. The results indicated that positive effects on achievement and attitude of pre-service teachers while they used the tool proposed to a greater extent toward the class. In the case of their attitude, 12 questions among 20 questions showed the significant differences. Therefore, we can conclude that there is more possibility for intensive online-based formative assessment use that will accomplish a substantial influence to affect students' outcome and attitude stronger with better professionalization in science education.

KEYWORDS: Science education; Formative assessment; Online-based teaching/learning; Outcome and attitude

INTRODUCTION

As a promising way, online-based learning tools are seen to deal with various benefits in empirical and academic circumstances and discover positive results of their outcome and attitude verified by a meta-analysis (Maier, 2014; So, 2016; Asarta and Schmidt, 2017). The effective online-based instructional application has the influence on teaching/learning procedures and increases students' outcome and attitude in classrooms as an active learning methodology (Ryan and Deci, 2000; Jeong et al., 2017; González-Gómez et al., 2018). Particularly, online-based interfaces as formative assessment can be useful for pre-service teachers with personalized instruments who can train with adapted assignments (Maier, 2016; Jeong et al., 2022).

In science education, it is necessary to clarify whether and how an online-based formative assessment can contribute the quality of teaching/learning. Yet it is still a challenge because of scarce research on the influences of more complicated analytical assessments (González-Gómez et al., 2016; Babincáková et al., 2020). Also, Shirley et al. (2011) indicated that its effectiveness differed to the realization level in the science classroom. Currently, in the regular curriculum, these tools are not combined and caused not drawing robust conclusions for the contribution of tools to actual teaching/learning settings of classrooms. Therefore, it is important to work what degree such tools could be effective and how they could be correctly executed (So, 2016; Zomora et al., 2019; Babincáková et al., 2020).

The objective of research is to examine the effects and influences of an online-based formative assessment tool on pre-service teachers' achievement and attitude toward a university science classroom. With the online-based formative assessment tool, the proposed research was managed in the context of a randomized experimental setting. A total of 300 pre-service teachers participated in the science course along with pre- and post-test achievement and attitude survey in a general science course of Spain.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted during four consecutive years with the pre-service teachers who enrolled in general science course (a total of 300 participants) for a sophomore of the primary education bachelor degree in Spain. The pre- and post-test outcome and attitude survey measured the effect of the online formative assessment as a research strategy. Here, no constrains were enforced, and the pre-service teachers freely selected whether they wanted to partake in the research or not.

Participants

In this research proposed, the online-based formative assessment tool was implemented in a general science course during four consecutive academic years, a total of 300 student. The participation for each year was 92, 81, 57 and 70, respectively (see Table 1). Particularly, no constrains were enforced, and the pre-service teachers without any experiences for the tool freely selected whether they wanted to partake in the research or not.

Table 1. Participants’ descriptive analysis

Items	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	
Pre-service teachers’ number	92	81	57	70	
Average age	19.8	21.7	20.0	20.1	
Gender	Female (%)	44.6	43.2	64.9	71.4
	Male (%)	55.4	56.8	35.1	28.6
Grade (Pre-test)	5.9	6.1	6.9	6.9	
Grade (Post-test)	7.0	7.0	7.8	7.5	

Online-based formative assessment

The online interface proposed and used for performing the formative assessment was comparable with PlayPosit. With this interface, pre-service teachers can finish assignments with their own electronic devices on the basis of the same instruction content and curriculum. Figure 1 depicts the online-based formative assessment environments for students and professors with various functions. Here, both of them can use it for the entire course, which has assignments window with different lessons, observatory desk, feedback window, and performance and progress window.

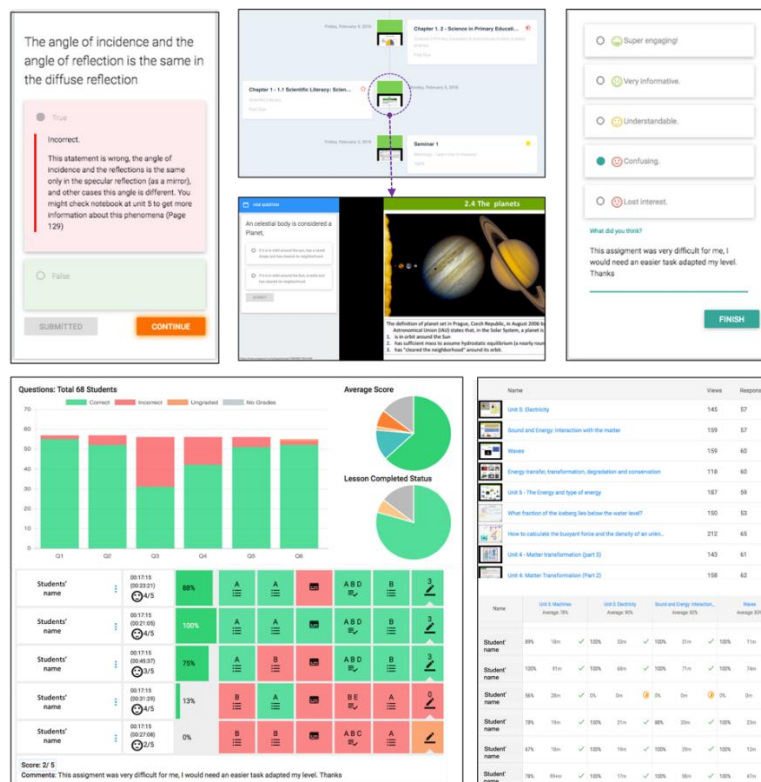


Figure 1. Online-based formative assessment tool integrated into the PlayPosit.

Data collection and analysis

Data were collected with different instruments of pre-service teachers' pre- and post-test achievement data, and pre- and post-test attitude survey. To examine the pre-service teachers' achievement, quizzes, numerical exercises and essays along with adaptive assignments were used for the course enunciated on 0 to 10 numerical scale. A survey for pre-service teachers was engaged to measure their science attitude before and after using the online-based formative assessment tool. The survey employed in this research was adapted with twenty questionnaires from Schrubba (2008). Questionnaires were prepared on a five-point Likert scale.

The data were analyzed and demonstrated as a descriptive analysis, which can represent them as the most accurate way. In order to increase conceivable conclusions about the online-based formative assessment tool's influences, sample homogeneity was confirmed. Then, the Shapiro-Wilk normality test checked and established whether the data used was normally distributed or not. Here, it was necessary to execute non-parametric statistical test to compare the pre- and post-test data since data were not normally distributed. Thus, to determine the occurrence of significant differentiations, the Mann-Whitney test was accompanied. Finally, the SPSS statistical software (version 22.0) was used to analyze data in all cases in this research.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of pre-service teachers' outcome after using the online-based formative assessment tool at the beginning (pre-test) and at the end of the course (post-test) were evaluated by means of various instruments along the course and showed significant positive results (see Figure 2). The class assessments included the average grade of the assignments doing by pre-service teachers were amplified along with in the class-time, which were quite homogenous in all four courses.

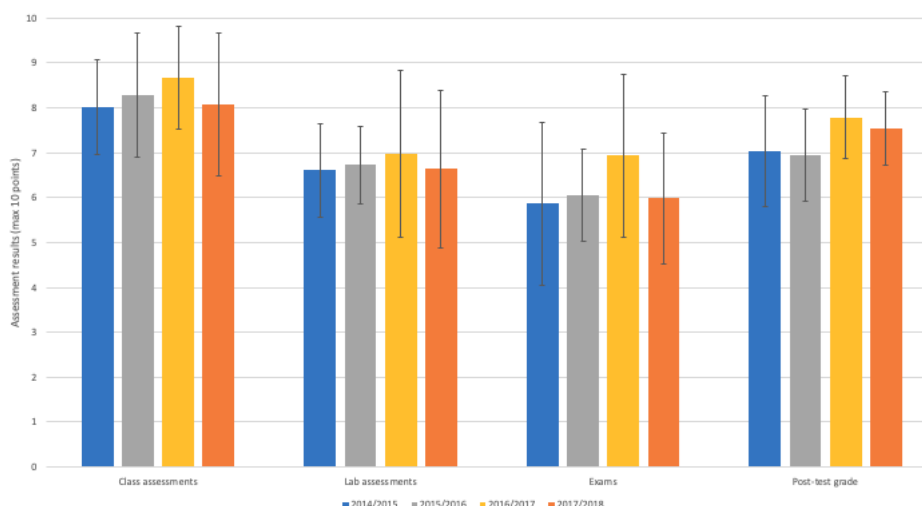


Figure 2. Pre-service teachers' achievement analysis after using the online-based formative assessment tool during four consecutive academic years.

The survey to measure the pre-service teachers' attitude toward the science course was finalized at the beginning (pre-test) and at the end of the course (post-test). The results by the pre-service teachers, for each year, in the pre-test were compared with those provided

in the post-test. Here, significant differences among the twenty questionnaires were detected in twelve questionnaires. Figure 2 showed the twelve questionnaires classified in three groups: G1, G2 and G3, which significant differences were embodied for these questionnaires for all the years studied.

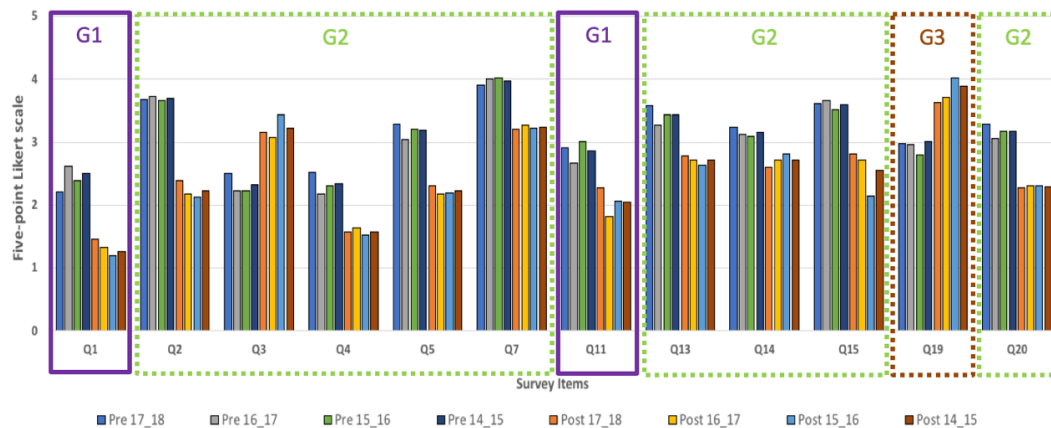


Figure 3. Attitude analysis of pre-service teachers based on survey questionnaires: G1-society; G2-enjoyment; and G3-anxiety).

CONCLUSIONS

The research indicates the main findings that the online-based formative assessment tool can have a positive effect on pre-service teachers' achievement and attitude of science education. Thus, they revealed that the tool is even more effectual if students and professors would use online formative assessment to a greater degree. Particularly, pre-service teachers attained the greater level on science achievement and attitude with more their intensive use. Therefore, the results obtained concluded that the tool provided meaningfully to overcome the current learning problems of traditional science classroom. Also, with intensive online-based formative assessment tool, we can conclude that there is more possibility to accomplish a substantial influence for students' stronger outcome and attitude with better science professionalization.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Consejería de Economía y Agenda Digital de la Junta de Extremadura (España) y fondos FEDER (proyectos IB18004 y GR21047) y al Ministerio de Ciencias e Innovación (Proyecto PID2020-115214RB-I00/AEI/10.13039/501100011033) por la financiación recibida, que ha hecho posible llevar a cabo esta investigación.

REFERENCES

- Asarta, C. J., and Schmidt, J. R. (2017). Comparing student performance in blended and traditional courses: Does prior academic achievement matter?. *Internet and Higher Education*, 32, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.08.002>
- Babincáková, M., Ganajová, M., Sotáková, F., and Bernard, P. (2020). Influence of formative assessment classroom techniques (FACTs) on student's outcomes in chemistry at secondary school. *Journal of Baltic Science Education*, 19(1), 36-49. <https://dx.doi.org/10.33225/jbse/20.19.36>

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

- González-Gómez, G., Jeong, J. S., Airado, D., and Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 450-459. <https://doi:10.1007/s10639-015-9393-5>
- González-Gómez, D., Jeong, J. S., Gallego-Picó, A., and Cañada, F. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del Grado de Educación Primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación Química*, 29(1), 77-88. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>
- Jeong, J. S., Ramírez-Gómez, Á., and González-Gómez, D. (2017). A web-based scaffolding-learning tool for design students' sustainable spatial planning. *Architectural Engineering and Design Management*, 13(4), 262-277. <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1300129>
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., and Cañada-Cañada, F. (2022). How does a flipped class-room course affect the affective domain toward science course? *Interactive Learning Environments*, 29(5), 707-719. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636079>
- Maier, U. (2014). Computer-assisted, formative performance diagnostics in primary and secondary schools. A research overview on development, implementation and effects. *Unterrichtswissenschaft*, 42(1), 69-86.
- Maier, U., Wolf, N., and Randler, C. (2016). Effects of a computer-assisted formative assessment intervention based on multiple-tier diagnostic items and different feedback types. *Computers & Education*, 95, 85-98. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.002>
- Ryan, R. M., and Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Schruba, A. E. (2008). *Evaluation of student attitude toward science and self-efficacy in a non-majors college biology course*. Fort Worth, Dallas: Texas Christian University.
- Shirley, M. L., Irving, K. E., Sanalan, V. A., Pape, S. J., and Owens, D. T. (2011). The practicality of implementing connected classroom technology in secondary mathematics and science classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), 459-481. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9251-2>
- So, S. (2016). Mobile instant messaging support for teaching and learning in higher education. *Internet and Higher Education*, 31, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.06.001>
- Zamora-Polo, F., Corrales-Serrano, M., Sánchez-Martín, J., and Espejo-Antúnez, L. (2019). University students training in general science using an active-learning merged pedagogy: gamification in a flipped classroom. *Education Sciences*, 9(4), 297. <https://doi:10.3390/educsci9040297>

Oportunidades para la educación STEM en la LOMLOE

David Aguilera

Universidad Internacional Isabel I de Castilla. david.aguilera7939@ui1.es

RESUMEN: El objetivo de este estudio es identificar aquellas oportunidades que pudiera brindar la LOMLOE para implementar el modelo educativo STEM en las etapas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Se ha utilizado una metodología cualitativa y la técnica análisis de contenido. Los resultados, que se obtienen al aplicar un sistema de seis categorías deductivas, indican que la legislación educativa vigente en España proporciona 16 oportunidades para implantar el enfoque STEM en las aulas. En conclusión, estos hallazgos invitan a incrementar la actividad investigadora e innovadora en esta línea de investigación.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM, análisis de contenido, aprendizaje basado en competencias

ABSTRACT: The aim of this study is to identify those opportunities that LOMLOE could offer to implement the STEM education in Early Childhood, Elementary and Secondary Education. A qualitative methodology and the content analysis technique have been used. The results, which are obtained by applying a system of six deductive categories, indicate that the current educational legislation in Spain provides 16 opportunities to implement the STEM approach in classrooms. In conclusion, these findings invite us to increase research and innovative activity in this line of educational research.

KEYWORDS: STEM education, content analysis, competencies-based learning

INTRODUCCIÓN

Se ha escrito y hablado mucho sobre el origen del acrónimo STEM, pero en el marco de este estudio conviene referenciarlo brevemente una vez más. El movimiento STEM surge en EE.UU. en la década de los 90 como una respuesta política ante la escasez de recursos humanos en el ámbito científico-tecnológico (Breiner et al., 2012). Este movimiento político, poco a poco, se ha ido trasladando a la Educación en forma de modelo o enfoque educativo. La primera definición de educación STEM en este sentido la realizó Sanders (2009), a la que le han seguido otras aproximaciones con la intención de conceptualizar a este nuevo paradigma educativo y diferenciarlo de otros anteriores como el enfoque CTS (Perales y Aguilera, 2020).

Ahora, la educación STEM se ha convertido en una línea de actuación socio-política. Así, la Agencia Internacional de Educación ha resaltado el valor de la educación STEM para alcanzar los objetivos competenciales de las nuevas generaciones en el siglo XXI (UNESCO, 2019), relacionados en esencia con problemas globales. Solucionar los desafíos mundiales requiere de una población activa, que cuente con (Wang et al., 2011): (1) conocimientos básicos en áreas STEM; (2) habilidades relacionadas con el manejo de tecnologías emergentes, capacitándolos para la Era Digital; y, lo más importante, (3) un pensamiento divergente, desarrollándolo y potenciándolo con una formación elemental

interdisciplinar. Igualmente, la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 (Ministerio de Ciencia e Innovación, 2021) recoge que

la educación STEM [...] se estimulará desde etapas educativas tempranas con un enfoque inclusivo que fomente la diversidad y, con ello, una ciencia de calidad. En este sentido, parece clave trabajar en los diferentes ámbitos que brindan oportunidades a los jóvenes para relacionarse con la ciencia: la escuela, la familia, el entorno social y la educación informal [...] (pp. 35-36).

Ante este panorama, los diferentes sistemas educativos se enfrentan a una renovación de su perspectiva y, en consecuencia, de su configuración. Los más avanzados en este proceso transformador, como es el caso de Corea del Sur, ya han incorporado la educación STE(A)M como eje central de las orientaciones pedagógicas y metodológicas de su sistema educativo (KOFAC, 2017). Mientras tanto la mayoría de sistemas educativos todavía están consolidando el enfoque de aprendizaje basado en competencias y explorando fórmulas que flexibilicen tanto al sistema como al currículo. Este es el caso del sistema educativo español con la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica a la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Por tanto, el objetivo de este trabajo es identificar oportunidades en la LOMLOE para implementar el enfoque educativo STEM en las etapas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria.

METODOLOGÍA

Este trabajo se enmarca en el paradigma interpretativo de la investigación, haciendo uso de la metodología cualitativa. Así, es propio de la naturaleza de este tipo de investigación que los resultados se relacionen estrechamente con la visión del investigador (Porta y Silva, 2003). Por tanto, resulta indispensable hacer explícita la postura adoptada en cuanto a la conceptualización de la educación STEM, pues esta determina directamente las oportunidades para su implementación que se han identificado en la LOMLOE.

La educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en español) ha de entenderse como un enfoque educativo que integra conocimientos, habilidades y/o actitudes de las cuatro disciplinas que componen el acrónimo en una experiencia educativa, que orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la resolución de problemas y lo contextualiza en situaciones con diferentes niveles de autenticidad (Aguilera et al., 2021a). A partir de esta conceptualización se extrajeron tres categorías (Tabla 1), más otras tres categorías deductivas relacionadas con las etapas educativas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria.

Tabla 1. Sistema de categorías deducidas de la conceptualización de educación STEM.

CATEGORÍA	CONCEPTUALIZACIÓN DE EDUCACIÓN STEM
Integración disciplinar	[...] enfoque educativo que integra conocimientos, habilidades y/o actitudes de las cuatro disciplinas que componen el acrónimo en una experiencia educativa [...].
Resolución de problemas	[...] enfoque educativo [...] que orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la resolución de problemas [...].
Aprendizaje situado	[...] enfoque educativo [...] que [...] lo contextualiza [en alusión al proceso de enseñanza-aprendizaje] en situaciones con diferentes niveles de autenticidad.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

- Cooperación (n = 19), pues alude al trabajo cooperativo del alumnado (n = 4) y el profesorado (n = 2) para alcanzar los objetivos educativos estipulados.
- Colaboración (n = 34), que en cuatro ocasiones se liga al desarrollo de proyectos orientados al aprendizaje-servicio con el objetivo educativo de fomentar la participación activa del alumnado en la sociedad. De igual forma, la palabra «participación» (n = 31) se relaciona con involucrar al alumnado como futuros ciudadanos en la resolución de problemas globales (n = 5) y la implicación de la comunidad educativa y otros agentes externos a ella en el proceso de enseñanza-aprendizaje (n = 8).
- Ámbito (n = 49) o ámbitos (n = 39), pues se refieren habitualmente a la integración de áreas o materias curriculares (n = 25).

Tal y como puede observarse en la Figura 1, la LOMLOE le da especial relevancia al desarrollo sostenible, pues considera que

el sistema educativo no puede ser ajeno a los desafíos que plantea el cambio climático del planeta, los centros docentes han de convertirse en un lugar de custodia y cuidado de nuestro medio ambiente. Por ello han de promover una cultura de la sostenibilidad ambiental, de la cooperación social [...] (p. 11).

En este sentido, el modelo educativo STEM, dada su orientación integradora, práctica y transformadora, podría considerarse como un enfoque didáctico ideal para trabajar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Lopera-Pérez et al., 2020). Al respecto de transformar la realidad social y medioambiental, la LOMLOE establece que

la enseñanza básica persigue un doble objetivo de formación personal y de socialización, integrando de forma equilibrada todas las dimensiones. Debe procurar al alumnado los conocimientos y competencias indispensables para su desarrollo personal, para resolver situaciones y problemas de los distintos ámbitos de la vida, crear nuevas oportunidades de mejora, así como para desarrollar su socialización, lograr la continuidad de su itinerario formativo e insertarse y participar activamente en la sociedad en la que vivirán y en el cuidado del entorno natural y del planeta (Art. 4, p. 15).

La Tabla 2 muestra las 14 oportunidades para implementar la educación STEM conforme a las tres etapas educativas que se han considerado en el análisis (Infantil, Primaria y Secundaria). En cuanto a esta coyuntura, conviene destacar que la implementación de la educación STEM podría resultar más compleja en las etapas de Educación Infantil (Aguilera et al., 2021b) y Bachillerato. De modo que si la primera se centra en el desarrollo de la personalidad y las competencias sociales del alumnado, la segunda se ancla en los saberes disciplinares con el objetivo claro de preparar a los estudiantes para el acceso a la Universidad. Tan es así que en la etapa de Infantil no se establece una regulación clara para la evaluación de los aprendizajes, pues se trata de una etapa educativa no obligatoria. Luego, desde una visión contraria a las etapas de Primaria y Secundaria Obligatoria, la evaluación de los aprendizajes en el Bachillerato se establece con carácter aislado y diferenciado para cada materia (LOMLOE; Art. 36, p. 31).

De forma complementaria a estas oportunidades, cuya identificación subyace de la conceptualización adoptada para la educación STEM, aparecen otras dos que se relacionan directamente con la implicación de las Administraciones con competencia en materia educativa y de la comunidad educativa:

Las Administraciones educativas impulsarán que los centros establezcan medidas de flexibilización en la organización de las áreas, las enseñanzas, los espacios y los tiempos y promuevan alternativas metodológicas, a fin de personalizar y mejorar la capacidad de aprendizaje y los resultados de todo el alumnado (LOMLOE; Art. 19, p. 21).

En el ejercicio de su autonomía, los centros pueden adoptar experimentaciones, programas educativos, planes de trabajo, formas de organización, normas de convivencia o ampliación del calendario escolar o del horario lectivo de áreas o materias, en los términos que establezcan las Administraciones educativas y cumpliendo algunas condiciones que se especifican (LOMLOE; p. 11).

Las 16 oportunidades STEM –alusión simplificada al objetivo de este trabajo– identificadas parecen contrastar la renovación de la estructura educativa que ha acometido la LOMLOE en España respecto a las leyes anteriores. Se podrían considerar superadas, por tanto, las limitaciones que el sistema educativo español pudiera significar para la viabilidad de la educación STEM en las aulas de Infantil, Primaria y Secundaria (Toma y García-Carmona, 2021).

Tabla 2. Síntesis de oportunidades para la implementación de la educación STEM identificadas en la LOMLOE.

CATERGORÍA STEM	EDUCACIÓN INFANTIL	EDUCACIÓN PRIMARIA	EDUCACIÓN SECUNDARIA
Integración disciplinar	La acción educativa procurará la integración de distintas experiencias y aprendizajes con una perspectiva global (Art. 16, p. 19).	La ordenación académica es en áreas de conocimiento con carácter global e integrador (Art. 18, p. 20). Las áreas podrán organizarse en ámbitos de conocimiento (Art. 18, p. 20). La evaluación del alumnado será continua y globalizada (Art. 20, p. 21).	De 1º a 3º de ESO las materias se podrán agrupar en ámbitos (Art. 24, p. 23), igualmente esta integración se contempla como medida de atención a la diversidad (Art. 22, p. 23). Parte del horario lectivo habrá de dedicarse a la realización de proyectos interdisciplinares que integren las diversas competencias (Art. 26, p. 26). Las materia optativas podrán configurarse como un proyecto interdisciplinar o de colaboración con un servicio a la comunidad (Art. 24, p. 24; Art. 25, p. 25). La evaluación será continua, formativa e integradora en educación secundaria obligatoria (Art. 28, p. 26). Los centros educativos tienen la libertad de didáctica para agrupar e impartir conjuntamente diferentes materias de un mismo ámbito (Art. 24, p. 24).
Resolución de problemas		Parte del horario lectivo habrá de dedicarse a la resolución colaborativa de problemas, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad (Art. 19, p. 21; Art. 26, p. 26).	
Aprendizaje situado	Se contempla la exploración del entorno, de los seres vivos que en él conviven y de las características físicas y sociales del medio en el que viven [en alusión al alumnado] (Art. 14, p. 18).	Parte del horario lectivo habrá de dedicarse a la realización de proyectos significativos para el alumnado (Art. 19, p. 21).	Las materia optativas podrán configurarse como un proyecto de colaboración con un servicio a la comunidad (Art. 24, p. 24; Art. 25, p. 25).
Σ	2	5	7

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio era identificar oportunidades en la LOMLOE para implementar el enfoque educativo STEM. Así, se han determinado 16 oportunidades que propiciarían la adopción del enfoque STEM en Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Por tanto, conviene concluir que la nueva ley educativa permitirá, previsiblemente –dependerá de la implicación de las Administraciones y la comunidad educativa–, obtener la evidencia empírica y la experiencia necesarias para juzgar el potencial didáctico del modelo STEM. Se antoja, en definitiva, como una oportunidad para paliar los déficits y las críticas que este enfoque educativo ha recibido –con razón– hasta el momento (García-Carmona, 2020; Toma y García-Carmona, 2021). De igual forma, se propicia una revisión de los planes formativos del profesorado a fin alinear su capacitación didáctica con la esencia renovadora de la LOMLOE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez, J. M., & Perales, F. J. (2021a). In Search of a Long-Awaited Consensus for STEM Education. A Framework Proposal. In M.N. Bowman (Ed.) *Topics in Science Education* (pp. 101-136). Nova Science Publishers.
- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez, J. M., & Perales, F. J. (2021b). In Search of a Long-Awaited Consensus on Disciplinary Integration in STEM Education. *Mathematics*, 9, 597. <https://doi.org/10.3390/math9060597>
- Andreu, J. (2000). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. *Fundación Centro Estudios Andaluces*, 10(2), 1-34.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Capsada-Blanch, R., & Torruella-Casañas, J. (2017). Métodos para medir la riqueza léxica de los textos. Revisión y propuesta. *Verba: Anuario galego de filoloxia*, 44, 347-408. <http://dx.doi.org/10.15304/verba.44.3155>
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- KOFAC (2017). *Concept and definition of STEAM. Seoul: The Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity*. <https://bit.ly/3dNRNfM>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Lopera-Pérez, M., Cuida, A., & Cardona, M. (2020). Experiencia STEM de educación participativa para la protección del agua: ODS 4, 6, 17. En E. Sánchez-Rivas, E. Colomo, J. Ruiz-Palmero y J. Sánchez-Rodríguez (Coords.) *Tecnologías educativas y estrategias didácticas* (pp. 340-351). Universidad de Málaga.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2021). *Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027*. FECYT. <https://acortar.link/mu3AB6>
- Perales, F. J., & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>

- Porta, L., & Silva, M. (2003). La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa. *Anuario digital de investigación educativa*, 14. <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adiv/article/view/3301>
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68, 20-26. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?s>
- Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- UNESCO (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*. IBE. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368485>
- Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2). <https://doi.org/10.5703/1288284314636>

Pero... ¿cuánto pesa el aire?

Mario Branca¹, José Luis Bravo Galán², José María Marcos-Merino², M.^a Rocío Esteban Gallego², Vittorio Pilosu³ y Viviana Sale⁴

¹ Palestre delle Scienze, Sassari. mariobranca27@gmail.com

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz. jlbravo@unex.es; jmmarcos@unex.es;

³ Liceo Europa Unita, Porto Torres. vittorio.pilosu@gmail.com

⁴ I.C. 2, “Don. A. Sanna”, Porto Torres. viviana.sale74@gmail.com

RESUMEN: Diversos recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias, entre ellos muchos libros de texto, proponen experiencias prácticas, para determinar la masa de los gases, en las que se desprecia el efecto del empuje del aire. Como consecuencia, los estudiantes determinan un valor erróneo la masa y los docentes no pueden interpretar adecuadamente los resultados de dichas experiencias. En este trabajo se muestra que este desconocimiento está presente en una muestra de 28 docentes de ciencias en activo de España e Italia y se describe el fundamento científico de estas experiencias prácticas.

PALABRAS CLAVE: peso, empuje, gas, enseñanza práctica, errores conceptuales.

ABSTRACT: Many textbooks, and other materials used in science teaching, propose some practical experiences to determine the mass of gases in which the thrust of the air is neglected. As a consequence, students erroneously determine the mass of gases or teachers cannot properly interpret the results of these experiences. This paper shows that this lack of knowledge is present in a sample of 28 in-service science teachers from Spain and Italy, describing the scientific basis of these practical experiences.

KEYWORDS: weight, thrust, gas, practical teaching, misconceptions.

INTRODUCCIÓN

A menudo, una botella vacía se considera completamente vacía. Sin embargo, contiene aire, que posee una masa y por tanto “pesa”. Tanto en libros de texto de Ciencias Naturales de Educación Primaria, como en otros recursos didácticos de ciencias, es común encontrar experimentos cuyo objetivo es de demostrar que el aire tiene masa y, por lo tanto, se puede pesar, por ejemplo: “Se mide la masa de un globo vacío. Se infla el globo y se determina la masa del conjunto globo-aire. Puesto que este último valor de masa debe ser la suma de los dos componentes (masa del globo y del aire encerrado en él), una simple resta proporciona el valor de la masa del aire que hay dentro del globo”. Pero ¿qué ocurriría si en vez de un globo se utiliza una botella de plástico de agua mineral? Si se repite la experiencia anterior, la balanza indica que en ambas situaciones (botella llena de aire y botella aplastada -sin aire-) la masa es la misma. ¿Y si se repitiera la experiencia del globo, pero llenándolo de helio? El valor de la resta no coincide con la masa del helio.

MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS

Las dificultades para construir un modelo mental del aire son ampliamente conocidas. La mayoría de ellas son debidas a las propias características del aire, que hacen que no haya consciencia de su existencia o que se piense que no tiene masa (Driver, 1988). Esta concepción sobre el aire influye en las propiedades que se le atribuyen y en la correcta comprensión del fenómeno de la flotabilidad. La comprensión de la flotabilidad conlleva la consideración de las fuerzas implicadas (peso y empuje) (Barral, 1990). Es presumible que, muchas de las dificultades detectadas a la hora de aplicar el fenómeno de la flotabilidad deriven del hecho de que los alumnos tienden a recordar, de forma nemotécnica, el principio de Arquímedes, sin realizar un análisis de las fuerzas que se ponen en juego (Melo, Sánchez, Cañada y Martínez, 2016). Estas dificultades detectadas en el alumnado se encuentran también presentes en el profesorado (Mazzitelli, Núñez y Pereira, 2006). Así, Melo, Cardona, Cañada y Martínez (2018) identifican, en profesores en formación, las principales ideas alternativas con respecto al principio de Arquímedes, siendo el empuje la principal dificultad encontrada. Los errores conceptuales, en relación a conceptos científicos descritos en docentes podrían tener su origen en la superficial formación en las áreas científicas que reciben (Branca et al., 2021). Adicionalmente, esta formación limitada induce a que, con frecuencia, los docentes se limiten al libro de texto, al que asignan un valor de absoluta autoridad, a pesar de que también pueda contener errores (Branca et al., 2018). Como consecuencia de esta coyuntura, los docentes no serían capaces de explicar correctamente los experimentos cuyo objetivo es demostrar que el aire tiene masa (ej.: ¿por qué tienen la misma masa la botella llena de aire y aplastada?). En esta contribución, en primer lugar, se explica el fundamento científico de las experiencias prácticas dirigidas a medir la masa del aire. Asimismo, se analiza cómo explican este fenómeno una muestra de 28 docentes en activo de España e Italia.

METODOLOGÍA

Muestra e instrumento

La muestra está compuesta por un total de 28 individuos: 15 docentes universitarios en activo del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (España) y 13 maestros en activo de Educación Infantil, Primaria y Secundaria (Italia). El instrumento utilizado (Figura 1) es un breve cuestionario que consiste en tres preguntas cerradas y una pregunta abierta. El cuestionario interroga sobre los valores que marcaría una balanza cuando se coloca sobre ella una pelota de baloncesto completamente vacía, la pelota medio llena de aire y la pelota medio llena de helio. Y solicita la justificación de las respuestas seleccionadas.

Tenemos una pelota de baloncesto totalmente desinflada, la colocamos sobre una balanza y anotamos el valor. A continuación, llenamos la pelota con aire hasta aproximadamente la mitad de su volumen máximo y la volvemos a colocar sobre la balanza. ¿Qué indicará la balanza?

- Que la pelota vacía y llena pesan lo mismo.
- Que la pelota llena de aire pesa más que la pelota vacía
- Que la pelota llena de aire pesa menos que la pelota vacía.



Repetimos el experimento, pero ahora utilizamos helio para inflarla, en lugar de aire. De igual forma que en el caso anterior, la inflamos hasta aproximadamente la mitad de su volumen máximo. ¿Qué indicará la balanza?

- Que la pelota vacía y llena pesan lo mismo.
- Que la pelota llena de aire pesa más que la pelota vacía
- Que la pelota llena de aire pesa menos que la pelota vacía

¿Crees que ocurrirá lo mismo en ambos casos? Sí o No

Según tu respuesta anterior, ¿cómo se explica que ocurra o que no ocurra lo mismo en ambos casos?

Figura 1. Cuestionario implementado

Fundamento científico de las experiencias sobre la masa del aire y del helio

Cuando se coloca sobre la balanza una pelota medio llena de aire (Figura 2A), el aire del interior de la pelota y el del exterior se encuentran a la misma presión (presión atmosférica), ya que la pelota no está completamente llena, y la densidad del aire es la misma dentro y fuera de la pelota. Debido a esto, el peso del aire que hay dentro de la pelota es contrarrestado exactamente por el empuje que aparece debido al incremento de volumen de la pelota, por eso la balanza marca la misma masa para la pelota vacía y medio llena de aire. En el caso de que se introdujese un volumen de aire mayor que el volumen máximo de la pelota (aire a una presión mayor que la exterior), la densidad del aire que hay dentro de la pelota sería mayor que la del aire del exterior. En este caso, el valor del peso de esta cantidad de aire superaría al empuje que experimenta la pelota y sí se observaría un aumento en la masa que mide la balanza. Sin embargo, cuando se coloca sobre la balanza la pelota medio llena de helio (Figura 2B), la presión dentro y fuera de la pelota también es la misma, pero el peso del helio es menor, puesto que depende de la masa y el helio tiene una densidad ($0,178 \text{ kg/m}^3$) unas siete veces menor que la del aire ($1,22 \text{ kg/m}^3$). Así, el empuje que aparece debido al incremento de volumen (similar al del caso anterior) es mayor que el peso del helio que se ha introducido, por lo que la balanza muestra una disminución en la medida de la masa con respecto a la pelota vacía. De igual manera que ocurre con el aire, solo en el caso de que el peso del gas dentro de la pelota fuera superior al empuje que experimenta la pelota, se observaría un aumento en la lectura de la balanza.

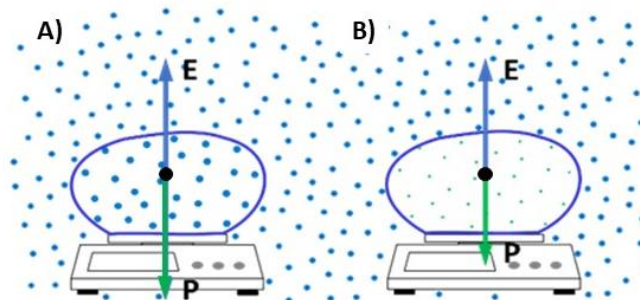


Figura 2. A: Pelota medio llena de aire. B: Pelota medio llena de helio. P representa el peso de la pelota y E el empuje que actúa sobre ésta

El principal error a la hora de explicar estas experiencias prácticas proviene de despreciar la contribución del empuje. Es habitual no considerarlo, porque normalmente se pesan sustancias en estado sólido o líquido (cuya densidad es muy superior a la de los gases). En estos casos, no se tiene en cuenta el empuje que el aire ejerce sobre el objeto (por desconocimiento o conscientemente) porque el valor obtenido para la masa sería igual o muy similar. Pero en el caso de las sustancias en estado gaseoso no sucede lo mismo, los valores obtenidos para la masa pueden ser muy diferentes según se considere el empuje o no. Esto es debido a que los valores de densidad típicos de los gases son muy pequeños, en comparación con los de sólidos y líquidos (pueden ser diferencias de tres órdenes de magnitud). La contribución del empuje aerostático al valor de masa real de una sustancia se puede determinar con la expresión propuesta por Camões, Christian y Brynn Hibbert (2018) (Figura 3). De acuerdo con estos autores, considerar esta contribución no es necesario en la mayoría de las medidas analíticas. Sin embargo, sí es importante

considerarlo cuando la densidad del objeto es similar a la del aire, ya que, en este caso, el valor de corrección de la masa va a ser de una magnitud similar al propio valor de la masa.

$$m_{vac} = m_{aire} + m_{aire} \left(\frac{\rho_{aire}}{\rho_o} - \frac{\rho_{aire}}{\rho_w} \right)$$

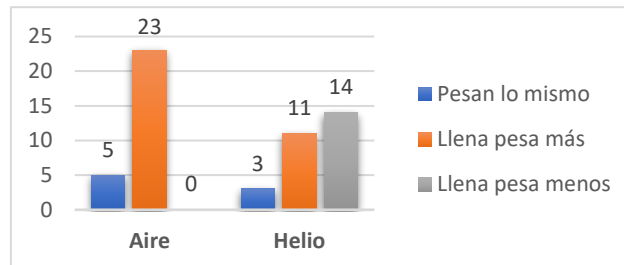
m_{vac} : masa del objeto en el vacío
 m_{aire} : masa del objeto en el aire
 ρ_{aire} : densidad del aire,
 ρ_o : densidad del objeto
 ρ_w : densidad del material de calibración

Figura 3. Contribución del empuje aerostático a la masa real de una sustancia

Así, es necesario considerar el empuje para poder comprender por qué la balanza indica la misma masa para la botella de plástico llena de aire y sin aire (porque en la botella con aire el empuje contrarresta el peso); por qué el globo lleno de helio flota (porque el empuje es superior al peso), o por qué la masa que determina la balanza para un globo de goma lleno de aire es inferior al valor de la masa calculado a partir del valor de la densidad del aire y del volumen de aire que hay en el globo (porque el empuje contrarresta parte del peso).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario (Figura 4) indica que, cuando se interroga por los valores de la masa de la pelota con y sin aire, solo 5 (17.9 %) de los docentes encuestados responden correctamente (pesan lo mismo). El resto (82.1 %) cree que al incrementar la masa del sistema (pelota más aire) aumenta la masa que mide la balanza. Ninguno de los encuestados piensa que el balón con aire pueda pesar menos que vacío. La distribución de respuestas en el caso de que el gas utilizado sea helio es muy diferente. La respuesta más señalada es la correcta (la pelota llena de helio pesa menos



que vacía, 14 respuestas, 50.0 %) y casi un 40 % de los participantes señala la opción 2 (la pelota con helio pesa más que vacía). Sin embargo, solo 4 participantes responden correctamente tanto a la primera como a la segunda cuestión (14.3 %).

Figura 4. Distribución de las respuestas obtenidas para el aire y el helio

Para justificar qué ocurre en cada caso, los participantes que responden correctamente a la segunda pregunta (14 participantes, 50 %) lo hacen en base a la diferencia de densidades del helio y del aire, bien directamente o bien refiriéndose a la masa del aire y del helio. Sin embargo, la mayoría de ellos (10 participantes) no aplican el mismo razonamiento para la situación en la que el gas dentro de la pelota es aire. Ninguno de los encuestados emplea el empuje para explicar lo que ocurre en cada caso (a excepción de un participante que lo aplica solo al caso del helio y lo hace de manera errónea).

Aunque seguramente un conocimiento tan detallado de los factores que afectan a la determinación de la masa de una sustancia (el peso y el empuje) quede fuera del rango de actuación de la didáctica de las ciencias en los niveles educativos inferiores, es necesario ser consciente de cuándo se puede despreciar el efecto del empuje y cuándo no, puesto

que se necesita para poder explicar los resultados de las experiencias prácticas que presentan los libros de texto para demostrar y medir, con los estudiantes, la masa de los gases.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo revelan que un porcentaje elevado de docentes no son capaces de explicar correctamente el fenómeno de la flotabilidad cuando se considera un sistema en el que el fluido es un gas y el objeto que flota o se hunde también es un gas o involucra gases. La mayoría de los sujetos del presente estudio no relacionan las situaciones propuestas con el fenómeno de la flotabilidad, y ninguno de los encuestados utiliza el concepto de empuje del aire ni realiza un análisis de las fuerzas implicadas en el fenómeno (peso y empuje). Algunas actividades prácticas que se llevan a cabo en niveles básicos para medir la masa de los gases, como las descritas en esta comunicación, contribuyen a formar una idea errónea sobre el fenómeno de la flotación, despreciando, de manera incorrecta, o simplemente no teniendo en cuenta, el efecto de empuje del aire.

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta investigación ha sido posible gracias al proyecto PID2020-115214RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España) y a la Ayuda a Grupos GR21047 de la Junta de Extremadura.

REFERENCIAS

- Branca, M., Pilosu, V., Sale, V., Bravo, J. L., Marcos-Merino J. L. & Esteban, R. (2018). Estados de agregación de la materia: sólido, líquido, gaseoso y... polvo. Errores conceptuales en los libros de texto de Educación Primaria. En *Actas de los 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1229-1234). La Coruña: APICE
- Branca, M., Bravo, J. L., Marcos-Merino J. L. & Esteban, R. (2021). Errores conceptuales sobre conceptos de Química en futuros profesores de España e Italia. En *Actas de los 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1100-1107). Córdoba: APICE
- Barral, F. M. (1990). ¿Por qué flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias* 8 (3), 244-250.
- Camões, M., Christian, G. y Hibbert, D. (2018). Mass and volume in analytical chemistry (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 90(3), 563-603.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 109-120.
- Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez, G. y Pereira, R. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (1), 33-50.
- Melo, L., Cardona, G., Cañada, F. y Martínez, G. (2018). Conocimiento didáctico del contenido sobre el principio de Arquímedes en un programa de formación de profesores de física en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(76), 253-279.
- Melo, L. V., Sánchez, R., Cañada, F. y Martínez, G. (2016). Dificultades del Aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38 (4), e4401-15.

Potenciando las emociones positivas hacia las ciencias a través de la Mineralogía

Graciela Ponce-Antón¹, Beatriz Mazas Gil², Ángel Luis Cortés Gracia²

¹ Dpto. de Geología. Universidad del País Vasco. graciela.ponce@ehu.eus

² Dpto. de Didácticas Específicas. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. bmazas@unizar.es, acortes@unizar.es

RESUMEN: Enfocada en los minerales como recurso didáctico esta propuesta de innovación educativa desarrolla una secuencia de actividades que integran las metodologías Aprendizaje-Servicio (ApS) y gamificación, considerando el aprendizaje como un proceso integrativo y facilitando nuevos espacios de enseñanza-aprendizaje. Este trabajo contribuye a potenciar las emociones positivas del alumnado por las ciencias a través de la mineralogía como rama de la Geología, relacionando contenidos teóricos del currículo de forma activa.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje-servicio, gamificación, emociones, ciencias, mineralogía

ABSTRACT: Focused on minerals as a didactic resource, this educational innovation proposal develops a sequence of activities that integrate Service-Learning and gamification methodologies, considering learning as an integrative process and providing new teaching-learning spaces. This work contributes to improve the positive emotions of students for sciences through mineralogy as a field of geology, connecting theoretical contents of the study programme in an active way.

KEYWORDS: service-learning, gamification, emotions, sciences, mineralogy

INTRODUCCIÓN

El decrecimiento de las actitudes hacia la ciencia en la etapa adolescente influye tanto en la motivación como en la toma de decisiones relacionadas con la educación científica (Vázquez y Manassero, 2008). El modo en el que se aborda el estudio de los materiales terrestres en la enseñanza obligatoria tiene una repercusión directa en la percepción del alumnado hacia las ciencias. En este sentido, los minerales son fundamentalmente estudiados de forma teórica dentro del aula dificultando así el proceso de aprendizaje (Mateo et al., 2017). De acuerdo con Mellado et al. (2014), resulta necesario considerar el aprendizaje como un proceso integrativo, y no únicamente receptivo, capaz de generar emociones positivas a partir de experiencias. Así, resulta fundamental el diseño específico de actividades que permitan trabajar el modelo de mineral en el aula, así como abordar sus distintas propiedades y usos, situando al alumnado en el centro del proceso educativo, con el fin de mejorar las actitudes hacia este tipo de contenidos científicos, en particular, y hacia la ciencia, en general. Por todo ello, la presente propuesta de innovación tiene como objetivo potenciar las emociones positivas del alumnado hacia las ciencias a través de los minerales como contenido incluido en el currículo de Biología y Geología. Para

ello se plantean nuevos espacios de enseñanza y aprendizaje que permitan vincular los contenidos teóricos de forma activa.

METODOLOGÍA

La presente propuesta de innovación ha sido desarrollada durante el curso académico 2020/2021 en el centro educativo público I.E.S Rodanas de Épila (Zaragoza), con alumnado de 1º de ESO de Biología y Geología, así como con el alumnado de la asignatura de Geología de 2º de Bachillerato (Bto.). El alumnado de 1º de ESO lo conforman 65 estudiantes, mientras que el grupo de 2º de Bto. está formado por 8 estudiantes; dos chicos y seis chicas. La participación de dos grupos de trabajo de distintos niveles educativos ha permitido vincular el aprendizaje y el compromiso social del alumnado de 2º Bto. de un modo concreto y práctico, reforzando el aprendizaje sobre los minerales. En el desarrollo de la propuesta se han implementado estrategias didácticas propias del Aprendizaje-Servicio (ApS) y la gamificación ya que, además, contribuyen a favorecer la motivación del alumnado. Mientras que el ApS combina el aprendizaje de contenidos académicos y el servicio a la comunidad/compromiso social, la gamificación emplea técnicas propias del juego como herramienta de aprendizaje en entornos no lúdicos, permitiendo interiorizar los contenidos de forma lúdica (Llorens Largo et al., 2016; Pérez Galván et al., 2017).

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN EDUCATIVA

Contenidos

Los contenidos desarrollados en el presente trabajo corresponden a Los minerales: sus propiedades, características y utilidades, establecidos en el currículo de acuerdo a la Orden ECD/489/2016 para el Bloque 2: La Tierra en el Universo de la asignatura de Biología y Geología de 1º de ESO.

Secuencia de actividades y temporalización

El diseño de la experiencia educativa consta de una secuencia de cinco actividades que se han llevado a cabo a lo largo de tres semanas consecutivas (Figura 1). Cada actividad se ha realizado en una sesión de aprendizaje de una duración de 55 minutos. En el caso de la A5, si bien esta actividad puede llevarse a cabo en una única sesión, en este caso se ha desarrollado a lo largo tres sesiones consecutivas.

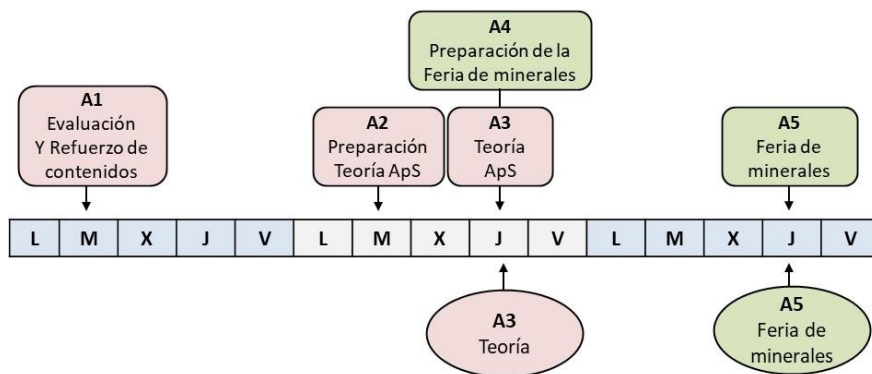


Figura 1. Cronograma de actividades. Parte superior del esquema y representado con rectángulos: 2º de Bto. Parte inferior del esquema y en óvalos: 1º de ESO

Descripción de las actividades

A1 - Evaluación y refuerzo de contenidos

El objetivo de la primera actividad es evaluar los conocimientos del alumnado de Geología de 2º de Bto. sobre las características, propiedades y usos de los minerales. Para ello, se empleó un cuestionario de diez preguntas tanto de respuesta abierta como de respuesta múltiple. Entre las preguntas formuladas se encuentran: ¿Cuál es la característica fundamental que diferencia un mineral de un vidrio? o Cuando hablamos de minerales, ¿en qué se diferencia la fractura de la exfoliación? Se observó cómo el alumnado presentaba dificultades a la hora en reconocer correctamente los grupos de clasificación de los minerales, así como en describir correctamente, al menos, cuatro propiedades minerales. Las carencias detectadas fueron trabajadas mediante una presentación con diapositivas elaborada para un nivel de conocimiento correspondiente a 1º de ESO. Más adelante, el alumnado de 2º de Bto. impartió dichos contenidos al alumnado de 1º de ESO. en ApS (actividad A3). Para ello, se les facilitó la presentación para que la modificaran en función de sus necesidades y creatividad. Así mismo, también se les proporcionaron recursos para crear una escala de Mohs.

A2 - Preparación Teoría ApS

Esta actividad trata de facilitar un espacio donde poder trabajar la autoconfianza del alumnado de 2º de Bto. al hablar en público, así como su capacidad expositiva, adaptando el lenguaje y explicaciones al nivel de comprensión del alumnado de 1º de ESO. (Figura 2a). Durante la actividad se acuerda, de forma libre y consensuada entre todos los miembros del grupo, qué parte va a exponer cada uno/a, así como si se prefiere exponer dichas partes de forma individual o en grupo. A excepción de dos estudiantes que prefirieron formar grupo, el resto de integrantes decidió exponer de forma individual la parte elegida. Durante la preparación se debatió de forma conjunta la adecuación de cada exposición creando una lluvia de ideas.

A3 - Teoría ApS

En esta actividad los ocho estudiantes de Geología de 2º de Bto. imparten los contenidos correspondientes a Las propiedades de los minerales al alumnado de uno de los grupos de 1º de ESO (15 estudiantes) prestando servicio en ApS (Figura 2b). Así mismo, el alumnado de 2º de Bto. muestra al alumnado de 1º de ESO las escalas de Mohs que han creado, facilitándoles material para que éste creara su propia escala de Mohs como tarea (Figura 2c).

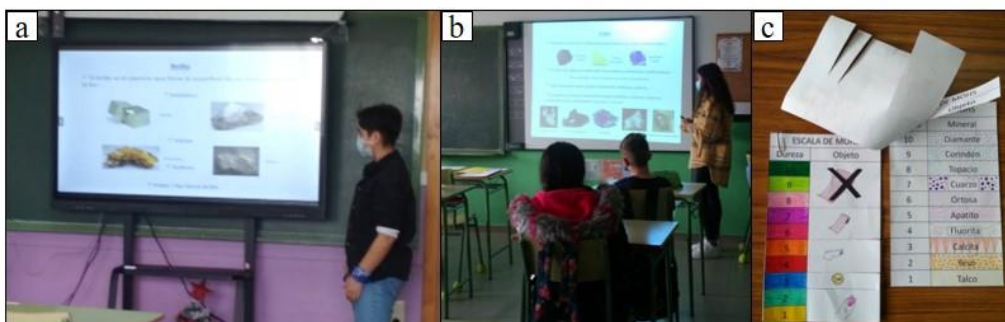


Figura 2. Actividades 2 y 3. (a) Alumnado de la asignatura de Geología de 2º de Bto. preparando los contenidos correspondientes a *Las propiedades de los minerales*. (b)

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Alumnado de 2º de Bto. impartiendo contenidos en ApS al alumnado de 1º de ESO. (c)
Ejemplo escala de Mohs creada por el alumnado de Geología de 2º de Bto

A4 - Preparación de la Feria de Minerales

Con el fin de que el alumnado de 1º de ESO aborde los contenidos de una forma práctica se prepara al alumnado de 2º de Bto. con una tarea de identificación de minerales de visu en el laboratorio del centro. Dado que este grupo nunca había trabajado con ejemplares minerales reales, se profundizó en los contenidos de acuerdo al nivel académico de 2º de Bto. en respuesta a su interés por la actividad. Posteriormente, el alumnado observó detalladamente y de forma autónoma los distintos ejemplares tanto a ojo desnudo como con distintos tipos de lupas (Figura 3).

A5 - Feria de Minerales

Esta actividad tiene como objetivo principal que el alumnado experimente de forma práctica y activa las características, propiedades y usos de los minerales a través de una experiencia manipulativa y al aire libre. En esta actividad se aunaron las metodologías de ApS y la gamificación.

Para la realización de esta actividad se ha prestado especial atención al lugar donde se produce el aprendizaje. Con el fin de sacar al alumnado de las aulas hacia un espacio abierto, la feria se desarrolló al aire libre en el patio del centro, potenciando así la apariencia lúdica de la experiencia. En dicho espacio se dispusieron distintas mesas a modo de puestos de feria con un aforo máximo de cuatro o seis personas en cada uno (Figura 4). En cada puesto, identificado con un cartel, se podían observar y experimentar las distintas propiedades y usos de los minerales:

- Hábito: puesto donde poder ver y tocar distintos ejemplares minerales reales con cristales bien formados que permitan reconocer distintas formas de cristalización.
- Dureza: puesto donde deben ordenar de menor a mayor dureza ejemplares minerales reales sin identificar en función de si son o no rayados, de menor a mayor dureza, con la propia uña del/la participante, una moneda de cobre de cinco céntimos, un portaobjetos de vidrio y una lija.
- Otras propiedades: puesto donde observar propiedades minerales como el color, el brillo, la densidad, la exfoliación, el magnetismo, la iridiscencia y la birrefringencia en distintos ejemplares minerales reales.
- Usos: puesto donde emparejar ejemplares minerales con sus usos. Para ello, se emplearon unas tarjetas donde en cada una de ellas aparecía la imagen de un mineral o la imagen de un objeto. Con el fin de dinamizar más la actividad, se incluyeron tanto objetos como ejemplares minerales reales.
- Estructuras cristalinas: puesto donde se exponen distintas estructuras tridimensionales representando las redes cristalinas que definen la estructura interna de alguno de los minerales que se podían ver en la feria. Las estructuras cristalinas fueron creadas en una actividad paralela por el alumnado de 1º ESO-E (grupo conformado por alumnado con dificultades de aprendizaje, en una oportunidad previa a su posible integración en el Programa de Aprendizaje Inclusivo, PAI) y 1º PDPS (Programa para el Desarrollo Personal y Social).

En esta actividad participaron los grupos A, B, C, D, E y el grupo de PAI de 1º de E.S.O. (un total de 65 estudiantes), con el fin de que la experiencia fuera lo más inclusiva posible. El alumnado de 1º de ESO se organizó en pequeños grupos de cuatro personas y el alumnado de Geología de 2º de Bto. se distribuyó entre los diferentes puestos de feria. Durante el desarrollo de la actividad el alumnado de 1º de ESO debía pasar de un puesto a otro donde cada alumno/a de 2º de Bto. hablaría sobre las características, propiedades o usos de los minerales a modo de experto/a de cada puesto. Durante toda la actividad se dispuso de una pizarra para que el alumnado de 1º de ESO describiera en una palabra cómo había sido su experiencia, un espacio donde el alumnado pudiera expresarse libremente.



Figura 3. Preparación de la Feria de Minerales. (a) y (b) Alumnado de Geología de 2º de Bto. realizando una práctica de identificación de minerales de *visu*



Figura 4. Alumnado en la Feria de Minerales. (a) hábito; (b) y (c) dureza; (d) otras propiedades; (e) usos; (f) estructuras cristalinas

VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA POR EL ALUMNADO

De entre todo el alumnado de 1º de ESO, 27 estudiantes participaron describiendo en una palabra su experiencia. El análisis de las 19 palabras diferentes escritas en la pizarra muestra que el 73% son palabras consideradas como valoraciones positivas. Las palabras

que más se repiten son *Interesante* y *Divertida*, siendo la palabra *Aburrida* la única de valoración negativa (Figura 5).

En el caso del alumnado de Geología de 2º de Bto., a cada estudiante se le propuso una redacción libre en la que expresar su experiencia. Entre las ocho redacciones, se describe, por ejemplo, lo siguiente: «*He disfrutado mucho de enseñar mis conocimientos a los niños de cursos menores y, a su vez, he aprendido mucho de ellos*», «*Ahora se muchas más cosas de las que sabía antes y creo que la ciencia tendría que explicarse más didácticamente con más talleres*». Así mismo, también se ha recogido una evidencia sobre la percepción generalizada del alumnado hacia la Geología y cómo experiencias como la descrita en esta propuesta pueden contribuir a mejorarla: «*[...] viendo a gente unos años mayor que tú que los conoces [...] y ves que les interesan las ciencias pues te replanteas que igual las ciencias no son solo para “frikis”, ya que es la idea preconcebida con la que entras a 1º de E.S.O.*».



Figura 5. Nube de términos recogidos en la pizarra. Se muestran de mayor tamaño aquellas palabras con mayor frecuencia de aparición. En verde: Positivas. En azul: Satisfactorias. En amarillo: Neutras. En rojo: Negativas.

CONSIDERACIONES FINALES

La secuencia de actividades descrita ha abordado contenidos relacionados con la mineralogía. Sin embargo, su modificación permitiría abordar no sólo contenidos de otras materias, sino también diferentes grados de profundización en función de la etapa educativa. Los resultados de esta experiencia muestran que implementar técnicas y estrategias propias del aprendizaje-servicio y la gamificación genera un efecto positivo en el alumnado en relación al desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, evidenciando la importancia de abordar los contenidos curriculares de forma activa y manipulativa. El desarrollo de esta propuesta también ha permitido trabajar la creatividad e iniciativa, así como la comunicación y la capacidad de liderazgo e influencia social del alumnado como habilidades transversales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Llorens Largo, F., Gallego-Durán, F. J., Villagrà-Arnedo, C. J., Compañ, P., Satorre Cuerda, R. y Molina-Carmona, R. (2016). Gamificación del proceso de aprendizaje: lecciones aprendidas. *VAEP-RITA*, 4(1), 25-32.
- Mateo, E., Mazas, B., Bravo, B., Lucha, P., Martínez Peña, B. y Cortés, A.L. (2017) ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Reflexiones a partir de un análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias, N.º Extraordinario*, 483-489.
- Mellado, V., Borrachero, B., Melo, L. V, Dávila-Acedo, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A.,

- Mellado, L., Roque, B., & Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Pérez Galván, L. M. y Ochoa Cervantes, A. C. (2017). El aprendizaje-servicio (APS) como estrategia para educar en ciudadanía. *Alteridad*, 12(2), 175-187.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292.

Propuesta contextualizada en un cuento para trabajar las destrezas científicas en educación infantil

María Ilundáin, Isabel Zudaire, Irantzu Uriz, María Napal.

Universidad Pública de Navarra (UPNA). ilundain.121753@e.unavarra.es,
maria.napal@unavarra.es.

RESUMEN: El aprendizaje científico es un proceso que surge de la curiosidad natural del niño para conocer y entender los fenómenos que le rodean. A pesar de ello, las ciencias todavía tienen una presencia muy limitada en las aulas de educación infantil, con propuestas que pocas veces trascienden la observación y la manipulación. Aprovechando el poder de las narrativas para atraer la atención del alumnado, se propone una secuencia de actividades contextualizada en un cuento y enfocada al desarrollo de diversas destrezas científicas básicas e integradas. Durante 8 semanas se desarrollaron 6 sesiones, ligadas a sucesivas escenas del cuento y destinadas al desarrollo de una destreza o aspecto de la competencia científica. La propuesta fue exitosa, no sólo para la adquisición de contenidos y desarrollo de destrezas, sino también en la promoción de actitudes. También entre las docentes participantes se produjo un cambio actitudinal, más favorable a introducir las ciencias en sus aulas.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil; destrezas científicas; seres vivos; salud; propiedades de los materiales

ABSTRACT: Scientific learning is a process that arises from the natural curiosity of the children to know and understand the phenomena that surround them. Despite this, science still has a very limited presence in early childhood education classrooms, with proposals that rarely transcend observation and manipulation. Taking advantage of the power of narratives to attract the attention of students, a sequence of activities contextualized in a story and focused on the development of various basic and integrated scientific skills is proposed. During 8 weeks, 6 sessions were developed, linked to successive scenes of the story and aimed at the development of a skill or aspect of scientific competence. The proposal was successful not only for the acquisition of content and development of skills, but also for promoting attitudes. Also among the participating teachers there was an attitudinal change, more favorable to introduce science in their classrooms.

KEYWORDS: Early childhood education; scientific skills; living beings; health; properties of materials

INTRODUCCIÓN

Los niños y niñas muestran un interés incontestable por explorar el mundo que les rodea. De hecho, el aprendizaje científico es un proceso que surge de la curiosidad natural de los niños y las niñas para conocer y entender los fenómenos que le rodean (Cortes Gracia et al., 2012). Esta curiosidad les lleva a hacerse preguntas y explorar, de modo que la experiencia cotidiana se convierte en la base de su desarrollo (Sapsaglam et al., 2017). Y, a pesar de este reconocimiento unánime, las ciencias todavía tienen una presencia muy

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

limitada en las aulas de educación infantil: si bien se trabajan ciertos contenidos científicos, y se trabajan la observación y manipulación, otras actividades que forman parte de la práctica científica están raramente presentes (Cantó Doménech et al. 2016).

Sin embargo, introducir la ciencia en Educación Infantil no implica trabajar conceptos complejos o abstractos: este enfoque provoca rechazo o prevención por parte de muchos, que creen que los niños y niñas no tienen que aprender “tantas cosas” todavía, y exacerbar la inseguridad del profesorado de la etapa para enseñar esta materia. Una aproximación más apropiada sería organizar la instrucción en base a las destrezas científicas, lo que además permite al alumnado participar más activamente en la construcción de los saberes científicos. Estos procesos científicos - observar, clasificar, inferir, medir, comunicar y predecir, además de identificar variables, construir hipótesis, trabajar con datos, definir variables, diseñar experimentos y experimentar (Safaah et al., 2017)- son eficaces para enseñar ciencia y sobre ciencia (Ergül et al., 2011).

Los cuentos infantiles

Los cuentos infantiles han sido un recurso ampliamente utilizado en las aulas de infantil, sobre todo para el desarrollo de la pre-lecto-escritura, pero también como un modo de contextualizar y sostener la atención. El relato constituye un “universal cultural”, pues todas las personas disfrutan con las narraciones, que son una forma poderosa de dar sentido al mundo y a la experiencia (Egan, 1994).

Además, el introducir la forma narrativa del cuento en la enseñanza puede ayudar a lograr un equilibrio entre los dominios afectivo y cognitivo, consiguiendo que los nuevos conocimientos revistan más interés para los niños y las niñas (Egan, 1994). En palabras de Bettelheim (1999, en Marín, 2012), las historias pueden considerarse alimento intelectual, puesto que enseñan aunque uno no quiera aprender.

OBJETIVOS

El objetivo principal fue diseñar una secuencia de actividades de ciencias, contextualizadas en torno a un cuento infantil, y destinadas a la promoción de diferentes destrezas científicas, básicas e integradas.

METODOLOGÍA

La propuesta se llevó a cabo en 2 clases de 3º de infantil (5-6 años), con 12 alumnos por aula, con una sesión por semana durante 8 semanas.

La historia guía es el cuento “el ratón que se comió la luna”, transformado a modo de Kamishibai (láminas ilustradas que sirven de soporte a la narración). La pintura, fluorescente, brillaba en la oscuridad al ser iluminada con luz negra, lo cual crea una atmósfera mucho más íntima y cálida. Cada una de las escenas se utilizó para trabajar un concepto científico diferente, de modo que cada sesión tenía como objetivo una destreza o área de competencia diferente (Tabla 1). Todas ellas ocuparon 1 sesión, excepto la 4 (higiene), que ocupó 3 sesiones. La docente guió las actividades utilizando preguntas productivas (sensu Martens, 1999) que incitasen a la acción y al desarrollo intelectual.

La recogida de datos se realizó mediante la técnica de observación participante; es decir, se recabaron evidencias anecdóticas del cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de cada una de las sesiones.

Tabla 1. Descripción de las 6 actividades de la secuencia

ESCENA	OBJETIVO	COMPETENCIA O PROCESO
¿De qué está hecha la luna?	Deducir que no todo lo que es blanco es queso. Exploración de materiales blancos	Observación, predicción, clasificación
Viaje a la luna	Construir un cohete que pueda ser propulsado	POE: predecir – observar - explicar
¿Por dónde se va a la luna?	Trazar un camino hacia la luna	<i>Computational thinking</i> : pensamiento algorítmico, depuración de errores y diseño
Higiene	Crear un cultivo bacteriano para comprobar la importancia de la higiene	Descubrir el mundo invisible. Procedimientos científicos.
Entorno natural	Comprobar la presencia o ausencia de seres vivos en el agua.	Uso de métodos científicos. Desarrollar una actitud positiva y respetuosa hacia la naturaleza y los seres vivos.
Luz	Mesa de luz con diferentes materiales	Observación. Clasificación (translúcido – transparente – opaco).

RESULTADOS

A1. ¿De qué está hecha la luna?

Tras comprobar si los alumnos y las alumnas creían, como el ratón, que la luna está hecha de queso fresco, se recabaron sus hipótesis sobre su naturaleza. Estas hipótesis se contrastaron mediante una conversación telefónica con el Planetario local. A continuación, se planteó una actividad para explorar las propiedades de diferentes objetos y materiales blancos (como la luna y el queso), y tras ello concluir que no todas las sustancias blancas tienen la misma naturaleza. Los materiales (leche, harina, levadura, arroz, piedras, arena, queso) fueron escogidos para presentar diferentes combinaciones de textura, tamaño de grano y tonalidad. Para enriquecer la exploración de las propiedades sensoriales se proporcionaron embudos, coladores, linternas, básculas, etc.

Durante esta fase exploratoria, no solo manipularon, sino que se enfrascaron en discusiones sobre las propiedades de los materiales, incluyendo comparaciones, predicciones sobre sus propiedades, etc. La mayoría de ellas no fueron correctas, pero demostraron un notable interés por explorar y dar sentido al mundo circundante (Tabla 2).

Tabla 2. Comentarios de los niños y niñas durante la exploración

"Un vaso de algodón pesa más que un vaso de arena." - G.M.

"El algodón se hunde en el agua"- L.A; M.L; P.E

"Si ponemos azúcar en el agua, se derrite" - P.E

"El yeso con agua hacen queso"- R.I

"La harina no pasa por el colador, pero el azúcar sí" – N.A.

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Esta comparación explícita de las propiedades de los materiales consiguió que la mayor parte de los niños y niñas cambiasen sus percepciones iniciales sobre la composición de la luna, en ocasiones fantasiosas (cristal, diamantes...), a “rocas”, o materiales rocosos.

A2. Viaje a la luna

Tras crear un cohete con una botella de plástico, los niños y niñas debían indagar sobre el modo de propulsarlo. Para ello, se presentó una batería de sustancias (agua, limón, champú, huevos, harina, aceite corporal, colorante alimentario, aspirina, vinagre y bicarbonato); cada pareja debía escoger 3 sustancias que, al mezclarse, provocasen una reacción que pudiese propulsar el cohete. En cada ocasión, la pareja debía registrar la combinación, su hipótesis y el resultado obtenido. A continuación, la docente proporcionó 6 combinaciones posibles, para que, basándose en su experiencia en la ronda anterior, escogiesen la combinación óptima.

Tras observar en la primera ronda el burbujeo causado por el bicarbonato en reacción con un ácido, o de la aspirina, la mayor parte del alumnado seleccionó las combinaciones de bicarbonato con vinagre (17/22) o con limón (5/22) como la mejor para propulsar el cohete. Estas predicciones fueron basadas en la observación de que la reacción produce un gas que asciende (Tabla 3).

Tabla 3. Justificaciones de la elección de sustancias, basadas en su reactividad

“Bicarbonato y vinagre, porque son lo que hace que el vinagre se vaya para arriba, como el cohete” - N.A

“Agua, colorante y aspirina, porque son los que hace burbujas, y las burbujas suben” - L.A

“Bicarbonato y limón, porque casi se escapan del vaso” - P.U

“Harina y fairy, porque hacen slime” - Y.Z

A3. ¿Por dónde se va a la luna?

En esta sesión, los niños y niñas deben diseñar y ejecutar la ruta que guiará al ratón de la Tierra a la luna, iniciándose de este modo en el pensamiento computacional (descomponer un proceso en sus pasos fundamentales, transformarlos en instrucciones, depurar errores). Para ello, cada pareja diseñó sobre una cuadrícula en papel una posible ruta; a continuación, uno de los miembros de la pareja debía dar instrucciones al otro para llegar a su destino, reproduciendo las indicaciones dadas sobre un tablero dibujado en el suelo del aula. El resto de los compañeros, los alienígenas, deben reproducir la ruta seguida colocando pegatinas sobre la plantilla.

Aunque no todos los niños fueron capaces de crear o reproducir sus propios itinerarios originales, la sesión, y especialmente el atrezzo provocaron un interés duradero por la temática.

A4. Higiene

Al querer morder la luna, el ratón se rompe uno de sus dientes, lo cual dio pie a la siguiente serie de actividades. Se destinaron tres sesiones a discutir sobre la importancia de cuidar adecuadamente la higiene dental. En la primera sesión, y tras realizar impresiones de las dentaduras de cada niño y niña sobre un pedazo de cera, se discutió sobre la estructura de los dientes y su función. Se realizaron además comparaciones con los cráneos de otros

vertebrados. A continuación, se discutió sobre la importancia de cepillar adecuadamente los dientes, y sobre los “bichos” que pueden crecer sobre ellos y producir las caries, para pasar a realizar un cultivo del interior de la cavidad bucal de cada uno de los alumnos y alumnas, antes y después de limpiarse los dientes. 10 días después, tras observar a la lupa binocular los cultivos de dientes sucios y recién cepillados, se mostró un vídeo de una dentista sobre cómo cepillar adecuadamente los dientes.

Esta actividad fue la que mayor interés despertó, si bien algunos niños y niñas experimentaron momentos de temor, al darse cuenta de la presencia ubicua de bacterias. El uso de procedimientos “científicos” para cultivar y observar las colonias bacterianas ejercieron un importante papel motivador. Los dibujos realizados tras la observación resultaron significativamente más precisos.

A5. Entorno natural

El ratón echa de menos a sus amigos y a la Tierra, lo que llevó al grupo a discutir sobre los paisajes de su preferencia, y las emociones que les suscitaban. Para comenzar, se discutieron varias parejas de imágenes que mostraban el mismo entorno prístino y contaminado, para concluir que los entornos más inalterados generan un mayor vínculo emocional y sensación de pertenencia. A continuación, se examinaron varias muestras de agua, del grifo (clorada), contaminada (con gasoil y detergente), o tomada de un estanque. Sólo en el agua no tratada ni contaminada fue posible ver, a la lupa binocular, multitud de algas e invertebrados. Mientras que la cloración hace el agua apta para el consumo humano, elimina también todas las trazas de vida que sí es posible encontrar en muestras inalteradas.

La constatación de la existencia de todas estas formas de vida invisibles resultó muy emocionante, hasta el punto que algunos alumnos fueron a recoger muestras de agua con su familia durante los días siguientes.

A6. Luz

En esta última sesión, y aludiendo a la pintura fluorescente del cuento, los niños y niñas tuvieron la oportunidad de explorar objetos con diferentes propiedades ante la luz (transparentes, translúcidos y opacos) en una mesa de luz.

Siendo una actividad menos guiada, requirió más tiempo deducir las diferentes propiedades ópticas de los materiales, aunque varios alumnos y alumnas desarrollaron estrategias para modificar el comportamiento de los objetos; por ejemplo, esparciendo la arena (opaca) para dejar pasar algo de luz a través, o amontonando varios objetos translúcidos para impedirlo.

Al final de la propuesta, los participantes (docentes y alumnado) demostraron un cambio en su percepción, con un mayor interés por la ciencia y sus procesos (Tabla 4).

Tabla 4. Evidencias del incremento en interés por las ciencias

¿Cuándo volvemos a hacer ciencia? ¡La clase de ciencias es la más divertida!
Ver las muestras al microscopio es como ver un mundo diferente
¡Cuando crezca seré científica!
Ayer construí un cohete con mi padre

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La secuencia didáctica consiguió el desarrollo de conceptos, destrezas y procedimientos, pero, sobre todo, sirvió para despertar el interés por la ciencia de niños y niñas, así como de los docentes que participaron de la propuesta. Las evidencias recogidas durante el desarrollo de la propuesta – evaluación, reacciones y comentarios – dejan claro que la experiencia fue enriquecedora y satisfactoria. Así, al contrario de lo que algunos docentes puedan pensar, teniendo un proyecto claro y definido se pueden desarrollar destrezas científicas en los niños y niñas de infantil. Estos han demostrado ser capaces de aprender y disfrutar con las ciencias, mostrando una excelente predisposición en cada sesión. Cabe destacar cómo al avanzar las sesiones los niños y las niñas cada vez se sentían más cómodos en esta disciplina. En aquellas sesiones con menor carga de objetivos científicos, como puede ser la actividad 6 (luz), se percibía cierta desilusión por parte de algunos niños y niñas, mientras que las más atractivas resultaron ser las que abrían nuevas perspectivas, involucrando equipamiento científico.

Tanto el centro escolar como el resto de docentes implicados mostraron un gran interés en la propuesta, y manifestaron su necesidad de seguir formándose, al percibir que la ciencia es la gran ausente en las aulas de infantil. Se puede decir, por tanto, que esta propuesta ha conseguido romper con los prejuicios y preconcepciones que algunos tenían hacia esta área, hacia sus capacidades como docentes para impartirla y hacia la forma de entenderla de los niños y niñas.

En resumen, nuestros resultados corroboran una vez más que aprender ciencia usando metodologías activas (“hacer ciencia”) no solo es útil para aprender ciencias, sino también para hacerlas más atractivas. Sin duda, un cambio metodológico en esta dirección puede contribuir a aumentar el interés y comprensión de los conceptos científicos (Ariza et al., 2016), y en el largo plazo, redundar en una mayor alfabetización de la ciudadanía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, M. R., Aguirre, D., Quesada, A., Abril, A. M., & García, F. J. (2016). ¿Lana o metal? Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 297-311.
- Cantó Doménech, J., Pro Bueno, A., & Solbes Matarredona, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil?: la visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 25(2016), 2016.
- Cortes Gracia, A. L., de la Gandara Gomez, M., Calvo Hernandez, J. M., Martinez Pena, M. B., Gil Quilez, M. J., Ibarra Murillo, J., & Adegui de Pablos, J. (2012). Expectations, Needs and Opportunities of Pre-Service Teachers in View of Science Teaching in Primary Education. *Enseñanza De Las Ciencias*, 30(3), 155–176.
- Egan, K. (1994). *Fantasia e imaginación, su poder en la enseñanza: una alternativa a la enseñanza y el aprendizaje en la educación infantil y primaria*. Madrid: MEC.
- Ergül, R., Şimşekli, Y., Çaliş, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, S., & Şanlı, M. (2011). The Effects Of Inquiry-Based Science Teaching On Elementary School Students' Science Process Skills And Science Attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5(1), 48–69.
- Marín, M. (2012). Dinamización Matemática: Teatro Matemático Infantil. *Unión*, 31, 115-129.

- Martens, M.B. L. (1999). Productive Questions: Tools for Supporting Constructivist Learning. *Science and Children*, 36(8), 24–27. <http://web.missouri.edu/~hanuscind/productivequestions.pdf>
- Safaah, E. S., Muslim, M., & Liliawati, W. (2017). Teaching Science Process Skills by Using the 5-Stage Learning Cycle in Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012106>
- Sapsaglam, O., Bozdogan, A. E., & The, A. E. (2017). The Effect of Active-Participant Experiments upon the Skills of Nursery Class Students to Recognize Measuring Instruments. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 100–109.

Propuesta de intervención para trabajar el pensamiento crítico en torno a los ODS: percepción del alumnado

José Javier Verdugo Perona¹, Carlos B. Gómez Ferragud¹, Sheila Pons-Vázquez²

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. jose.j.verdugo@uv.es, carlos.b.gomez@uv.es

² Unidad de Educación. Florida Universitaria. mspons@florida-uni.es

RESUMEN: El auge de nuevos canales de información, principalmente en entornos digitales, conlleva nuevos retos para determinar la confiabilidad de la información. En este contexto, es fundamental que la ciudadanía tenga capacidad de pensamiento crítico para analizar y evaluar la información existente y actuar en consecuencia. En este trabajo se presenta una intervención didáctica en el Grado de Educación Primaria diseñada para fomentar el pensamiento crítico a través del uso de cuestiones sociocientíficas mediante un enfoque narrativo. Un total de 62 estudiantes participaron en esta experiencia y fueron cuestionados acerca de la percepción que tenían de su utilidad. Los resultados muestran que la intervención obtuvo altas puntuaciones en las percepciones positivas por parte del alumnado que señaló claramente que las actividades que aquí se describen favorecieron el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y reflexivo.

PALABRAS CLAVE: formación del profesorado, pensamiento crítico, cuestiones sociocientíficas, enfoque narrativo

ABSTRACT: The development of new media implies new challenges to determine reliability of the information. In this context, critical thinking skills of all citizens to analyse and evaluate available information and act accordingly is crucial. In this work we present an educational intervention to foster critical thinking using socioscientific issues and a narrative approach. A total of 62 preservice teachers engaged in this experience and were questioned about their perception of its usefulness. Results show that the intervention obtained high scores in positive perceptions by students who clearly indicated that the activities improved the development of critical and reflective thinking skills.

KEYWORDS: teacher training, critical thinking, socioscientific issues, narrative approach

INTRODUCCIÓN

La era digital, asociada al avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación, ha cambiado considerablemente los hábitos y rutinas de comunicación y los medios de información tradicionales han dado paso a nuevos canales digitales de acceso a la

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

información. Este desarrollo de los medios digitales, además de un exceso de información, ha traído asociados graves problemas como las “fake news”, la propagación de teorías conspiratorias o las campañas de desinformación, que tienen importantes repercusiones sociales, políticas, económicas o ambientales. Para desenvolvernos con soltura en las sociedades modernas, es necesario que toda la ciudadanía desarrolle “un espíritu crítico y las capacidades cognitivas suficientes para diferenciar la información útil de la que no lo es” (Bindé, 2005, p. 20). Para alcanzar ese espíritu crítico es imprescindible tener capacidad de pensamiento crítico, entendiendo este como un “juicio reflexivo intencionado que se manifiesta en la consideración razonada de la evidencia, el contexto, los métodos, los estándares y las conceptualizaciones al decidir qué creer o qué hacer” (Facione, 2011, p. 22).

El fomento del pensamiento crítico ha sido desde hace décadas uno de los objetivos prioritarios de la educación en ciencias. La alfabetización científica es importante para hacer frente a cualquier situación, pero el desarrollo del pensamiento crítico y el razonamiento científico son claves para tomar decisiones bien informadas (Rocard et al., 2007, p. 6) y esto hace que en las sociedades modernas el pensamiento crítico, junto con la creatividad, se consideren indispensables para el bienestar de las personas y las sociedades democráticas (Vincent-Lancrin, 2019).

Una de las formas de mejorar las competencias de pensamiento crítico desde la educación en ciencias que ha demostrado su efectividad en distintos niveles educativos es a través del uso de problemáticas ambientales o de cuestiones sociocientíficas. (Solbes et al., 2018; Dolan et al., 2009; Ernst y Monroe, 2004). El uso de actividades en las que el alumnado deba debatir y argumentar su postura frente a una problemática concreta hace que pongan en práctica las habilidades cognitivas propias del pensamiento crítico propuestas por Facione (2011): interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y auto regulación. Por otro lado, los enfoques narrativos también parecen ser una buena alternativa como estrategia didáctica para favorecer el desarrollo del pensamiento crítico (Cooper, 2000; Sabariego-Puig et al. 2019), pues permiten abordar un fenómeno concreto y cuestionar su relación con otros eventos, sus causas y consecuencias.

En este trabajo se muestra el diseño, la implementación y la evaluación de una intervención didáctica que aúna las dos estrategias anteriores para fomentar el pensamiento crítico. La actividad consiste en la creación de un relato con una estructura bien definida (introducción, desarrollo y conclusión) que trate contenidos propios de temas actuales relacionados con la sostenibilidad.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El propósito principal de este trabajo es el de mostrar una propuesta para el desarrollo del pensamiento científico-crítico y conocer las valoraciones de los y las estudiantes del Grado en Maestro/a de Educación Primaria acerca de la efectividad de la intervención en el fomento de este tipo de razonamiento.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

En este estudio participaron un total de 62 maestros y maestras en formación de una Universidad pública española. El grupo estuvo formado por 41 alumnas, 20 alumnos y 1 persona que prefirió no indicar su género, con edades que variaron entre los 19 y los 43 años (media= 20,66 años; DT= 3,82).

Instrumento de recogida de datos

La recogida de datos se realizó mediante un cuestionario diseñado y validado por Sabariego-Puig et al. (2020). Este cuestionario está constituido por 48 ítems tipo Likert con una escala de 5 niveles (1 “muy en desacuerdo” - 5 “muy de acuerdo”). El total de ítems se dividen en 10 categorías que permiten analizar: las emociones positivas (4 ítems) o negativas (3 ítems) que presenta el alumnado al inicio de la actividad; la importancia que ha tenido el profesorado a lo largo de todo el proceso (6 ítems); la evaluación que realizan de la tarea respecto a su utilidad para desarrollar habilidades reflexivas (8 ítems); la toma de conciencia sobre el proceso de aprendizaje (8 ítems); fomentar su autonomía y autoconciencia reflexiva (6 ítems); cuestionar críticamente su forma de pensar o actuar (3 ítems); realizar las tareas de forma rutinaria (4 ítems); comprender el contenido para una correcta ejecución de la tarea (3 ítems); y la percepción que tienen sobre el enfoque de trabajo empleado (3 ítems).

Procedimiento y análisis de datos

La propuesta se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre en la asignatura de Ciencias Naturales para Maestros/as, coincidiendo con los contenidos de la materia relacionados con la geología, la biología y la sostenibilidad. En primer lugar, se organizaron grupos de 3 a 5 personas y se hizo una presentación de la actividad, proporcionándoles un dossier con información básica sobre desarrollo sostenible, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este documento contenía, además, la información necesaria para la realización del proyecto final: propósito, estructura, fases de desarrollo y evaluación. A continuación, se les asignó aleatoriamente una temática sobre alguna cuestión socio-científica relacionada directamente con los ODS (p.e., contaminación de mares y océanos, escasez de agua dulce, deforestación, contaminación atmosférica o manipulación genética), sobre la que debían desarrollar su trabajo final. Se dispuso de todo el segundo cuatrimestre para realizar el proyecto, dejando la última semana de este para la presentación de los trabajos. Una vez finalizadas, se solicitó la participación voluntaria del alumnado para la realización de la encuesta. Se proporcionaron las instrucciones necesarias para su cumplimentación y se garantizó su anonimato y confidencialidad. Con los datos recogidos se llevó a cabo un análisis descriptivo exploratorio mediante las medias y desviaciones típicas de cada uno de los bloques que forman el cuestionario.

Descripción de la intervención

La intervención que aquí se describe pretende integrar los contenidos científicos propios de la materia, así como mostrar el rol de la ciencia y la tecnología en los problemas asociados a los ODS. Para ello, se pidió a los estudiantes que analizaran una problemática concreta y crearan un recurso en el que mostraran los fundamentos respecto a esa

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

problemática concreta y razonaran sobre el efecto de la ciencia y la tecnología y su influencia, a través de cuestiones sociales, económicas, políticas y/o culturales. Para guiar la elaboración del trabajo, su seguimiento y la solución de las posibles dudas que pudieran surgir en su elaboración, se dedicaron 4 sesiones, llevadas a cabo según el avance en la instrucción sobre los distintos contenidos científicos de la asignatura (1 por cada tema).

La estructura de proyecto se divide en 4 fases:

- FASE I: Presentación de la temática. Conocido el tema de trabajo y basándose en los conocimientos que se tenga sobre él, se realiza un breve escrito donde quede reflejado el conflicto que se quiera contar.
- FASE II: Documentación. Consiste en una labor de investigación centrada en buscar y seleccionar información que sirva de base para el posterior desarrollo del trabajo. La información deber ser de fuentes fiables y rigurosas y estar apoyada por evidencias científicas. La búsqueda, análisis y selección de información permitirá incrementar el conocimiento sobre el tema tratado y establecer un argumento definitivo.
- FASE III: elaboración del guion de trabajo. Una vez identificada la temática del trabajo, el argumento y las ideas fundamentales que se quieren mostrar, se debe realizar un guion que sirva para organizar toda la información recogida anteriormente. Para ello, se les entrega una ficha con una serie de cuestiones a desarrollar y que marcarán el guion inicial (descripción de la temática, efecto sobre el medioambiente y relación con ODS, implicaciones para el ser humano, rol de la ciencia y la tecnología y propuesta de acciones que contribuyan a alcanzar los ODS).
- FASE IV: Elaboración del producto final. Se da para elegir la forma en la que presentar el producto final del trabajo (cuento, cómic, poster digital, podcast, publicación en blog, hilo en Twitter, vídeo, etc.). Independientemente del formato seleccionado, debe seguir una estructura narrativa básica fijada en tres partes (presentación, desarrollo del conflicto y conclusiones). El objetivo principal es que el resultado final sirva para formar sobre las problemáticas tratadas.

La evaluación del proyecto tiene un marcado carácter formativo y se lleva a cabo a lo largo de todo el proceso. Aun así, podemos considerar que presenta dos etapas bien definidas. En la primera de ellas, a mediados del cuatrimestre, se evalúa el guion de trabajo de cada grupo. La finalidad de esta evaluación es la de comprobar el análisis inicial que hacen sobre la problemática, su relación con los ODS y la orientación de la propuesta presentada. En la segunda etapa, a final de curso, se evalúa el producto una vez esté finalizado. Dada la gran variedad de productos finales que se pueden presentar, se diseña una rúbrica que trata de recoger los aspectos más importantes de forma generalizada. Estos aspectos son: estructura, coherencia del discurso, contenido, calidad de la información, corrección lingüística, creatividad y recursos estéticos empleados.

Para evitar que los y las alumnas se instruyan únicamente en la temática de su tema de trabajo, el resultado final se presenta en clase en las dos últimas sesiones y se abre un pequeño debate sobre el tema y se comentan fortalezas y debilidades de los proyectos presentados por cada grupo. Además, todos los documentos creados son puestos a disposición del alumnado para que puedan ser consultados o descargados.

RESULTADOS

Como se puede observar en datos recogidos en la Tabla 1, al inicio de la actividad, entre los futuros maestros y maestras en formación predominan las emociones positivas (categoría 2) sobre las negativas (categoría 1), apareciendo algunas de estas emociones negativas, como la angustia o la inseguridad, en casos muy esporádicos (1 sujeto). En general, consideran que las tareas han servido para estimular su capacidad de reflexión (categoría 3) y les ha permitido tomar conciencia del proceso de aprendizaje (categoría 4), tanto para sí mismos como para mejorar su práctica profesional. De igual modo, tienen una opinión muy positiva respecto el papel del trabajo para fomentar la autonomía y la autoconciencia reflexiva (categoría 5), aunque muestran cierta indiferencia sobre el papel que las tareas propuestas han tenido para reflexionar críticamente sobre su forma de pensar o actuar (categoría 6). En lo que respecta a las labores efectuadas, la mayoría de los y las participantes no las consideran como acciones repetitivas que pueden realizarse sin pensar (categoría 7). Es más, para su correcta ejecución, creen que es necesario pensar y entender los contenidos tratados (categoría 8). En cuanto al profesorado, le otorgan un nivel de importancia muy elevado a lo largo de todo el proceso de ejecución (categoría 9). Por último, la evaluación global del enfoque utilizado es positiva (categoría 10), aunque no muy elevada, destacando de ella su adecuación para adquirir competencias profesionales futuras.

Tabla 1. Puntuación promedio y desviación típica (DT) en cada categoría evaluada

CATEGORÍA	PROMEDIO	DT
1. Emociones malestar	2,12	0,13
2. Emociones activación	4,1	0,17
3. Habilidades reflexivas	4,36	0,13
4. Conciencia del aprendizaje	4,3	0,08
5. Autonomía y autoconciencia reflexiva	4,38	0,07
6. Reflexión crítica	3,35	0,06
7. Acción habitual	2,51	0,15
8. Comprensión del contenido	4,01	0,17
9. Rol del profesorado (RP)	4,55	0,14
10. Evaluación del enfoque	3,88	0,09

CONCLUSIONES

Tomando en consideración la evaluación realizada por los maestros y las maestras en formación, la propuesta presentada parece ser una herramienta muy útil para crear experiencias en las que poner en práctica habilidades propias del pensamiento crítico. Las emociones expresadas al inicio de la actividad son positivas y esto beneficia el proceso de aprendizaje, mejorando la atención, la motivación, la memoria y las interacciones sociales (Li et al., 2020). En este aspecto juega un papel muy importante el rol del profesorado, por ejemplo, creando un clima de confianza en el aula, ayudándoles a pensar o facilitando consignas claras. Valoran en gran medida su capacidad para poner en práctica habilidades reflexivas, favorecer su autonomía, hacerles conscientes de su propio

aprendizaje y comprender los contenidos trabajados, algo imprescindible para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Por otro lado, no parece haber sido muy eficaz a la hora de hacerles cuestionarse las implicaciones de sus acciones en las problemáticas ambientales planteadas, algo a tener muy en cuenta si se pretende fomentar hábitos y conductas sostenibles.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo que se presenta forma parte del Proyecto “Transdisciplinariedad y pensamiento reflexivo en la formación de maestros y maestras” (UV-SFPIE_PID-1640467).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bindé, J. (Dir.) (2005). *Hacia sociedades del conocimiento*. Paris: UNESCO
- Cooper, N. J. (2000). The use of narrative in the development of critical thinking. *Nurse Education Today*, 20(7), 513-518.
- 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.
- Ernst, J., y M. Monroe (2004). “The Effects of Environment-based Education on Students’ Critical Thinking Skills and Disposition toward Critical Thinking.” *Environmental Education Research*, 10(4): 507–522
- Facione, P. A. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Measured Reasons and The California Academic Press, Millbrae, CA
- Li, L., Gow, A. D. I. y Zhou, J. (2020). The role of positive emotions in education: A neuroscience perspective. *Mind, Brain, and Education*, 14(3), 220-234.
- 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. European Commission
- Sabariego-Puig, M., Sánchez, A., y Cano, A. B. (2019). Pensamiento reflexivo en la educación superior: aportaciones desde las metodologías narrativas. *Revista Complutense de Educación*, 30(3), 813-830. <https://doi.org/10.5209/rced.59048>
- Sabariego-Puig, M., Sánchez-Martí, A., Ruiz-Bueno, A. y Sánchez-Santamaría, J. (2020). The Effects of Learning Contexts on the Development of Reflective Thinking in University Education: Design and Validation of a Questionnaire. *Sustainability*, 12(8), 3298. <http://dx.doi.org/10.3390/su12083298>
- Solbes, J., Torres, N. y Traver, M. (2018). Use of socio-scientific issues in order to improve critical thinking competences. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 19, 1-5.
- Vincent-Lancrin, S., et al. (2019), *Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What it Means in School*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/62212c37-en>

Reverdecimiento de la Facultad de Ciencias de la Educación. Fomentando el contacto con la naturaleza

Jerónimo Torres-Porras, Jorge Alcántara-Manzanares, Silvia Medina Quintana, Francisca Castro, Isabel María Muñoz-García, Miguel Jesús López Serrano, Rafael Guerrero Elecalde, Alberto Membrillo del Pozo, Luis Sánchez-Vázquez, Cristina de los Desamparados Cortés Mármol, Patricia Hidalgo Vaquerizas

Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Córdoba. jeronimo.torres@uco.es

RESUMEN: En la sociedad actual, y en el estudiantado universitario en particular, existe una desconexión creciente con la naturaleza, lo que puede repercutir de forma negativa en su estado físico y mental mostrando numerosos estudios los beneficios de estar en contacto con la naturaleza. Entre los objetivos del Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad se encuentra la renaturalización de los centros educativos, incluidas las universidades. Las Facultades de Educación tienen, además, la oportunidad de servir de ejemplo para su numeroso estudiantado, de forma que puedan llevar las actuaciones y actividades realizadas durante el grado a los centros escolares. Este proyecto muestra la renaturalización de una Facultad de Educación en la que se han reverdecido los espacios exteriores, se han adaptado para la docencia, se ha fomentado la biodiversidad y se ha facilitado la formación del estudiantado sobre la importancia de trabajar el contacto con la naturaleza como puntos clave para avanzar hacia la sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE: educación fuera del aula, educación ambiental, reverdecimiento, biofilia, campus sostenible

ABSTRACT: In the current society, and within university students in particular, there is a growing disconnection with nature. It can have a negative impact on their physical and mental state, while numerous studies have shown the benefits of being in contact with nature. One of the objectives of the Action Plan of Environmental Education for Sustainability is the renaturalization of educational centers, including universities. The Faculties of Education also have the opportunity to serve as an example for their numerous students, so that they can take the performances and activities carried out during the degree to the schools. This project shows the renaturalization of a Faculty of Education in order to advance towards sustainability: the outdoor spaces have been greened and adapted for teaching, biodiversity has been promoted and students were training on the importance of working in contact with nature.

KEY WORDS: outdoor education, environmental education, greening, biophilia, sustainable campus

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se está concentrando en las ciudades y está cada vez más desconectada de la naturaleza, lo que puede repercutir de forma negativa en el estado físico y mental de las personas y reducir su afinidad hacia la naturaleza (Wells, 2000); además, los niños y las niñas actualmente pasan menos horas al aire libre de lo que lo hacían antiguamente y esta tendencia continúa. La juventud es cada vez más reacia a mantener contacto directo con la naturaleza, mostrando una menor afinidad emocional hacia la naturaleza y una disminución de las actitudes y comportamientos proambientales (Soga y Gaston, 2016). Pero se ha constatado que el contacto con espacios naturales es positivo para el desarrollo humano (Keniger et al., 2013) y puede motivar un mayor respeto hacia la naturaleza (Chawla y Cushing, 2007).

Aunque el distanciamiento de nuestra especie del mundo natural es obvio, Wilson (1984) presenta la hipótesis de la biofilia, como una necesidad del ser humano acercarse a otras formas de vida. Es decir, podemos considerar la existencia de una interdependencia de la naturaleza debido a que la evolución humana se produjo en un entorno natural durante miles de años, siendo difícil aceptar que los ambientes urbanos actuales hayan borrado estas características (Kellert y Wilson, 1993). De hecho, los niños y las niñas prefieren los espacios naturales entre los distintos lugares de su barrio (Castonguay y Jutras, 2009). Además, como sostiene la Teoría de Restauración de la Atención (Kaplan, 1995), estar en un ambiente natural ayuda a superar el estado de fatiga mental. Es evidente, por lo tanto, la necesidad de trabajar el acercamiento a la naturaleza en las Facultades de Ciencias de la Educación, para que el futuro profesorado conozca dicha necesidad y tenga herramientas para trabajarla (Alcántara-Manzanares y López-Fernández, 2021; Mérida Serrano et al., 2017; Torres-Porras y Alcántara-Manzanares, 2021; Torres-Porras et al., 2017). Entonces, un aspecto esencial es analizar y repensar los espacios de estos centros universitarios, para determinar la posibilidad de reverdecerlos, de fomentar la biodiversidad y de permitir y favorecer la docencia fuera de las aulas, realizando una mejora continua que pueda ser un ejemplo para implementar en los colegios.

Este incremento de zonas verdes de descanso y disfrute de la naturaleza en las Facultades puede contribuir al bienestar de toda la comunidad educativa durante su estancia en el Centro y sería una apuesta clara por la sostenibilización, impulsando el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), avanzando hacia ciudades sostenibles, generando nuevos espacios que darán lugar a ecosistemas cuya biodiversidad se puede fomentar con medidas concretas: restauración de la vegetación mediterránea, hoteles para insectos, cajas nido. Estas actuaciones abren la puerta a aplicaciones didácticas para la enseñanza-aprendizaje del medio natural. De hecho, en el Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad 2021-2025 (MTERD y MEFP, 2021), en su eje operativo tercero (Integración de la sostenibilidad en el sistema educativo y formativo) muestra un objetivo específico centrado en impulsar la renaturalización de los centros educativos como un ejercicio de coherencia institucional que refuerce las intervenciones educativas. Además, se puede hacer que las Facultades sean más resilientes ante el cambio climático y la subida de las temperaturas, al incrementar las zonas de sombra y de vegetación, como se está realizando en distintas ciudades a través de proyectos europeos, para luchar a su vez contra el efecto isla de calor urbano.

Mención aparte merecen los huertos escolares, que se consideran una manera de introducir la sostenibilidad en el currículo universitario en los grados de educación, siendo estos auténticos vertebradores de cambio, si se establecen además relaciones participativas con la comunidad (Barrón Ruiz y Muñoz Rodríguez, 2015). Es conveniente que en su futuro profesional el alumnado de las Facultades de Educación tenga en cuenta que el huerto crea una conexión entre la naturaleza y los menores y que permite introducir la educación ambiental en la escuela favoreciendo la adquisición de valores y actitudes de respeto hacia el medio ambiente (Ceballos, 2017). Por otra parte, el huerto escolar es una fuente de alimentos saludables que posibilita al alumnado conocer de dónde proceden, cómo se producen o qué beneficios tienen para la salud (Ratcliffe et al., 2011).

Así, en su futura etapa laboral podrán implantar su uso en los colegios, que cada vez está más extendido, pero donde todavía queda camino por recorrer (Alcántara et al., 2019). En suma, “hoy en día ya nadie pone en duda que el huerto es una herramienta educativa casi perfecta que hay que promocionar y potenciar” (Escutia, 2009, p. 20), que puede permitir a su vez distintos beneficios sociales al crear redes con el entorno.

OBJETIVOS

- Incrementar la cantidad y la calidad de las zonas verdes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba.
- Fomentar la biodiversidad en los espacios de la Facultad.
- Crear un huerto comunitario universitario de la Facultad de Ciencias de la Educación y fomentar su uso por parte de la comunidad educativa.
- Facilitar la utilización de las zonas exteriores para la docencia universitaria.
- Permitir la formación del estudiantado sobre la importancia de trabajar el contacto con la naturaleza.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta consiste en rediseñar las zonas exteriores de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba, para dotarla de dos aulas exteriores, un huerto ecológico comunitario, así como reverdecer distintos espacios y fomentar la diversidad de aves para facilitar el aprendizaje y acercamiento por parte del estudiantado hacia el medio natural y las actuaciones que se pueden llevar a cabo para su conservación.

Aula-jardín

Se ha realizado en la zona delantera de la Facultad de Ciencias de la Educación, que era un área de aparcamientos con suelo de tierra y escasa utilización, habilitando distintos espacios verdes que fomentan la biodiversidad y permiten un uso mixto de descanso y educativo.

Se ha transformado en un jardín de especies autóctonas del monte-matorral mediterráneo, que están adaptadas al clima y no necesitan abundancia de agua. Se han plantado distintas especies arbustivas autóctonas como lavanda, romero, tomillo y algún durillo. Además, se han instalado mesas con bancos de madera que permiten la realización de prácticas de distintas asignaturas, con grupos medianos. De esta forma se potencia el uso de estas

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

zonas y se habilita un área verde de descanso, ya que no había ninguna en esta Facultad, con las implicaciones positivas que tienen las zonas verdes.

Continuando con el proyecto el próximo curso se incluirán unos carteles identificativos con el nombre científico y vernáculo de las distintas especies de plantas fomentando el reconocimiento de las especies del monte mediterráneo. En dichos carteles se incluirá una breve explicación sobre la especie y algunos datos etnobotánicos (usos de la planta que realiza el ser humano), así como códigos QR para más información.

Huerto ecológico comunitario

En la misma zona del aula exterior delantera se ha habilitado un huerto en distintos bancales (Fig. 1), rodeados de plantas de clima mediterráneo, como puede ser lavanda, tomillo y romero. Además, se han instalado unas composteras con el propósito de reutilizar la materia orgánica que se produzca en esta zona.

El objetivo es que el uso del huerto se realice por estudiantado, profesorado (PDI) y personal de administración y servicios (PAS) de la Facultad de Ciencias de la Educación, pero también se podría ampliar la oferta a personal relacionado con la Facultad, como puede ser profesorado tutor de practicum de grados y másteres, implicando así a toda la comunidad educativa y fomentando la convivencia entre estos grupos.

Este proyecto de huerto se está realizando en colaboración con la asociación Justicia Alimentaria y la Asociación Educativa Barbiana. Primero se llevó a cabo un diagnóstico inicial para determinar el interés y disponibilidad de la comunidad que integra la facultad respecto a la creación de un huerto comunitario en las instalaciones de la propia facultad. Se constató la demanda existente y se comenzó la siguiente fase de creación del huerto, asesorados por estas asociaciones, que además han realizado cursos de formación a profesorado y alumnado.



Figura 1. Aula jardín (izq.) y huerto ecológico (dcha.)

Aula-monte mediterráneo

La zona trasera de la Facultad posee un amplio espacio que normalmente no se utiliza. En una de las parcelas se han plantado distintos árboles y especies arbustivas autóctonas y se instalarían unas mesas con bancos, de forma que se consiga reverdecer este espacio y habilitarlo para la práctica educativa y también para el descanso.

Los árboles se han plantado a través de la iniciativa de profesorado y personal de administración y servicios que se ha jubilado y de personas interesadas en participar, que han planteado este emotivo proyecto de dejar como legado una serie de árboles en la Facultad.

Diversidad de aves

La pérdida de biodiversidad es una de las graves problemáticas a nivel mundial ocasionada por la actividad humana. Entre esta disminución de individuos y especies se encuentra el grupo de las aves, lo que está modificando y empobreciendo el paisaje sonoro de los campos (Morrison et al., 2021). Para favorecer la presencia y nidificación de distintas especies se ha realizado un taller inicial de instalación de cajas nido en colaboración con el grupo local de la Sociedad Española de Ornitología (SEO), de forma que el seguimiento posterior anual se realice por el estudiantado (Figura 2). Además, se ha instalado una caja nido con una cámara de forma que el colectivo de la facultad pueda seguir la nidificación de los vencejos comunes y acercar así el día a día de esta especie protegida al alumnado.



Figura 2. Cajas nido para distintas especies (izq.) y caja nido vencejo (dcha.)

Con este proyecto se pretende poner en valor las zonas al aire libre de la Facultad, incrementar la biodiversidad y fomentar su uso para la docencia universitaria, mostrando la necesidad de naturaleza al estudiantado (Torres-Porras, 2020). De este modo, las aulas exteriores y el huerto ecológico permitirán desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de los Grados de la Facultad de Ciencias de la Educación en un ambiente naturalizado, facilitando los procesos de sostenibilización curricular en la educación superior. Se favorece de esta forma el desarrollar actividades en contacto con la naturaleza que posteriormente puedan ser llevadas a las aulas escolares (Torres-Porras, 2017; Torres-Porras y Briones-Fernández, 2019).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la financiación obtenida a través del Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes de la Universidad de Córdoba en los proyectos “Acercamiento a la naturaleza cercana en los grados de educación infantil y primaria” (2020-1-4007), y “Verde que te quiero verde, enseñanza y aprendizaje fuera del aula en la Facultad de Ciencias de la Educación” (2021-1-4009) y a todas las personas participantes en el proyecto, especialmente al profesorado implicado, al Decanato, a las asociaciones Justicia Alimentaria, Asociación Educativa Barbiana, Sociedad Española de Ornitología, área de Protección Ambiental (SEPA) de la UCO, Aula de Sostenibilidad de la UCO, Instituto Municipal de Gestión Medioambiental (IMGEMA), empresa de jardinería Althenia, Diputación Provincial de Córdoba, así como a la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara-Manzanares, J. y López-Fernández, J. A. (2021). *Didáctica del medioambiente en educación primaria*. Editorial Síntesis.
- Alcántara, J., Torres-Porras, J., Mora, M., Rubio, S. J., Arrebola, J. C., Rodríguez, L. (2019). ¿Son los huertos escolares en educación infantil una realidad o una innovación educativa? Estudio de centros escolares de la ciudad de Córdoba (España) y propuestas de cambio desde la Universidad. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 36, 79-96.
- Barrón Ruiz, A. y Muñoz Rodríguez, J. M. (2015). Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. *Foro de educación*, 13(19), 213-239.
- Castonguay, G. y Jutras, S. (2009). Children's appreciation of outdoor places in a poor neighbourhood. *Journal of Environmental Psychology*, 29, 102-109.
- Ceballos, M. (2017). Aprovechamiento didáctico de los huertos escolares en centros de Sevilla. *Enseñanza de las ciencias*, núm. Extra-2017, 787-792.
- Chawla, L. y Cushing D. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13, 437-452.
- Escutia, M. (2009). *El huerto escolar ecológico*. Graó.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Towards an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 169-182.
- Keniger, L. E., Gaston, K. J., Irvine, K. N., Fuller, R. A. (2013). What are the benefits of interacting with nature?. *International journal of environmental research and public health*, 10(3), 913-935.
- Kellert, S. R. y Wilson, E. O. (1993). *The biophilia hypothesis*. Island Press.
- Mérida Serrano, R., Torres-Porras, J., Alcántara Manzanares, J. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil. Un enfoque práctico*. Editorial Síntesis.
- Morrison, C. A., Auniņš, A., Benkó, Z., Brotons, L., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., ... & Butler, S. J. (2021). Bird population declines and species turnover are changing the acoustic properties of spring soundscapes. *Nature Communications*, 12(1), 1-12.
- MTERD y MEFEP (2021). *Plan de Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad 2021-2025*.
- ONU, A. G. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.
- Ratcliffe, M. M., Merrigan, K. A., Rogers, B. L., Goldberg, J. P. (2011). The effects of school garden experiences on middle school-aged students' knowledge, attitudes, and behaviors associated with vegetable consumption. *Health Promotion Practice*, 12, 36-43.
- Soga, M. y Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: The loss of human-nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 94-101
- Torres-Porras, J. (2017). Acercamiento a la naturaleza y a los seres vivos. En Mérida Serrano, R., Torres-Porras, J., Alcántara Manzanares, J. (Eds), *Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil*. (pp. 131-157). Editorial Síntesis.
- Torres-Porras, J. (2020). Acercar la naturaleza al aula o salir a buscarla, una nueva necesidad. *Cuadernos de Pedagogía*, 506, 10-12.

- Torres-Porras, J. y Alcántara-Manzanares, J. (2021). Are plants living beings? Biases in the interpretation of landscape features by pre-service teachers. *Journal of Biological Education*, 55(2), 128-138.
- Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J. C., Rubio, S. J., Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(1), 258-270.
- Torres-Porras, J. y Briones-Fernández, C. (2019). Investigando la diversidad animal del colegio en educación infantil. En Marín Marín, J. A., Gómez García, G., Ramos Navas-Parejo, M., Campos Soto, M. N. (Eds.), *Inclusión, Tecnología y Sociedad* (pp. 506-515). Editorial DYKINSON.
- Wells, N. M. (2000). At home with nature: The effects of nearby nature on children's cognitive functioning. *Environment and Behaviour*, 32, 775-795.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia: the human bond with other species*. Cambridge: Harvard University Press.

Secundaria en tiempos de “cólera”

Consuelo Moya Riveros^{1,2}, Noemí Ríos Quintero¹, Patricio Cartes Lara^{1,3}, Luciano Flores Vargas¹

¹ Laboratorio Grecia-UC. cvmoya@uc.cl, noemipriosq@uc.cl, luciano.flores@uc.cl, Patricio.cartes@uc.cl.

² Deutsche Schule Frutillar Laboratorio Grecia-UC.

³ Colegio virtual de Chile.

RESUMEN: La actual pandemia producto del COVID-19 ha traído consigo estudiantes con vivencias muy diferentes a las conocidas hasta ahora, con altos niveles de ausentismo escolar debido a la virtualidad de las clases y un considerable individualismo. Nace entonces el siguiente documento, que busca promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes de secundaria, utilizando para ello, la explicación de la Naturaleza de las Ciencias (NOS) en modalidad de trabajo ABP (aprendizaje basado en problemas). Se busca lograr con esta propuesta, en un periodo acotado de tiempo, el aumento en la disposición a trabajar en equipo del estudiantado.

PALABRAS CLAVE: Explicación, NOS, Reinserción

ABSTRACT: The current pandemic resulting from COVID-19 has brought with it students with very different experiences from those known until now, with high levels of school absenteeism due to the virtuality of classes and considerable individualism. The following document was born, which seeks to promote collaborative work among high school students, using for this, the explanation of the Nature of Science in PBL (problem-based learning) work mode. The aim is to achieve, in a short period of time, the reinsertion of all those who were affected by the pandemic, activating through teamwork all possible support networks.

KEYWORDS: Explanation, NOS, Reinsertio

INTRODUCCIÓN

La escuela como una dimensión formal dentro del aprendizaje del estudiantado se ha visto totalmente influenciada por la aplicación del currículum, que, a su vez, es la traducción escolar de las políticas educativas y sociales imperantes en nuestro país, que pregonan, según Pozo (2020), un individualismo sistemático y categórico.

En el contexto actual de pandemia, esta singularidad del sistema educativo se ha visto intensificada por los dos años de encierro, provocando que los y las estudiantes generen una muy baja disposición al estudio en general. Dadas las consideraciones anteriores, este trabajo busca exponer una propuesta didáctica que haga frente a la desmotivación de los estudiantes secundarios para lograr un aprendizaje significativo, con un diseño tal que promueva la colaboración, argumentación y el trabajo en equipo.

MARCO TEÓRICO

Las Ciencias, según Cuellar, Quintanilla y Marzábal (2012), suelen enseñarse en las aulas chilenas como un producto, dejando de lado el proceso que cada científico vivió para llegar a aquellos resultados, omitiendo ‘circuitos virtuosos’ de producción del conocimiento. Así mismo, existen factores externos que moldean la personalidad del estudiantado y que pueden repercutir en la motivación y disposición hacia la clase de ciencias, tal como señala Pozo (2020), quien afirma que tanto la cultura educativa como las prácticas sociales tienden a fomentar el individualismo, en el marco de una cultura taylorista basada en la división social del trabajo. Esta individualidad que destaca el autor se ha intensificado en los últimos dos años producto del confinamiento ocasionado por la pandemia, generando una baja disposición al trabajo en equipo o inclusive al entorpecimiento de este en el aula, generando menos aportes colaborativos.

El MINEDUC (2021), señaló que, en la actual pandemia, existió un gran número de estudiantes que ingresaron a sus establecimientos como alumnos nuevos desde el 2019, lo que generó una desconexión de estos con sus pares y sus docentes. Esto provocó altos niveles de deserción escolar en jóvenes y niños de entre 5 y 21 años. Por lo que hasta el 2020, ya existían más de 186 mil jóvenes que abandonaron el sistema escolar, a lo que se sumaron 39.498 niños que no fueron matriculados en 2021. Strand (2014), concluye que las principales razones que dan los jóvenes a su ausencia se relacionan a factores asociados al ambiente escolar, como la falta de relaciones sociales con sus pares y profesores, no entender las instrucciones del profesor, no tener amigos, tener conflictos en el colegio o aburrirse en clases.

Los factores trabajados hasta este punto han generado estudiantes con sentimientos negativos hacia la clase de ciencia, desconectados de sus pares y con alto riesgo de sufrir ausentismo escolar. Por lo mismo, es que se vuelve necesario el diseño e implementación de una unidad didáctica que promueva la motivación en el aula de clases en relación con el trabajo colaborativo y para ello, se propone trabajar con bases en la naturaleza de las ciencias (NOS), mediante instancias educativas motivadoras y diferentes a las empleadas actualmente y que genere interacción entre los miembros de un mismo curso, que víctimas de la actual pandemia, no han tenido la oportunidad de conocerse y socializar.

Se decide trabajar con la NOS, pues como menciona Adúriz-Bravo (2005, 2008) en Quintanilla (2014), esta es un conjunto de contenidos meta científicos (principalmente provenientes de la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia), ecléctica y pragmáticamente seleccionados y fuertemente transpuestos, con el fin de que tengan valor para una educación científica de calidad para todos y todas. Por ende, genera clases de ciencias diferentes a las conocidas, donde se desarrolla tal como señala Izquierdo (2000) en Quintanilla (2014), una genuina actividad científica escolar que pone en marcha diferentes procesos cognitivos y lingüísticos, así como competencias del pensamiento científico de orden superior y que son parte de la investigación científica, como la explicación y la argumentación; el uso de las analogías y metáforas; los razonamientos (deductivos, inductivos, abductivos, etc.); la generación y la puesta a prueba de hipótesis; la recuperación, el tratamiento y la presentación de información científica; la modelización; la narrativa (cf. Adúriz-Bravo, 2005, 2007 en Quintanilla, 2014).

ACTIVIDAD DIDÁCTICA PARA ENSEÑAR LA NATURALEZA DE LAS CIENCIAS: EDUCACIÓN EN TIEMPOS DE “CÓLERA”

Para incentivar el interés en la actividad, se toma como punto de partida, un tema acorde a la asignatura y unidad, pero abordada desde una arista desconocida por el currículum chileno. El foco de esta secuencia didáctica en particular corresponde a la unidad de ciclos biogeoquímicos del curso de Química Electiva de III y IV medio que se desarrolla en formato online. Por lo mismo, es que se decide abrir este tema hablando sobre el ciclo del agua y partir la secuencia, focalizando la unidad en la potabilización del agua y su importancia para la salud humana. Así, se inicia el relato con la cultura Griega y Romana, pasando por los diferentes avances hasta llegar al S.XIX, donde ocurre la segunda epidemia del cólera, pero solo entregando el contexto histórico de esta para envolver al estudiante y hacerlo parte de la historia.

Una vez posicionado al alumno en el contexto histórico, se separa a los estudiantes en equipos de 3 o 4 personas y se le presentan diferentes relatos (de elaboración propia) sencillos y de fácil comprensión que narran los síntomas y creencias de la época sobre la enfermedad, pero sin mencionar a qué enfermedad corresponden, tal como se puede observar a continuación en la figura 1:

A principios de septiembre de 1854, un pequeño sector de Londres llamado Golden Square fue escenario de un brote epidémico de inusual intensidad, costando la vida a cerca de 500 personas en tan sólo 10 días



Figura 1. Presentación de narraciones a analizar

Una vez leídos los relatos, se les pide a los equipos que respondan una serie de preguntas donde se busca que estos den respuestas en base a la creatividad y conocimientos previos del equipo, basándose en los principios del aprendizaje de Naturaleza de las Ciencias (NOS). Se proponen cuatro preguntas: ¿Qué información les entregan los relatos? ¿Tienen algo en común?, ¿Podrían plantear una posible causa de lo que ocurre en los relatos?, ¿Cómo comprobaría esa posible causa? y, por último, explíquenles a las familias de los protagonistas del relato la o las causas de sus síntomas. De estas preguntas, se destaca la importancia de la última instrucción, donde se busca que el equipo discuta y argumente para consensuar una explicación que debe socializar con el resto de los equipos del curso, para generar una nueva discusión.

Una vez realizada la discusión a nivel curso, se presenta a los estudiantes las explicaciones que plantearon los científicos de la época al vivir el brote de cólera, tanto aquellas que eran erradas como acertadas y se analizó qué factores históricos pudieron haber motivado dichas respuestas. Posterior a ello, se presenta un nuevo set de preguntas: ¿Nuestra explicación presenta similitudes con algunas teorías presentadas?, ¿Agregarían algo a su

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

respuesta, luego de conocer esta información?, ¿Creen que sus experiencias y conocimientos afectaron de algún modo su explicación? y ¿La experiencia recién vivida se asemeja a la de los científicos? La finalidad de este nuevo set es que el equipo analice sus respuestas y las compare con las de otros equipos, intencionando la colaboración y el trabajo en equipo, pero, sobre todo, la reflexión de que el conocimiento científico está cargado de creencias personales.

Una vez finalizado el estudio de caso, se presenta a los alumnos la biografía de John Snow, científico importante para la prevención del cólera, así como un cierre de la actividad que involucra parámetros emocionales, los cuales los alumnos podían expresar oralmente por medio de preguntas dirigidas como: ¿Cómo te sentiste luego de la actividad? o ¿Te sentiste identificado por las vivencias de los científicos de la época? Estas preguntas, permitían al estudiante identificarse como un científico más, resaltando que no solo requerían de otros para lograr soluciones, sino que, al igual que los antiguos científicos, trabajaron con el conocimiento disponible, dando pie a la creatividad y el azar.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Antes de comenzar con la unidad didáctica, se aplicó a los estudiantes un Test de Likert que trataba temas como sistema educacional, motivación respecto a la clase de química, utilidad de la asignatura y la disposición a trabajar en equipo, y un KPSI con foco en naturaleza de las ciencias con cinco enunciados: Los y las científicas son personas superdotadas y que solo dedican su vida a la ciencia, los y las científicas trabajan solos sin el aporte de otras personas, los aportes de la ciencia ocurren como una respuesta a sucesos históricos, los y las científicas trabajan en base a métodos sistemáticamente rigurosos en los que tiene poca cabida la creatividad y el azar y el conocimiento científico es verdadero, confiable e incuestionable.

Del Test de Likert implementado, se destaca la importancia de la pregunta centrada en la disposición al trabajo en equipo. En la figura 2, se aprecia al lado izquierdo, la disposición de los alumnos a trabajar en equipo antes de realizar la secuencia didáctica y al lado derecho, comentarios representativos de los estudiantes luego de realizar la secuencia.

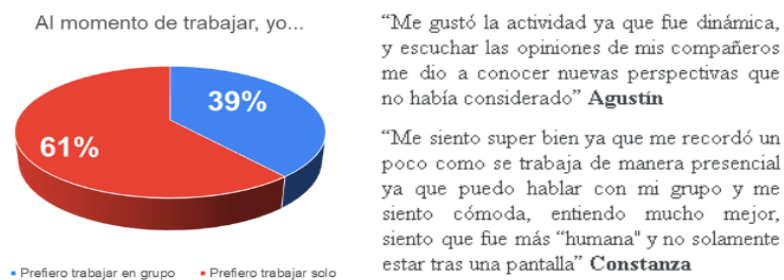


Figura 2. Disposición hacia el trabajo en equipo antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica

Es posible también, destacar las emociones de los estudiantes, donde señalan principalmente que el desarrollo de esta actividad, potenciaron en gran manera la motivación hacia el trabajo en equipo, tras el reconocimiento de este en la ciencia y que

la actividad les permitió al mismo tiempo, conectar con sus compañeros a pesar de estar a través de una pantalla.

Del KPSI aplicado, se destaca la importancia de las preguntas 2 y 3 centradas en el trabajo colaborativo en la ciencia y en el conocimiento como respuesta a hechos históricos, estos, son presentados en la figura 3, donde el lado izquierdo corresponde a las respuestas del KPSI antes de la aplicación de la secuencia y el lado derecho al después.



Figura 3. Creencias sobre las Ciencias antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica.

Las preguntas 2 y 3 del KPSI reflejan una transformación en el ideario común de los jóvenes respecto a la práctica científica. Estas preguntas, aluden a una concepción de las ciencias como un acto social, cuya naturaleza es a menudo ignorada por los estudiantes. Respecto a la pregunta 2, se puede observar que antes de la implementación de la actividad, los estudiantes sostenían estar de acuerdo y totalmente de acuerdo con el hecho de que los y las científicas trabajan solos sin el aporte de otras personas, alcanzando un 47% entre ambas alternativas. Pero tras la implementación de la actividad, se aprecia un claro cambio en las respuestas de los estudiantes que se inclinan por las opciones en desacuerdo y en total desacuerdo, alcanzando un 90% del total de las respuestas entre ambas alternativas.

En el caso de la pregunta 3 que menciona Los aportes de la ciencia ocurren como una respuesta a los sucesos históricos se observa que antes de la implementación de la actividad, los estudiantes en desacuerdo y en total desacuerdo alcanzan el 29%, frente a un 57% de estudiantes que se muestran de acuerdo y en total acuerdo. Después de la actividad se observa que el número de estudiantes que escogieron la opción acuerdo y en total acuerdo subió hasta un 95% de respuestas, frente a un 5% de estudiantes que respondieron no lo sé.

Las respuestas de los estudiantes, posterior a la implementación de la secuencia, revelan una inclinación por actividades enmarcadas en el trabajo en equipo. En sus respuestas los estudiantes aluden que la participación en esta actividad causó en ellos emociones

positivas, en las que dejan en evidencia su comodidad y motivación por el trabajo en equipo, y rememoran la presencialidad como un acto más humano que los acerca a un aprendizaje mucho más elevado en comparación con la estructura educativa online propuesta en la mayoría de los colegios de Chile.

REFLEXIONES FINALES

Una actividad enmarcada en un contexto que busca situar al estudiante dentro del proceso cognitivo y deductivo propio de la actividad científica necesita de unas directrices didácticas que aporten no solo al trabajo en el aula para los estudiantes, sino que debe haber un diseño claro que permita el desarrollo y la aplicación de habilidades cognitivas-lingüísticas como el debatir y explicar, y que en su conjunto desemboquen en factores claves para el conocimiento, y por ende para el aprendizaje de las ciencias.

Es importante señalar que las ciencias de nivel escolar requieren de un foco especial que otorgue la oportunidad a los y las estudiantes de maximizar y poner en práctica las habilidades y aptitudes propias de cada uno, por lo que la contextualización y problematización de los contenidos y ejes temáticos de las ciencias, se vuelve un pilar fundamental del conocimiento, volviendo a la Naturaleza de las Ciencias una temática obligatoria, constante y necesaria en el currículum de ciencias.

Es necesario recordar el foco emocional de la educación, donde esta secuencia didáctica, ha demostrado ser un buen punto de partida para trabajar las conexiones y vinculaciones sociales entre los estudiantes, aumentando la motivación y disposición respecto al trabajo en equipo, permitiendo que los alumnos integrados durante y posterior a la pandemia del COVID 19, puedan establecer relaciones con sus pares y con ello, disminuir el riesgo de ausentismo en las aulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuellar L., Quintanilla M., Marzábal A. (2012). *The Importance of the History of Chemistry in School Education*. Analysis of pre-service Teacher's conceptions and Development of Teaching Materials. *Education*, 2(7): 247-254.
- MINEDUC (2021). *Mineduc entrega detalles de cifras de deserción escolar 2021*. Recuperado de: <https://www.mineduc.cl/mineduc-entrega-detalles-de-cifras-de-desercion-escolar-2021/>
- Pozo, J.I. (2020) Aprender ciencias es reconstruir las ideas personales a través del diálogo con otras personas y otros conocimientos. *Enseñando ciencia con ciencia*. FECYT y Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Quintanilla, M. (2014). *Las Competencias de Pensamiento Científico desde las "emociones, sonidos y voces" del aula*. Santiago: Editorial Bellaterra Ltda.
- Strand, A. (2014). School — no thanks — it ain't my thing: accounts for truancy. Students' perspectives on their truancy and school lives. *International Journal of Adolescence and Youth, United Kingdom*, 19(2) p. 262-277. <https://doi.org/10.1080/02673843.2012.743920>

LÍNEA 2. EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA

Simpósios

LÍNEA 2. EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA

Simposio

EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN TIEMPOS DE PANDEMIA EN LAS AULAS UNIVERSITARIAS DE CIENCIAS

Gabriela Lorenzo

(Coord.)

En este simposio, convergen investigaciones sobre diferentes experiencias, escenarios, estrategias y recursos sobre la enseñanza de las ciencias experimentales en tiempos de pandemia. La imposibilidad de asistir a los laboratorios obligó a los docentes de ciencias a replantear sus clases recurriendo a diversas alternativas mayoritariamente mediadas por las tecnologías.

El primer trabajo, *El conocimiento didáctico del contenido de las actividades experimentales en pandemia*, analiza las reflexiones de los docentes universitarios sobre la adaptación de la enseñanza experimental en contextos de aislamiento. Se analizaron 122 respuestas a cuatro preguntas de respuesta abierta aportadas por docentes de cuatro universidades argentinas, que comparan la enseñanza presencial con la virtual. Se evidenció una mayor reflexión sobre la enseñanza presencial a partir de la experiencia recogida durante la enseñanza virtual. En este sentido, ¿cuáles han sido las estrategias y recursos que emplearon los docentes para hacer frente a la enseñanza de asignaturas con una alta carga de actividad experimental?

En los siguientes tres trabajos se presentan experiencias innovadoras implementadas en distintos centros universitarios de carreras de corte científico tecnológico de Latinoamérica durante el período de enseñanza remota de emergencia debido a la pandemia de COVID-19. En ese contexto, las herramientas tecnológicas jugaron un rol fundamental tanto como mediadoras imprescindibles de las prácticas educativas como protagonistas centrales en las propuestas de laboratorios remotos.

Precisamente, el segundo trabajo, *Promoción de la experimentación remota en países de Latinoamérica*, evalúa los resultados iniciales de un proyecto que considera a los Laboratorios Remotos (LR) y los diseños de nuevas secuencias de enseñanza aprendizaje como una estrategia que favorece el aprendizaje de procedimientos tanto intelectuales como sensomotores. La propuesta se enmarca en el Programa SciLabs, integrado por equipos de Argentina, Uruguay y Costa Rica. Define LR como un conjunto de tecnologías que permite la realización de actividades experimentales reales a la par que promueve el diseño de materiales educativos abiertos. En la línea del modelo del Laboratorio Extendido, el tercer trabajo, *Estrategias de enseñanza de la fisicoquímica en pandemia*, se enfoca en las explicaciones docentes y el uso de las experiencias imaginadas para temas complejos durante clases on-line. Se presenta un estudio de caso de tipo descriptivo con enfoque cualitativo. Por último, el cuarto trabajo, *Análisis de las actividades propuestas en un material didáctico de un primer curso universitario de química*, corresponde a un análisis documental de una Guía de Ejercicios atendiendo a la propuesta de actividades diseñada durante la enseñanza remota de emergencia para Química General. Se analizan el lenguaje químico, la redacción de las consignas y los recursos discursivos, los contenidos disciplinares y los niveles representaciones de la química.

En síntesis, el simposio aporta elementos útiles para la reflexión colectiva acerca de las experiencias recogidas los últimos dos años en vistas a repensar el porvenir de la enseñanza de las ciencias experimentales.

El conocimiento didáctico del contenido de las actividades experimentales en pandemia

Andrea S. Farré¹, M. Gabriela Lorenzo².

¹ Universidad Nacional de Río Negro. Sede Andina. Argentina. asfarre@unrn.edu.ar

² Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. glorenzo@ffyb.uba.ar

RESUMEN: La pandemia obligó al colectivo docente a adaptar sus propuestas de enseñanza. En el caso de las actividades experimentales surge la pregunta acerca de si esta situación implicó además, un cambio en su conocimiento didáctico del contenido. Para responder este interrogante se diseñó y aplicó un cuestionario de respuesta abierta a 122 docentes de ciencias naturales de diferentes universidades argentinas. Se encontró que el conocimiento didáctico adquirió suma importancia en este nuevo contexto y en su capacidad para adaptar las propuestas en escenarios de enseñanza remota.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento Didáctico del Contenido, Actividades experimentales, Enseñanza Universitaria, Enseñanza Remota, Reflexión docente.

ABSTRACT: Pandemic forced teachers to adapt their teaching proposals. In the case of experimental activities, a question arises about if this situation implies a change on their pedagogical content knowledge. To inquiry this problem an open-answer questionnaire was designed. It was applied to 122 natural science university teachers from several Argentine universities. The results showed that the pedagogical knowledge acquired some great importance in this context, as well as the ability of teachers to adapt their proposals to the emergency remote teaching settings.

KEYWORDS: Pedagogical Content Knowledge, Experimental activities, University Teaching, Remote Teaching, Teachers' Reflection.

INTRODUCCIÓN

La pandemia implicó un gran cambio de escenarios y contextos en donde se desarrollaba la enseñanza, afectando en forma muy importante a las prácticas docentes de todo tipo. Particularmente, para los docentes del área de las ciencias naturales el desafío fue dar respuestas a pesar de no poder transitar los laboratorios. Así, los cambios imprevistos demandaron, trascender las prácticas rutinarias y reformularlas reflexionando utilitaria o críticamente.

La reflexión crítica que realiza cada docente, en y sobre la acción es la causante del cambio en su conocimiento didáctico del contenido (CDC) (Hume et al., 2019). En el mismo sentido, el contexto o escenario funciona como un amplificador y/o filtro que a la vez que informa al CDC también modifica sus acciones. Cabría preguntarse entonces, si las reflexiones que realizaron los docentes para adaptar la enseñanza experimental a los contextos de aislamiento, han sido realmente críticas. Sobre todo, en el caso de la enseñanza universitaria de carreras científico-tecnológicas con una alta carga de trabajo experimental y con docentes con poca o ninguna formación didáctico/pedagógica. Es decir que como consecuencia de un cambio en el contexto de magnitud tan importante como el debido a la pandemia, los docentes tuvieron que ir más allá de las regularidades y tradiciones de su práctica para revisar sus conocimientos. En este sentido, el objetivo

de este trabajo es presentar los primeros resultados sobre la documentación de los cambios del CDC de docentes universitarios en cuanto a las actividades experimentales ocurridos durante la enseñanza remota de emergencia.

ANTECEDENTES

El CDC es un programa de investigación que comenzó hacia fines de la década del 80 (Shulman, 1986) y busca desde sus inicios indagar sobre el conocimiento específico que tiene el profesorado para ejercer su profesión y al mismo tiempo, modelar la cognición docente. Como modelo de cognición, quizás la última reformulación haya sido la realizada por Hume et. al, (2019), quienes presentaron un modelo refinado y consensuado sobre el CDC. En este modelo, ya no se habla de CDC en general, sino que se definen distintos tipos de CDC. Por ejemplo, cada docente en el momento de planificar o dar clases utiliza parte de su CDC personal (CDCp) y lo pone en uso o en acción (CDCe). A su vez, el CDCp es moldeado por el contexto de actuación. Mayormente las investigaciones se han centrado en evidenciar el CDC de un grupo determinado de docentes de diferente formación o experiencia y en distintos contextos, sobre un determinado contenido, tema o disciplina. Es decir, se ha documentado lo que se conoce ahora como CDC colectivo (CDCc). Este CDCc se fundamenta o basa en conocimientos de la asignatura, didáctico/pedagógicos, sobre los estudiantes, curriculares y sobre la evaluación.

A su vez, la documentación del CDCc también sirve como fuente de información para la formación docente y por lo tanto, para que cada docente vaya construyendo de manera individual su propio CDCp. Así se ha señalado (Wei et. al, 2019) que los profesores de escuela secundaria reconocen como una fuente de conocimientos a la formación docente, aunque la propia experiencia sea considerada la más importante.

En el caso de las actividades experimentales, y especialmente para el nivel universitario, la construcción del CDCp resulta ser mayoritariamente del tipo artesanal/tutorial (Bond-Robinson, 2005). Se lo ha caracterizado de esta manera porque la formación docente en la universidad se constituye a partir de la socialización dentro de un grupo de la cátedra o departamento.

Existen escasos trabajos que documenten el CDCc correspondiente a las actividades experimentales previos a la pandemia. Entre ellos, Bond-Robinson (2005) lo hace para el caso de la química donde se documentan los distintos tipos de conocimientos requeridos en el momento de la enseñanza y que serían los que se ponen en juego en la mente del docente al diseñar las actividades experimentales. Entre estos conocimientos se describen:

- a) Conocimientos ligados a la interacción y tutorización de los y las estudiantes,
- b) Conocimientos procedimentales de tipo intelectuales o sensoriomotores y
- c) Conocimientos conceptuales ya sea para explicar al estudiantado el sentido de lo que están haciendo, o para guiarlos en su razonamiento y que desarrollen confianza en sus razonamientos.

En nuestro contexto, Sánchez et al. (2016) observaron que el CDCc de docentes universitarios de Química Inorgánica sobre el trabajo experimental comprendía la enseñanza de técnicas, procedimientos y actitudes, conjuntamente con la justificación a través de cálculos matemáticos a partir de datos aportados por los modelos teóricos de referencia. Además, las actividades experimentales tendrían como principal objetivo el

aprendizaje de contenidos conceptuales tanto en la documentación del CDCc como en la del CDCe (Sánchez, et al., 2017).

Así, en la documentación del CDCc y CDCe se han evidenciado algunas de las recomendaciones realizadas por los didactas de la ciencia en las que se indica que las actividades experimentales no deberían implicar solamente la manipulación de instrumental de laboratorio, sino también la comprensión de lo que se realiza. Sin embargo, no existe evidencia de que los docentes tengan realmente en claro por qué se deberían elegir este escenario o estrategia didáctica por sobre otros. En este sentido, aprender en el laboratorio puede ser una forma en la que se promuevan la indagación, la metacognición y a la argumentación (Hofstein, 2017). Pero para esto debería aumentarse el grado de apertura de las actividades experimentales, algo que ha sido recomendado específicamente para la enseñanza en universidad (Lorenzo, 2020).

Durante el bienio 2020- 2021, el profesorado se vio forzado a cambiar sus estrategias de enseñanza por la interrupción de la presencialidad. Pero, tal como sostiene Maggio (2020, p. 116) para el caso de la enseñanza en las universidades argentinas “Se imitan en la virtualidad las características pedagógicas de la presencialidad.” Así la enseñanza implicó poner a disposición de los estudiantes una diversidad de materiales en diferentes formatos y múltiples lenguajes, en los campus virtuales de las instituciones, sumados a explicaciones sincrónicas mediadas por tecnologías. Según esta autora, los fenómenos que se sucedieron masivamente “Ninguno supone en sí mismo el rediseño de las propuestas clásicas. Por el contrario, podrían profundizar sus rasgos transmisivos, aplicativos y verificativos” (p. 119).

Quizás esto sucede porque los docentes universitarios logran interpretar, pero no representar, ni adaptar a la diversidad de estudiantes, el empleo de las tecnologías para la enseñanza (Bernatchez y Alexandre, 2021). De hecho, se ha documentado que una de las cosas que aprendieron los profesores a partir de este cambio abrupto fue sobre la heterogeneidad del estudiantado que asiste a las distintas instituciones educativas (Andrews y Green, 2021).

Pero ¿qué sucede cuándo es imposible imitar lo presencial en lo virtual como en el caso de las actividades realizadas en los laboratorios? ¿Qué deberían saber los docentes universitarios para poder interpretar, representar, concebir y adaptar las prácticas de la presencialidad a la virtualidad? ¿Cuáles son los objetivos de aprendizaje que persigue la enseñanza universitaria de la ciencia al realizar actividades experimentales presenciales y cómo se sostienen o cambian al ser adaptadas a la virtualidad? ¿Ha aprendido el colectivo docente a partir de esta situación o simplemente tuvo lugar una reflexión de tipo utilitaria para tratar de mantener las prácticas sin necesidad de rediseño y de una reflexión crítica? Estas preguntas y las voces de los docentes al responderlas son las que han guiado nuestra investigación.

METODOLOGÍA

Se diseñó un cuestionario que consistía en 4 preguntas de respuesta abierta (Tabla 1) para indagar distintos aspectos del CDCc y los cambios que se produjeron ante la imposibilidad de continuar las prácticas experimentales presenciales empleando los G-Forms. Se interrogó acerca del objetivo y en la estrategia didáctica *per sé*, por la importancia que se le da desde la bibliografía del área (Hofstein, 2017). El cuestionario se administró durante los años 2020 y 2021 a 122 docentes universitarios de distintas categorías y antigüedad, de carreras científico-tecnológicas de diferentes universidades

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

nacionales de Argentina (UBA-Buenos Aires, UNaM-Misiones, UNC-Córdoba y UNL-Santa Fe).

El conjunto de respuestas obtenidas se analizó y categorizó de forma independiente por las investigadoras autoras de este trabajo. En todos los casos se arribaron a consensos en cuanto a las categorías empleadas. El análisis de datos implicó una cuantificación inicial de las categorías que se informan como porcentajes para una descripción general de la muestra.

Tabla 1. Preguntas realizadas

Preguntas	Aspecto del CDC indagado
1. Desde tu punto de vista ¿qué necesita saber un docente para dictar trabajos prácticos experimentales?	Representaciones docentes sobre el conocimiento didáctico de las actividades experimentales
2. Desde tu punto de vista ¿qué debería saber un docente para dictar trabajos prácticos de manera virtual?	
3. ¿Qué se enseña en un trabajo práctico de tu asignatura en la modalidad presencial?	Conocimientos sobre el objetivo de enseñanza y los contenidos a enseñar
4. ¿Qué debería enseñarse en un trabajo práctico de tu asignatura en la modalidad virtual?	

RESULTADOS

Representaciones docentes sobre el conocimiento didáctico de las actividades experimentales

Al interrogar sobre los conocimientos docentes para la enseñanza de trabajos prácticos experimentales de manera presencial, la gran mayoría de las respuestas (76%) mostraron la relevancia otorgada por los docentes a los contenidos conceptuales de la asignatura para poder explicarlos y relacionarlos con los procedimientos. De manera similar se evidenció la importancia del conocimiento de los procedimientos a enseñar (73%). En mucha menor medida se mencionan otras cuestiones relacionadas con la planificación de la actividad, o el conocimiento de las dificultades más frecuentes que tienen los estudiantes (29%). Solamente en un caso se hace mención al conocimiento de algún tipo de tecnología.

En cambio, al incorporar a la pregunta el contexto de enseñanza virtual, el 63% de las respuestas hicieron referencia a la necesidad de que los docentes conozcan y manejen la tecnología. De manera similar, se destaca es la importancia dada en las respuestas a los conocimientos relacionados con la didáctica para planificar las actividades experimentales, teniendo más en cuenta al estudiantado y sus situaciones contextuales de aprendizaje (52%).

Por ejemplo, una docente del área de la Bioquímica responde a las dos situaciones planteadas de la siguiente manera:

En la presencialidad: “Debe conocer y estar preparado en el tema y contar con la experiencia de haberlo realizado en varias oportunidades, para conocer los puntos débiles de la actividad y aconsejar a los alumnos en el desarrollo de dicha tarea. En otras palabras, saber bien la teoría y su aplicación práctica.”

En la virtualidad: “Mas allá de estar preparado y conocer el tema, para mí debe haber presenciado, o realizado previamente las tareas a desarrollar en dicho trabajo. Debe contar con la

experiencia de haberlo hecho, antes de darlo a sus alumnos. Algo también muy importante, es que maneje las herramientas tecnológicas necesarias (videos, zoom, etc.) para desarrollarlo de la mejor manera posible.”.

El ejemplo muestra como la propia experiencia en el laboratorio es tenida en cuenta por la docente y cómo valora la repetición, en principio, como una buena estrategia para el aprendizaje personal, lo que luego le permitirá plantear su propia enseñanza.

Conocimientos sobre el objetivo y los contenidos de la enseñanza

Se observó que los docentes al responder sobre esta pregunta tanto para la enseñanza presencial como para la virtual acerca de las actividades experimentales, les resultó difícil realizar una abstracción respecto de los contenidos, capacidades y/o competencias que se pretenden enseñar. En ambos casos las respuestas se enfocaron en las actividades específicas. En lo presencial, se indicó principalmente que se enseñaban técnicas, destrezas y habilidades (82%) y en menor medida se planteó que el objetivo era enseñar contenidos conceptuales (38%). También, en casi un tercio de las respuestas (30%) se evidenció como propósito enseñar a concluir y a tomar decisiones a partir de los resultados obtenidos.

La mayoría de los profesores informan que pudieron adaptar y cambiar sus propuestas a la virtualidad. Solamente un 3% de las respuestas indicaron que no se puede enseñar lo que se enseña en lo presencial en lo virtual, mientras que, según el 22% de las respuestas puede enseñarse lo mismo, y el 11% considera que debería revisarse la selección de contenidos para enseñar en la virtualidad. Si bien en el 60% de las respuestas se puede evidenciar una práctica reproductiva de lo presencial, centrada en los conceptos, fundamentos de las técnicas y demostración de los procedimientos, casi la mitad (47%) de los participantes respondieron que se debería enseñar contenidos procedimentales relacionados con el uso activo del conocimiento (como por ejemplo la construcción de criterios, el análisis de datos y resultados reales, la resolución de problemas o casos, la búsqueda, lectura y análisis de trabajos científicos y el diseño de protocolos). Un bajo porcentaje (11%) señaló como posibilidad la adaptación de la enseñanza mediante el uso de simulaciones, y en algunos como en el modelado molecular, esto no difería de lo presencial. Por último, únicamente el 3% de las respuestas reflejaron la posibilidad del desarrollo de las técnicas a partir de actividades experimentales simples.

Estas tendencias pueden observarse en los comentarios de otra docente quien señalaba que en un trabajo práctico presencial

“...se enseñan distintas técnicas del laboratorio ..., como por ejemplo realización de microhematocrito, tinción de frotis, recuento de glóbulos blancos en cámara de Neubauer, entre otras. [...] Por otro lado se enseña cómo se interpretan los resultados de los frotis y demás datos del hemograma que ellos están viendo y cómo se traducen en la clínica del paciente”

Mientras que pensando en la modalidad virtual respondía:

“En general creo que lo mismo que se venía enseñando en la modalidad presencial ya que todo lo incluido en los mismos es importante para el desarrollo profesional [...] Tal vez sacaría algunas técnicas manuales mostrativas [...] Igualmente en la modalidad virtual hay que hacer hincapié en cómo se debería realizar por ejemplo la observación de frotis si estuviéramos sentados en un microscopio y no serían solo fotos aisladas.

CONCLUSIONES

Estos primeros resultados muestran que en el caso de las actividades experimentales, la pandemia ofreció una oportunidad para la reflexión sobre la enseñanza. Al mismo tiempo se pudo evidenciar la importancia que el colectivo docente le asigna a su propio conocimiento didáctico a la hora de concebir y adaptar su propuesta de enseñanza a la virtualidad.

Si bien también se detectaron traslaciones de lo presencial a lo virtual y algunas prácticas de tipo reproductivo, mayoritariamente los docentes optaron por promover algunas de las habilidades sugeridas en la bibliografía del área para la enseñanza en el laboratorio.

Aún es necesario profundizar en la multiplicidad de aspectos que han atravesado las prácticas de enseñanza a raíz de la pandemia para indagar aquellas experiencias que merezcan ser rescatadas pensando en futuros posibles de enseñanza híbrida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, T. y Green, K. (2021) Pandemic-Inspired Insights: What College Instructors Learned From Teaching When COVID-19 Began. *Journal of College Science Teaching*, 51(1), 42-48. Recuperado de: <https://www.nsta.org/journal-college-science-teaching/journal-college-science-teaching-septemberoctober-2021>
- Bernatchez, J. y Alexandre, M. (2021). De la transition « formation en présence – formation à distance » à l'université au temps de la COVID-19. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(1), 241-253. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-21>
- Bond-Robinson, J. (2005). Identifying pedagogical content knowledge (PCK) in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(2), 83-103. <https://doi.org/10.1039/B5RP90003D>
- Hofstein, A. (2017). The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning. En K. S. Taber y B. Akpan (Eds.), *Science Education. An International Course Companion* (pp. 357-368). Sense Publishers.
- Hume, A., Cooper, R. y Borowski, A. (Eds.) (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, (21), e0004. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>
- Loughran, J. Mulhall, P. y 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Conocimiento didáctico de profesores universitarios sobre los trabajos prácticos de Química Inorgánica. *Educación en la Química*, 22(2), 111-124.
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2017). Caracterización de la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds) *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias* (pp. 369-373). Educación Editora.
- Wei, B., Chen, S., & Chen, B. (2019). An Investigation of Sources of Science Teachers' Practical Knowledge of Teaching with Practical Work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(4), 723-738. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9886-y>

Promoción de la experimentación Remota en Países de Latinoamérica

Ignacio Julio Idoyaga¹, Gabriela Varela Beloso², Carlos Arguedas-Matarrita³.

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. CONICET. iidoyaga@ffyb.uba.ar.

² Consejo de Formación en Educación. dep.cienciasbiologicas@gmail.com.

³ Universidad Estatal a Distancia, Laboratorio de Experimentación Remota. carguedas@uned.ac.cr.

RESUMEN: Este trabajo presenta las características generales y los primeros resultados de un programa para el desarrollo de Laboratorios Remotos y Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje en curso de ciencias naturales en Argentina, Costa Rica y Uruguay. Se trata de una investigación basada en diseño que parte de la realización de un estudio exploratorio que incluye un cuestionario cerrado y un análisis estadístico para indagar las Actividades Experimentales realizadas antes y durante la pandemia de COVID-19. Los resultados muestran que los 448 profesores participantes disminuyeron la frecuencia de realización de estas actividades a pesar de considerarlas de importancia. Pudieron reconocerse estrategias para sostener la actividad experimental y áreas de vacancia para la experimentación remota. Como conclusión se plantea la adecuación del modo de trabajo y la necesidad de avanzar en la difusión del uso de Laboratorios Remotos en la región.

PALABRAS CLAVE: Experimentación Remota, Laboratorio Extendido, Investigación Basada en Diseño, Enseñanza Remota de Emergencia, Actividades Experimentales.

ABSTRACT: This paper presents the general characteristics and the first results of a program for the development of Remote Laboratories and Teaching and Learning Sequences in science courses in Argentina, Costa Rica and Uruguay. This is a design-based research that starts from the realization of an exploratory study that includes a closed questionnaire and a statistical analysis to investigate the Experimental Activities carried out before and during the COVID-19 pandemic. The results show that all 448 participating teachers decreased the frequency of performing these activities despite considering them important. There are strategies identified to sustain experimental activity and areas of vacancy for remote experimentation. As a conclusion, it is proposed the adequacy of the way of working and the need to advance in the dissemination of the use of Remote Laboratories in the region.

KEY WORDS: Remote Experimentation, Extended Laboratory, Design-Based Research, Emergency Remote Teaching, Experimental Activities.

INTRODUCCIÓN

La Enseñanza Remota de Emergencia (Hodges et al., 2020), articulada desde 2020 en todos los niveles del sistema educativo latinoamericano como respuesta a la crisis

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

sanitaria de COVID-19, revela que en las instituciones educativas persisten necesidades tecnológicas y de formación del profesorado.

La enseñanza de las ciencias naturales enfrenta desafíos particulares cuando la educación incorpora mediaciones digitales (Byers, 2002). El carácter eminentemente experimental de estas disciplinas debe ser especialmente considerado por los profesores en su planificación. En particular, las actividades experimentales (AE) son la estrategia de elección cuando se busca promover aprendizajes de procedimientos intelectuales y sensorio motores (Lorenzo, 2020) propios del quehacer experimental y del ejercicio profesional en titulaciones de ciencia y tecnología.

El trabajo en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, en diferentes plataformas, y con diferentes aplicaciones permite sostener la comunicación entre profesores y estudiantes y realizar múltiples actividades. Sin embargo, aún son pocas las estrategias que permiten encarar AE en entornos digitales. Metafóricamente, se logró extender el aula, pero persiste el desafío de extender el laboratorio. En esta línea, en 2020 se propone el modelo de Laboratorio Extendido (LE) como aproximación teórica a esta problemática (Idoyaga et al., 2020).

La conformación del programa SciLabs, que integra los esfuerzos de equipos de investigación radicados en la Universidad de Buenos Aires, en Argentina, en el Consejo de Formación en Educación, en Uruguay, y en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, responde a la necesidad de encontrar alternativas para sostener la enseñanza experimental en entornos digitales en Latinoamérica. Este programa de investigación y desarrollo, que propone el trabajo en el marco del modelo del LE, busca diseñar Laboratorios Remotos (LR) y secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) que los incluyan.

El propósito de este trabajo es discutir las características y presentar los primeros resultados de la etapa de diagnóstico del programa SciLabs.

El modelo del Laboratorio Extendido

El modelo propone el uso sistemático y sinérgico de distintas estrategias y dispositivos para la realización de actividades experimentales. Se trata de un conjunto de principios de diseño de la enseñanza que buscan el establecimiento de un híbrido experimental para recuperar la AE en la educación que incorpora mediciones digitales. De manera no excluyente, el trabajo en la lógica de laboratorio extendido, puede incluir la realización de actividades experimentales simples, el uso de teléfonos inteligentes como instrumentos de medición, simulaciones, laboratorios virtuales y LR. Estos últimos resultan centrales y estructurantes de las propuestas de enseñanza en este modelo.

Un LR es un conjunto de tecnologías software y hardware que permite a estudiantes y a docentes realizar actividades experimentales reales de alto nivel de sofisticación a distancia. El instrumental se opera desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de una interfaz gráfica de usuario (Royo, 2018) permitiendo el tratamiento analítico del dato empírico (Arguedas-Matarrita et al., 2019). De este modo, el uso educativo de los laboratorios remotos encierra la promesa de aumentar la autonomía y los grados de libertad de los estudiantes frente a las prácticas de laboratorio, permitiendo la autorregulación de los aprendizajes. Así mismo, posibilita a los docentes la personalización de la AE para atender las necesidades educativas de distintos perfiles de estudiantes.

El uso de LR en educación media y superior, particularmente en física e ingenierías, reporta resultados alentadores (Arias y Arguedas-Matarrita, 2020). Favorecen la creatividad e iniciativa de los estudiantes y muchas competencias objeto de la educación. Sin embargo, su difusión en América Latina y la formación del profesorado para su uso en propuestas de enseñanza resulta aún escasa. En consecuencia, es necesario avanzar en la concreción de programas y proyectos que permitan promover la experimentación remota en la región como estrategia de recuperación de la AE ante los futuros escenarios educativos híbridos (Lugo y Loiácono, 2020).

METODOLOGÍA

El modo de trabajo del programa SciLabs, tendiente al desarrollo de LR, a su instalación en Latinoamérica y a la generación de SEA adecuadas al contexto y publicadas como Recursos Educativos Abiertos, corresponde a una investigación basada en diseño (de Benito y Salinas, 2016). Incluye la cooperación entre docentes responsables de cursos e investigadores para identificar necesidades educativas relevantes en el contexto de la pesquisa y proponer soluciones originales fundadas en resultados de investigación. La propuesta de trabajo implica la realización de ciclos iterativos de implementación, análisis retrospectivo y refinamiento de los LR y de las SEA y el uso pragmático y riguroso de metodologías propias de los enfoques cualitativo y cuantitativo para analizar datos provenientes de distintas fuentes.

Las acciones planificadas en el programa incluyeron, como parte del diagnóstico inicial, un estudio exploratorio sobre la realización de AE antes y durante la ERE. Inicialmente, se realizaron seis entrevistas a informantes clave: profesores de física, química y biología que se desempeñaban en nivel medio y superior en Argentina, Costa Rica y Uruguay. Se recurrió al análisis del contenido y a la teoría fundamentada para la generación de diferentes categorías de estudio. Seguidamente, se generaron preguntas para el diseño de un instrumento de recolección de datos, un cuestionario, que pudiera aplicarse a una gran cantidad de profesores. La validación de dicho instrumento se realizó mediante ronda de expertos. Finalmente, el cuestionario fue aplicado de manera remota a profesores que participaron en la jornada de presentación del programa SciLabs.

El cuestionario para el estudio de las AE realizadas antes y durante la pandemia se centró en reconocer la frecuencia (nuca, pocas veces, muchas veces, siempre) en la que los participantes proponían AE en sus prácticas educativas y la importancia que le asignaban a las mismas (ninguna importancia, poca importancia, alguna importancia; mucha importancia). Además, se consultó a los docentes sobre la naturaleza de las AE propuestas durante la pandemia (actividades caseras, uso de teléfonos inteligentes, simuladores, etc) y sobre áreas de interés para el desarrollo de LR.

El análisis de datos recurrió a la estadística descriptiva e inferencias. Se calcularon las frecuencias absolutas y relativas y se construyeron tablas de contingencia. En todos los casos se utilizó el software SPSS-26.

RESULTADOS

Un total de 448 participantes completaron el instrumento, registrándose una distribución por país de un 58.7% (n=263) para Argentina, un 35.3% (n=158) para Uruguay, un 4,5% (n=20) para países que no participan en el programa y un 1.6% para Costa Rica (n=7). En relación con el área disciplinar en la que se desempeñan, se obtuvo que cerca del 80% de los participantes trabajan en biología y química. Con respecto al nivel educativo se

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

encontró que el 51.8% (n=232) trabajan en el nivel medio, el 27.7% (n=124) en el nivel universitario y el 20.5% (n=92) en institutos de formación docente no universitarios.

Con respecto a la realización de AE antes y durante la Pandemia se encontró que estas actividades se desarrollan con poca frecuencia durante la Pandemia (ver Tabla 1). La disminución de la frecuencia de AE en la pandemia pone de manifiesto la necesidad de programas y proyectos que brindan alternativas al profesorado para sostener la enseñanza con AE en entornos digitales o híbridos.

Tabla 1. Tabla de contingencia (frecuencias absolutas) sobre la realización de actividades experimentales antes y durante la Pandemia.

		¿Con qué frecuencia se realizaban actividades experimentales en tus clases antes de la pandemia?				Total
		MV	N	PV	S	
¿Con qué frecuencia se realizan actividades experimentales en tus clases durante la pandemia de COVID-19?	MV	54	0	8	22	84
	N	23	8	30	17	78
	PV	137	2	81	47	267
	S	3	0	0	16	19
Total		217	10	119	102	448

MV: Muchas veces; N: Nunca; PV: Pocas veces; S: Siempre.

Otro aspecto relevante en este diagnóstico es el establecimiento la importancia que los participantes les atribuyen a las actividades experimentales, se encontró que a pesar de que se realizan con menos frecuencia durante la pandemia que antes de la pandemia, son siempre actividades consideradas de mucha importancia en la enseñanza de las ciencias (ver Tabla 2). Esto pone de manifiesto que estas actividades son ampliamente consideradas por el profesorado y remarca la imposibilidad del para sostener este tipo de actividades en la enseñanza remota y la necesidad de trabajar para encontrar soluciones creativas.

Tabla 2. Tabla de contingencia (frecuencias absolutas) sobre la importancia de actividades experimentales antes y durante la Pandemia.

		¿Qué importancia/valor le asignas a las actividades experimentales que realizabas en tu curso antes de la pandemia?				Total
		AP	MI	NI	PI	
¿Qué importancia/valor le asignás a las actividades experimentales que realizás en tu curso durante la pandemia de COVID-19?	AP	30	80	1	1	112
	MI	14	286	1	2	303
	NI	1	4	3	0	8
	PI	9	11	1	4	25
Total		54	381	6	7	448

AP: Alguna importancia; MI: Mucha importancia; NI: Ninguna importancia; PI: Poca importancia.

En relación con las actividades experimentales que se realizan en los cursos durante la pandemia, se obtuvieron con mayor frecuencia la realización de actividades experimentales mediante el uso instrumentos e insumos domésticos (f=239), utilizando videos grabados o en una videoconferencia sincrónica (f=228), mediante el uso de un

simulador (f=187), por medio de programas de análisis de videos (f=153), utilizando un laboratorio virtual (f=102), mediante el uso de un teléfono móvil (f=95). Muchos de estos elementos coinciden con los que están presentes en el modelo del Laboratorio Extendido.

Con respecto a la identificación de áreas de vacancia para el desarrollo de LR, pudieron identificarse algunas temáticas por disciplina que al parecer de los profesores resultan oportunas.

En la disciplina de Química se destaca el contenido de reacciones químicas, en donde varios de los participantes coincidieron en la necesidad de LR orientados a la síntesis orgánica y las reacciones tradicionales de la química general. Además, se establece una carencia en laboratorios relacionados al estudio de las biomoléculas, tanto en Química como en Biología. Se destacan las respuestas en donde se solicitan desarrollos con equipos para el análisis instrumental de alta precisión (espectroscopia y cromatografía de alta resolución). Finalmente, parecen temas como la volumetría ácido-base y leyes de gases, donde ya existen desarrollos disponibles (Idoyaga et al, 2021).

En el área de la Física destaca, en este estudio, la necesidad de LR en cinemática, dinámica y campos eléctrico y magnético. En este sentido, uno de los grupos participantes en el proyecto, así como otros grupos poseen prácticas enfocadas en el abordaje de estos temas.

Por último, en la Biología hay una demanda en LR de microscopia y microbiología, con algunas otras respuestas con frecuencia similar en secuenciación de ADN, fotosíntesis y difusión celular. En el caso del microscopio las coincidencias apuntan a experimentos con células procariontas y eucariotas, animal y vegetal y procesos de división celular.

CONCLUSIÓN

Los primeros resultados de la etapa de diagnóstico dejan clara las necesidades, del profesorado y de los sistemas educativos en la región, de contar con alternativas viables para la realización de AE en entornos digitales o en escenarios educativos híbridos. Esto, se convierte en una agenda urgente y estratégica ante la definición de los formatos de la educación en la post pandemia.

La noción sostenida por los docentes de la necesidad de incorporar actividades experimentales se ve limitada por la poca disponibilidad de herramientas y recursos adecuados al contexto. En este sentido, un programa como SciLabs, que propone el diseño de LR y SEA basados en investigación educativa brinda una oportunidad para superar las dificultades registradas. Más aún, el reconocimiento de algunas prácticas que incluyen estrategias como simuladores, actividades experimentales simples y teléfonos móviles, propias del modelo del LE, reafirman la pertinencia del mismo como lineamiento general para el diseño de la enseñanza en el programa.

El diagnóstico realizado permitirá orientar el trabajo a las necesidades reales de la educación científica en la región latinoamericana y conforma un primer producto que permite a desarrolladores de LR identificar áreas de vacancia y trabajar en la difusión de LR ya desarrollados que no han sido suficientemente probados en la región y son desconocidos para el profesorado.

La elección de un modelo de investigación basada en diseño permitirá la rápida transferencia de los resultados a las aulas y la participación activa del profesorado en el programa. Por un lado, se generarán productos concretos altamente contextualizados como LR, SEA como REA y todo el material didáctico necesario para las

implementaciones. Por otro lado, se generará conocimiento original como principios de diseño que tienen un alto potencial de generalización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arguedas-Matarrita, C., Orduña, P., Concari, S., Elizondo, F.U., Rodríguez Gil, L., Hernández, U., Carlos, L.M., Conejo-Villalobos, M., da Silva, J.B. y García Zubia, J. (2019) Remote experimentation in the teaching of physics in Costa Rica: First steps. *Proceedings of the 2019 5th Experimental International Conference*. Madeira.
- Arias, E., y Arguedas-Matarrita, C. (2020). El trabajo experimental en la enseñanza de la Física en tiempos de pandemia mediante el uso de la aplicación II Ley de Newton en la UNED de Costa Rica. *Revista Innovaciones Educativas*, 22(Extra), 7-18. <https://doi.org/10.22458/ie.v22i0.3204>
- Byers, W. (2002). Promoting active learning through small group laboratory classes. *University Chemistry Education*, 6, 28–34.
- de Benito, B. y Salinas, J.M. (2016). La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa. *RIITE.Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 44-59. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/260631>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. Recuperado (mayo 15, 2020) de: <https://er.educause.edu>
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Nahuel Moya, C., Montero-Miranda, E., y Garro-Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26. Recuperado a partir de [//campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17](http://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17)
- Idoyaga, I., Vargas-Badilla, L., Nahuel Moya, C., Montero-Miranda, E., Maeyoshimoto, J., Capuya, F. y Arguedas-Matarrita, C. (2021). Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la química con laboratorios remotos. *Educación Química*, 32(4), 154-167. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.79189>
- Lorenzo, M. (2020). Revisando los Trabajos Prácticos Experimentales en la Enseñanza Universitaria. *Aula Universitaria*, (21), e0004, 15-34. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>
- Lugo, M.T. y Loíacono, F. (2020). Planificar la educación en la pospandemia: de la educación remota de emergencia a los modelos híbridos. *Educación y Tecnología*, 3(1). Recuperado a partir de <https://publicaciones.flacso.edu.uy/index.php/edutic/article/view/2>
- Royo, J. (2018). *Diseño Digital*. Ediciones Paidós Ibérica.

Estrategias de enseñanza de la Físicoquímica en pandemia

Teresa Quintero¹, María Gabriela Lorenzo².

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto. tquintero@exa.unrc.edu.ar.

² Universidad de Buenos Aires- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. glorenzo@ffyb.uba.ar

RESUMEN: Este trabajo describe las prácticas de enseñanza de una docente universitaria de físicoquímica en sus clases durante la pandemia, atendiendo a los diferentes recursos y estrategias que fueron utilizados. Se realizó un estudio descriptivo con un enfoque cualitativo de los materiales y estrategias empleados para la enseñanza del tópico termodinámica. Las clases virtuales incluían recursos tanto en soporte digital como analógico con una finalidad mayoritariamente transmisiva. La docente utilizó una multiplicidad estrategias de apoyo y pedagógicas para adaptar la enseñanza tradicional a la virtualidad a partir de la tecnología provista por la institución y recursos propios, tales como un espacio en *GDrive*, un grupo de *Facebook*, *GMeet*, documentos, videos, simulaciones, entre otros. El esfuerzo docente realizado durante la emergencia merece ser recuperado como objeto de estudio para dar lugar a un nuevo modelo de enseñanza que combine lo digital y lo analógico de una manera efectiva.

PALABRAS CLAVE: Recursos digitales y analógicos, materiales didácticos, termodinámica, enseñanza remota de emergencia, enseñanza universitaria.

ABSTRACT: This work describes the university teaching practices of Physical Chemistry that were depicted by a teacher in her classes during the pandemic. It focuses on diverse resources and the strategies they were used. Descriptive qualitative analysis of materials and strategies used in Thermodynamic classes was carried out. Virtual classes included both digital and analogue resources mainly in a transmissive way. A variety of support and pedagogical strategies was employed by the teachers in order to adapt traditional teaching to virtuality. The technology was supplied by the institution and by the teacher, such as a *GDrive* space, a *Facebook* group, *GMeet*, documents, videos, and simulations. The effort performed by the teachers during the emergency deserve to be recovered as research object in order to contribute to a new model where digital and analogical were combined in an effective way.

KEYWORDS: Digital and analogue resources, pedagogical materials, thermodynamics, remote emergency teaching, university teaching.

FUNDAMENTACIÓN Y ANTECEDENTES

La enseñanza de las ciencias experimentales se vio grandemente afectada por la pandemia de COVID-19 (Rujas y Feito, 2021). El mayor impacto fue la transición súbita de la docencia presencial a la no presencial, en espacios virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) mediados por las tecnologías. En este contexto de crisis, la enseñanza remota de emergencia (ERE) marcó un cambio de la modalidad de enseñanza con el objetivo principal de proporcionar un acceso temporal a la educación de una manera rápida de configurar y confiable (Hodges et al., 2020). Tradicionalmente en las facultades de

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

ciencias naturales, las clases y las prácticas experimentales se basaban en la concurrencia de los estudiantes a los laboratorios, espacios físicos destinados al desarrollo de ciertas prácticas manipulativas y de observación. Aunque sus limitaciones y problemáticas eran ya conocidas, la pandemia las exacerbó ante la imposibilidad de continuar con el *statu quo* de las clases presenciales. Consecuentemente, debieron reconfigurarse las propuestas de enseñanza recurriendo principalmente a la virtualización. En este punto, las tecnologías de la información (TIC), resultaron fundamentales si bien su disponibilidad resulta una condición necesaria pero no suficiente (Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo, 2020) para la implementación de una buena propuesta de enseñanza.

La práctica educativa es un proceso social de negociación y creación cultural donde interactúan docentes y estudiantes y se articula a través de diferentes recursos discursivos, registros semióticos y sistemas de representación externa (Idoyaga, Moya y Lorenzo, 2020). En este marco, las estrategias de enseñanza reúnen los medios que utiliza el docente para promover el aprendizaje del alumnado, es decir, los materiales, los procedimientos y las herramientas pedagógicas que planifica y utiliza en la enseñanza (Pamplona, Cuesta y Cano, 2019). Estas se sustentan en los materiales didácticos, aquellos diseñados con el fin de enseñar un contenido determinado, con una intencionalidad didáctica definida (Schwartzman y Odetti, 2013). Ciertamente, los recursos son los componentes activos del proceso de enseñanza, un instrumento por el que transcurre la comunicación en el aula.

A su vez los recursos pueden presentarse en distintos soportes, ya sean analógicos o digitales. Los primeros refieren a elementos similares a la realidad, con bordes definidos que permiten presentar información de manera directa al observador. En el caso del soporte digital, la información está codificada en el formato propio de una computadora, en forma de bits, serie de ceros y unos. Por otra parte, al referirse a una información digital en línea se hace referencia a la posibilidad de acceder a ella desde terminales u ordenadores remotos a través de redes (Codina, 2001). A comienzos de este siglo, Quirós Meneses (2009) ya se preocupaba por la naturaleza de los recursos digitales y los clasificaba en *transmisivos* (envió directo de un mensaje o contenido), *activos* (permiten que el estudiante actúe sobre el objeto y construya sus conocimientos) e *interactivos* (el aprendizaje se da a partir de un diálogo constructivo, sincrónico o asincrónico, entre individuos que usan medios digitales). Esta clasificación resulta útil para plantear ciertas ideas básicas para una primera clasificación de los recursos utilizados en pandemia para luego profundizar su estudio atendiendo a los avances tecnológicos actuales.

En este trabajo, las estrategias de enseñanza se definen como la forma en que los docentes planifican, organizan y utilizan diversos recursos para enseñar su asignatura. Consecuentemente, con el fin de registrar las modificaciones e innovaciones acaecidas durante de pandemia, el objetivo de este estudio es documentar y describir las estrategias de enseñanza desplegadas por una docente universitaria en contexto de enseñanza remota.

METODOLOGÍA

La asignatura Físicoquímica se imparte en el segundo semestre del primer año para tres carreras de Química (Analista Químico, Profesorado y Licenciado en Química) de una universidad pública argentina. Durante el 2021 se dictó mayoritariamente de manera virtual, dejando algunas prácticas de laboratorio para ser realizadas de manera presencial. Para este estudio se seleccionó la unidad de Termodinámica que incluye a las leyes de la termodinámica, energía, sistemas, estados y funciones de estado, trabajo y calor, leyes de los gases, entre otros contenidos. Se implementó una investigación de tipo descriptivo con un enfoque cualitativo para el análisis de las clases teórico-prácticas tomando como

caso aquellas que estuvieron a cargo de una profesora con más de treinta años de experiencia en la docencia universitaria, investigadora en el área de fotoquímica. Se recopilaron, organizaron y transcribieron la totalidad de los videos (13) filmados con un teléfono celular por la propia docente, con una duración de 20 a 35 minutos cada uno. Estos videos, diseñados para una modalidad asincrónica, están compartidos con los estudiantes a través de *GDrive*. Para el análisis de estos materiales se consideró la presencia de diferentes recursos y estrategias, los cuales fueron identificados y clasificados de acuerdo con las categorías teóricas (Tabla 1). Los datos obtenidos se contrastaron con la información de los programas de la asignatura que también sufrieron cambios debidos a la pandemia (2019 y 2021) y de otros materiales didácticos cuando fue necesario.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

La asignatura contaba con una diversidad de recursos tecnológicos y digitales con anterioridad a la pandemia. Por un lado, el espacio virtual institucional (Sistema Informático de Alumnos de la institución - SIAL) usado principalmente como reservorio de materiales, tales como el programa de la materia y las guías de teoría, prácticas experimentales y ejercitación. Por otro, los docentes tenían a disposición el *GSuite para Educación* del cual se aprovechaba el correo electrónico y el *GDrive*. Estos recursos ofrecieron una buena plataforma de partida en cuanto a la disponibilidad y acceso a la tecnología durante la enseñanza remota de emergencia lo que dio lugar a una expansión de su aprovechamiento. En las clases de 2021, el capítulo de termodinámica se desarrolló durante siete semanas combinando actividades sincrónicas y asincrónicas. La parte experimental incluyó un laboratorio virtual (*VLabQ*, software educativo libre) y otro presencial (laboratorio institucional), apoyándose en sendas guías de trabajo y videos explicativos. Recuperando la experiencia del año anterior, la profesora creó un espacio *GDrive*, donde cada semana compartía diversos materiales (videos, actividades, documentos, etc.) con sus estudiantes (Fig. 1) para ser utilizados con una modalidad asincrónica. Dentro de los recursos de comunicación digital interactivos incorporó el foro del SIAL, el correo electrónico, un grupo privado de Facebook (red social) y *GMeet*, donde se desarrollaron las clases sincrónicas. En estas clases la docente buscó la participación de los estudiantes, quienes una semana antes tenían disponible todo el material de estudio.

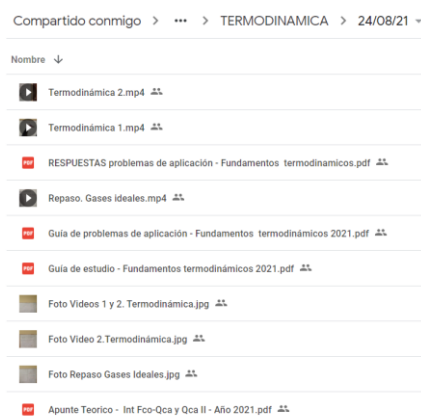


Figura 1. Imagen del archivo de materiales en el *GDrive* de la primera semana (fuente: imagen tomada del *GDrive* de la asignatura).

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

Para la elaboración de estos nuevos materiales, la docente realizó una revisión de los contenidos que formaban parte de la enseñanza presencial para adecuarlos a la nueva modalidad virtual, potenciando el contenido disciplinar y los procedimientos que posibilitan la comprensión, más que las deducciones matemáticas. Vale destacar que tanto el diseño, la realización y la edición fueron llevados a cabo por la propia docente con los recursos a su alcance disponibles en su domicilio, lo que implicó un importante trabajo previo de elaboración. En la unidad de Termodinámica se desplegaron una amplia diversidad de recursos con diferentes funcionalidades, los cuales pueden clasificarse por su naturaleza en digitales y analógicos (Tabla 1).

Tabla 1. Recursos utilizados por la profesora para la ERE de la Termodinámica

Recurso	Descripción y uso	Tipo de recurso	Tipo de soporte
Videos	13 clases teórico-prácticas sobre termodinámica. 1 Repaso de Gases Ideales. 1 Deducción de la expresión del Trabajo (W) 1 Demostración de la entalpía (H) 1 Cálculo de la entropía (S) 10 Explicación de problemas y ejemplos. 1 video explicativo del laboratorio	Transmisivos	Digital
Fotos	Una serie de fotos de las pizarras de los videos con las explicaciones.	Transmisivos	
Laboratorio virtual	Laboratorio Virtual de Química, <i>VLabQ</i> , software educativo libre, que permite realizar simulaciones.	Activo	
Material teórico	Escrito desarrollado por el docente sobre los temas de la asignatura como complemento a la bibliografía básica.	Transmisivos	
Guías de estudio y de problemas	Guía de preguntas y actividades para orientar el estudio de los distintos temas	Activo	
Respuestas problemas de aplicación	Resultados de los problemas de aplicación, incluye observaciones y referencias a videos explicativos de algunos problemas.	Transmisivos	Analógico
Guía de fórmulas y datos útiles	Listado de las ecuaciones importantes y datos de constantes que se utilizan.	Transmisivos	
Guías de laboratorios	Guías de laboratorios para las prácticas presencial y virtual	Activo	
Pizarra	Pizarrón casero construido con hojas de papel	Transmisivos	

El análisis de los videos correspondientes a las clases teórico prácticas de Termodinámica mostró que la profesora usó distintos materiales de apoyo en soporte analógico en sus explicaciones: materiales escritos con distinto tipo de letra (diferentes colores y recuadros), representaciones externas (símbolos, gráficos, tablas de datos, ilustraciones). En sus clases fue explicando los conceptos fundamentales, dando ejemplos, retomando conceptos con sus definiciones y sintetizando. Para ello, se valió de una pizarra de papel construida en una pared de su casa. Además, utilizó hojas de papel con gráficos previamente realizados y a medida que avanzaba en las explicaciones los iba completando con símbolos y ecuaciones haciendo un uso didáctico explicativo de ellos. En la figura 2 (a), se muestra una secuencia de este tipo de estrategia usada para explicar la ley de Charles gráfica y analíticamente.

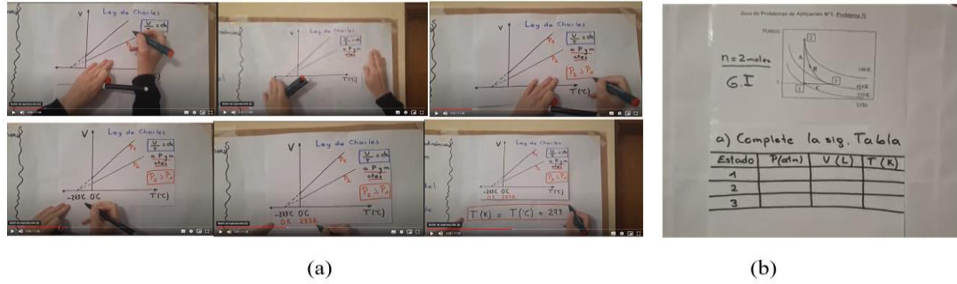


Figura 2: (a) Secuencia explicativa usando gráficos en papel. (b) Ejemplo de gráficos y tablas en problema (fuente: imagen del video de Gases ideales)

Asimismo, usó ilustraciones en soporte analógico de materiales, procesos y situaciones para explicar conceptos, presentar experiencias de laboratorio, resolver problemas. En la figura 3, se presentan partes de dos episodios explicativos. En (a) utilizó ilustraciones para definir sistema, medioambiente, universo, sistemas abiertos, cerrados, adiabáticos y explicitar las propiedades que se necesitan para definir un estado inicial y final; el recurso transmisor se compartió en un soporte digital (video).

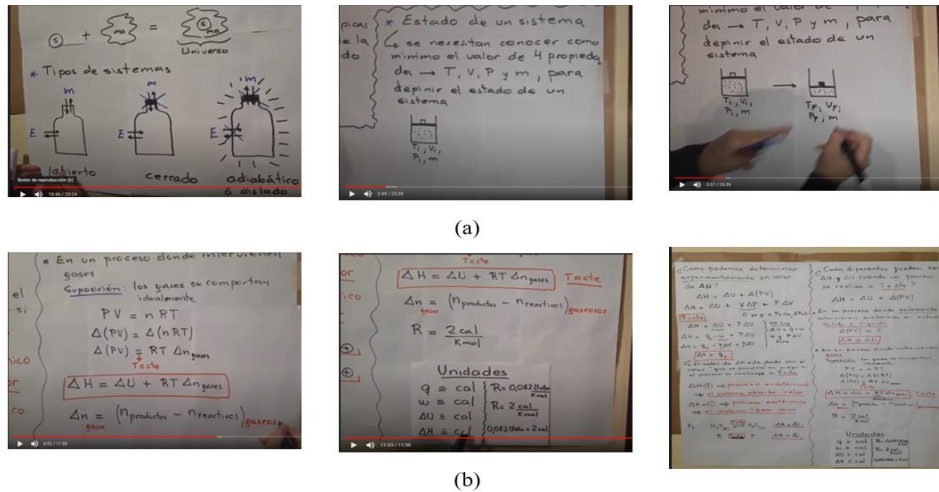


Figura 3: Imagen de dos secuencias de explicación (a) definición de tipos de sistemas y estado, (b) determinación experimental del ΔH (fuente: videos termodinámica 1 y 8)

También utilizó como estrategia pedagógica una serie de recursos lingüísticos para recuperar conocimientos previos, anticipar contenidos, introducir ideas, ejemplificar, hacer suposiciones y repeticiones, recapitular, narrar experiencias. En la figura 3, en el episodio (b) la docente inicia con una pregunta: “¿Cómo podemos determinar experimentalmente un valor de ΔH ?”. Además, realiza suposiciones, demostraciones, definiciones y ejemplos, desarrolla la explicación. Utiliza una hoja extra para remarcar las unidades. La última imagen de la secuencia (b) la usa para recapitular sobre lo realizado, remarcando los puntos importantes. También usó la narración de situaciones experimentales, como en el caso de la deducción del trabajo termodinámico que explicitó una posible situación experimental, las consideraciones iniciales del sistema y el estado, e ilustró el proceso.

CONCLUSIONES

El estudio de las prácticas de enseñanza de una profesora-investigadora de universidad puso en evidencia una multiplicidad de recursos y estrategias desplegados en contextos de enseñanza remota.

En primer lugar, es importante subrayar el carácter artesanal y autogestionado de muchos de los materiales los cuales fueron elaborados por la docente a partir de su propia experiencia y recursos disponibles con el fin de asegurar la continuidad pedagógica y ofrecer oportunidades de aprendizaje a sus estudiantes. En segundo lugar, de las observaciones y el análisis de los videos de las clases asincrónicas se documentaron diversas estrategias que usó la docente, entre la que se destaca el uso de materiales de apoyo por lo general analógicos (teóricos escritos, representaciones externas, distintos colores en las letras y subrayados) para sus explicaciones. Otras estrategias pedagógicas fueron de carácter discursivo tales como el planteo de interrogantes y la narración de experiencias para poner de manifiesto la esencia experimental de la termodinámica. Además, recurrió a distintos soportes digitales para comunicarse con los estudiantes, incorporó una red social, realizó encuentros sincrónicos en la virtualidad y compartió una serie de recursos analógicos, transmisivos y activos, como los diversos materiales de estudio. Por último, los resultados obtenidos ofrecen un nuevo punto de partida que merece ser recuperado como objeto de análisis y meta-análisis con vistas al porvenir. Si bien el esfuerzo del colectivo docente ha sido enorme al adecuar su enseñanza de siempre a los escenarios digitales, ese traspaso no puede limitarse simplemente a un cambio de soporte. Pasada la emergencia, habrá que superar el *coronateaching*, promoviendo el uso de materiales interactivos que habiliten la expansión. Para ello será necesario contribuir al desarrollo de las competencias digitales del profesorado universitario (Paz-Saavedra, Gisbert Cervera y Usart-Rodríguez, 2022) para rediseñar las prácticas para dar lugar a un nuevo modelo de enseñanza que combine lo digital y lo analógico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto UBACYT 20020170100448BA y PPI Sec. CyT UNRC (2020-2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Idoyaga, I., Moya, N. y Lorenzo, M. G. (2020). Los gráficos y la pandemia. Reflexiones para la educación científica en tiempos de incertidumbre. *Rev. Ed. Cs. Biol.*, 5(1).
- Cabero-Almenara, J. y Llorente-Cejudo, C. (2020). Covid-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34.
- Codina, L. (2001). Las propiedades de la información digital. *El profesional de la información*, 10 (12), pp. 18-25. <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2001/diciembre/index.html>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*.
- Pamplona, J., Cuesta, J. C. y Cano, V. (2019). Estrategias de enseñanza del docente en las áreas básicas: una mirada al aprendizaje escolar. *Rev. Eleuthera*, 21, 13-33. DOI: [10.17151/eleu.2019.21.2](https://doi.org/10.17151/eleu.2019.21.2)
- Paz-Saavedra, L.E., Gisbert Cervera, M., y Usart-Rodríguez, M. (2022). Competencia digital docente, actitud y uso de tecnologías digitales por parte de profesores universitarios. *Pixel-Bit. Rev. de Medios y Educación*, 63, 93-130. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91652>
- Quirós Meneses, E. (2009). Recursos didácticos digitales: medios innovadores para el trabajo colaborativo en línea. *Educare*, 13(2), 47-62. <https://doi.org/10.15359/ree.13-2.4>

- Rujas, J. y Feito, R. (2021). La educación en tiempos de pandemia: una situación excepcional y cambiante. *Rev. de Sociología de la Educación*, 14(1), DOI: <http://dx.doi.org/10.7203/RASE.14.1.20273>
- Schwartzman, G. y Odetti, V. (2013) Materiales didácticos hipermediales: una mirada desde la lectura de los estudiantes. 6to. Sem. Int. de Educación a Distancia - *RUEDA*, Mendoza, Argentina. <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/materiales-didacticos>

El conocimiento didáctico del contenido de las actividades experimentales en pandemia

Andrea S. Farré¹, M. Gabriela Lorenzo².

¹ Universidad Nacional de Río Negro. Sede Andina. Argentina. asfarre@unrn.edu.ar

² Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. glorenzo@ffyb.uba.ar

RESUMEN: La pandemia obligó al colectivo docente a adaptar sus propuestas de enseñanza. En el caso de las actividades experimentales surge la pregunta acerca de si esta situación implicó además, un cambio en su conocimiento didáctico del contenido. Para responder este interrogante se diseñó y aplicó un cuestionario de respuesta abierta a 122 docentes de ciencias naturales de diferentes universidades argentinas. Se encontró que el conocimiento didáctico adquirió suma importancia en este nuevo contexto y en su capacidad para adaptar las propuestas en escenarios de enseñanza remota.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento Didáctico del Contenido, Actividades experimentales, Enseñanza Universitaria, Enseñanza Remota, Reflexión docente.

ABSTRACT: Pandemic forced teachers to adapt their teaching proposals. In the case of experimental activities, a question arises about if this situation implies a change on their pedagogical content knowledge. To inquiry this problem an open-answer questionnaire was designed. It was applied to 122 natural science university teachers from several Argentine universities. The results showed that the pedagogical knowledge acquired some great importance in this context, as well as the ability of teachers to adapt their proposals to the emergency remote teaching settings.

KEYWORDS: Pedagogical Content Knowledge, Experimental activities, University Teaching, Remote Teaching, Teachers' Reflection.

INTRODUCCIÓN

La pandemia implicó un gran cambio de escenarios y contextos en donde se desarrollaba la enseñanza, afectando en forma muy importante a las prácticas docentes de todo tipo. Particularmente, para los docentes del área de las ciencias naturales el desafío fue dar respuestas a pesar de no poder transitar los laboratorios. Así, los cambios imprevistos demandaron, trascender las prácticas rutinarias y reformularlas reflexionando utilitaria o críticamente.

La reflexión crítica que realiza cada docente, en y sobre la acción es la causante del cambio en su conocimiento didáctico del contenido (CDC) (Hume et al., 2019). En el mismo sentido, el contexto o escenario funciona como un amplificador y/o filtro que a la vez que informa al CDC también modifica sus acciones. Cabría preguntarse entonces, si las reflexiones que realizaron los docentes para adaptar la enseñanza experimental a los contextos de aislamiento, han sido realmente críticas. Sobre todo, en el caso de la enseñanza universitaria de carreras científico-tecnológicas con una alta carga de trabajo experimental y con docentes con poca o ninguna formación didáctico/pedagógica. Es decir que como consecuencia de un cambio en el contexto de magnitud tan importante como el debido a la pandemia, los docentes tuvieron que ir más allá de las regularidades y tradiciones de su práctica para revisar sus conocimientos. En este sentido, el objetivo

de este trabajo es presentar los primeros resultados sobre la documentación de los cambios del CDC de docentes universitarios en cuanto a las actividades experimentales ocurridos durante la enseñanza remota de emergencia.

ANTECEDENTES

El CDC es un programa de investigación que comenzó hacia fines de la década del 80 (Shulman, 1986) y busca desde sus inicios indagar sobre el conocimiento específico que tiene el profesorado para ejercer su profesión y al mismo tiempo, modelar la cognición docente. Como modelo de cognición, quizás la última reformulación haya sido la realizada por Hume et. al, (2019), quienes presentaron un modelo refinado y consensuado sobre el CDC. En este modelo, ya no se habla de CDC en general, sino que se definen distintos tipos de CDC. Por ejemplo, cada docente en el momento de planificar o dar clases utiliza parte de su CDC personal (CDCp) y lo pone en uso o en acción (CDCe). A su vez, el CDCp es moldeado por el contexto de actuación. Mayormente las investigaciones se han centrado en evidenciar el CDC de un grupo determinado de docentes de diferente formación o experiencia y en distintos contextos, sobre un determinado contenido, tema o disciplina. Es decir, se ha documentado lo que se conoce ahora como CDC colectivo (CDCc). Este CDCc se fundamenta o basa en conocimientos de la asignatura, didáctico/pedagógicos, sobre los estudiantes, curriculares y sobre la evaluación.

A su vez, la documentación del CDCc también sirve como fuente de información para la formación docente y por lo tanto, para que cada docente vaya construyendo de manera individual su propio CDCp. Así se ha señalado (Wei et. al, 2019) que los profesores de escuela secundaria reconocen como una fuente de conocimientos a la formación docente, aunque la propia experiencia sea considerada la más importante.

En el caso de las actividades experimentales, y especialmente para el nivel universitario, la construcción del CDCp resulta ser mayoritariamente del tipo artesanal/tutorial (Bond-Robinson, 2005). Se lo ha caracterizado de esta manera porque la formación docente en la universidad se constituye a partir de la socialización dentro de un grupo de la cátedra o departamento.

Existen escasos trabajos que documenten el CDCc correspondiente a las actividades experimentales previos a la pandemia. Entre ellos, Bond-Robinson (2005) lo hace para el caso de la química donde se documentan los distintos tipos de conocimientos requeridos en el momento de la enseñanza y que serían los que se ponen en juego en la mente del docente al diseñar las actividades experimentales. Entre estos conocimientos se describen:

- d) Conocimientos ligados a la interacción y tutorización de los y las estudiantes,
- e) Conocimientos procedimentales de tipo intelectuales o sensoriomotores y
- f) Conocimientos conceptuales ya sea para explicar al estudiantado el sentido de lo que están haciendo, o para guiarlos en su razonamiento y que desarrollen confianza en sus razonamientos.

En nuestro contexto, Sánchez et al. (2016) observaron que el CDCc de docentes universitarios de Química Inorgánica sobre el trabajo experimental comprendía la enseñanza de técnicas, procedimientos y actitudes, conjuntamente con la justificación a través de cálculos matemáticos a partir de datos aportados por los modelos teóricos de referencia. Además, las actividades experimentales tendrían como principal objetivo el

aprendizaje de contenidos conceptuales tanto en la documentación del CDCc como en la del CDCe (Sánchez, et al., 2017).

Así, en la documentación del CDCc y CDCe se han evidenciado algunas de las recomendaciones realizadas por los didactas de la ciencia en las que se indica que las actividades experimentales no deberían implicar solamente la manipulación de instrumental de laboratorio, sino también la comprensión de lo que se realiza. Sin embargo, no existe evidencia de que los docentes tengan realmente en claro por qué se deberían elegir este escenario o estrategia didáctica por sobre otros. En este sentido, aprender en el laboratorio puede ser una forma en la que se promuevan la indagación, la metacognición y a la argumentación (Hofstein, 2017). Pero para esto debería aumentarse el grado de apertura de las actividades experimentales, algo que ha sido recomendado específicamente para la enseñanza en universidad (Lorenzo, 2020).

Durante el bienio 2020- 2021, el profesorado se vio forzado a cambiar sus estrategias de enseñanza por la interrupción de la presencialidad. Pero, tal como sostiene Maggio (2020, p. 116) para el caso de la enseñanza en las universidades argentinas “Se imitan en la virtualidad las características pedagógicas de la presencialidad.” Así la enseñanza implicó poner a disposición de los estudiantes una diversidad de materiales en diferentes formatos y múltiples lenguajes, en los campus virtuales de las instituciones, sumados a explicaciones sincrónicas mediadas por tecnologías. Según esta autora, los fenómenos que se sucedieron masivamente “Ninguno supone en sí mismo el rediseño de las propuestas clásicas. Por el contrario, podrían profundizar sus rasgos transmisivos, aplicativos y verificativos” (p. 119).

Quizás esto sucede porque los docentes universitarios logran interpretar, pero no representar, ni adaptar a la diversidad de estudiantes, el empleo de las tecnologías para la enseñanza (Bernatchez y Alexandre, 2021). De hecho, se ha documentado que una de las cosas que aprendieron los profesores a partir de este cambio abrupto fue sobre la heterogeneidad del estudiantado que asiste a las distintas instituciones educativas (Andrews y Green, 2021).

Pero ¿qué sucede cuándo es imposible imitar lo presencial en lo virtual como en el caso de las actividades realizadas en los laboratorios? ¿Qué deberían saber los docentes universitarios para poder interpretar, representar, concebir y adaptar las prácticas de la presencialidad a la virtualidad? ¿Cuáles son los objetivos de aprendizaje que persigue la enseñanza universitaria de la ciencia al realizar actividades experimentales presenciales y cómo se sostienen o cambian al ser adaptadas a la virtualidad? ¿Ha aprendido el colectivo docente a partir de esta situación o simplemente tuvo lugar una reflexión de tipo utilitaria para tratar de mantener las prácticas sin necesidad de rediseño y de una reflexión crítica? Estas preguntas y las voces de los docentes al responderlas son las que han guiado nuestra investigación.

METODOLOGÍA

Se diseñó un cuestionario que consistía en 4 preguntas de respuesta abierta (Tabla 1) para indagar distintos aspectos del CDCc y los cambios que se produjeron ante la imposibilidad de continuar las prácticas experimentales presenciales empleando los G-Forms. Se interrogó acerca del objetivo y en la estrategia didáctica *per sé*, por la importancia que se le da desde la bibliografía del área (Hofstein, 2017). El cuestionario se administró durante los años 2020 y 2021 a 122 docentes universitarios de distintas categorías y antigüedad, de carreras científico-tecnológicas de diferentes universidades

Línea 2. Experiencias innovadoras en el aula

nacionales de Argentina (UBA-Buenos Aires, UNaM-Misiones, UNC-Córdoba y UNL-Santa Fe).

El conjunto de respuestas obtenidas se analizó y categorizó de forma independiente por las investigadoras autoras de este trabajo. En todos los casos se arribaron a consensos en cuanto a las categorías empleadas. El análisis de datos implicó una cuantificación inicial de las categorías que se informan como porcentajes para una descripción general de la muestra.

Tabla 1. Preguntas realizadas

Preguntas	Aspecto del CDC indagado
5. Desde tu punto de vista ¿qué necesita saber un docente para dictar trabajos prácticos experimentales?	Representaciones docentes sobre el conocimiento didáctico de las actividades experimentales
6. Desde tu punto de vista ¿qué debería saber un docente para dictar trabajos prácticos de manera virtual?	
7. ¿Qué se enseña en un trabajo práctico de tu asignatura en la modalidad presencial?	Conocimientos sobre el objetivo de enseñanza y los contenidos a enseñar
8. ¿Qué debería enseñarse en un trabajo práctico de tu asignatura en la modalidad virtual?	

RESULTADOS

Representaciones docentes sobre el conocimiento didáctico de las actividades experimentales

Al interrogar sobre los conocimientos docentes para la enseñanza de trabajos prácticos experimentales de manera presencial, la gran mayoría de las respuestas (76%) mostraron la relevancia otorgada por los docentes a los contenidos conceptuales de la asignatura para poder explicarlos y relacionarlos con los procedimientos. De manera similar se evidenció la importancia del conocimiento de los procedimientos a enseñar (73%). En mucha menor medida se mencionan otras cuestiones relacionadas con la planificación de la actividad, o el conocimiento de las dificultades más frecuentes que tienen los estudiantes (29%). Solamente en un caso se hace mención al conocimiento de algún tipo de tecnología.

En cambio, al incorporar a la pregunta el contexto de enseñanza virtual, el 63% de las respuestas hicieron referencia a la necesidad de que los docentes conozcan y manejen la tecnología. De manera similar, se destaca es la importancia dada en las respuestas a los conocimientos relacionados con la didáctica para planificar las actividades experimentales, teniendo más en cuenta al estudiantado y sus situaciones contextuales de aprendizaje (52%).

Por ejemplo, una docente del área de la Bioquímica responde a las dos situaciones planteadas de la siguiente manera:

En la presencialidad: “Debe conocer y estar preparado en el tema y contar con la experiencia de haberlo realizado en varias oportunidades, para conocer los puntos débiles de la actividad y aconsejar a los alumnos en el desarrollo de dicha tarea. En otras palabras, saber bien la teoría y su aplicación práctica.”

En la virtualidad: “Mas allá de estar preparado y conocer el tema, para mí debe haber presenciado, o realizado previamente las tareas a desarrollar en dicho trabajo. Debe contar con la

experiencia de haberlo hecho, antes de darlo a sus alumnos. Algo también muy importante, es que maneje las herramientas tecnológicas necesarias (videos, zoom, etc.) para desarrollarlo de la mejor manera posible.”.

El ejemplo muestra como la propia experiencia en el laboratorio es tenida en cuenta por la docente y cómo valora la repetición, en principio, como una buena estrategia para el aprendizaje personal, lo que luego le permitirá plantear su propia enseñanza.

Conocimientos sobre el objetivo y los contenidos de la enseñanza

Se observó que los docentes al responder sobre esta pregunta tanto para la enseñanza presencial como para la virtual acerca de las actividades experimentales, les resultó difícil realizar una abstracción respecto de los contenidos, capacidades y/o competencias que se pretenden enseñar. En ambos casos las respuestas se enfocaron en las actividades específicas. En lo presencial, se indicó principalmente que se enseñaban técnicas, destrezas y habilidades (82%) y en menor medida se planteó que el objetivo era enseñar contenidos conceptuales (38%). También, en casi un tercio de las respuestas (30%) se evidenció como propósito enseñar a concluir y a tomar decisiones a partir de los resultados obtenidos.

La mayoría de los profesores informan que pudieron adaptar y cambiar sus propuestas a la virtualidad. Solamente un 3% de las respuestas indicaron que no se puede enseñar lo que se enseña en lo presencial en lo virtual, mientras que, según el 22% de las respuestas puede enseñarse lo mismo, y el 11% considera que debería revisarse la selección de contenidos para enseñar en la virtualidad. Si bien en el 60% de las respuestas se puede evidenciar una práctica reproductiva de lo presencial, centrada en los conceptos, fundamentos de las técnicas y demostración de los procedimientos, casi la mitad (47%) de los participantes respondieron que se debería enseñar contenidos procedimentales relacionados con el uso activo del conocimiento (como por ejemplo la construcción de criterios, el análisis de datos y resultados reales, la resolución de problemas o casos, la búsqueda, lectura y análisis de trabajos científicos y el diseño de protocolos). Un bajo porcentaje (11%) señaló como posibilidad la adaptación de la enseñanza mediante el uso de simulaciones, y en algunos como en el modelado molecular, esto no difería de lo presencial. Por último, únicamente el 3% de las respuestas reflejaron la posibilidad del desarrollo de las técnicas a partir de actividades experimentales simples.

Estas tendencias pueden observarse en los comentarios de otra docente quien señalaba que en un trabajo práctico presencial

“...se enseñan distintas técnicas del laboratorio ..., como por ejemplo realización de microhematocrito, tinción de frotis, recuento de glóbulos blancos en cámara de Neubauer, entre otras. [...] Por otro lado se enseña cómo se interpretan los resultados de los frotis y demás datos del hemograma que ellos están viendo y cómo se traducen en la clínica del paciente”

Mientras que pensando en la modalidad virtual respondía:

“En general creo que lo mismo que se venía enseñando en la modalidad presencial ya que todo lo incluido en los mismos es importante para el desarrollo profesional [...] Tal vez sacaría algunas técnicas manuales mostrativas [...] Igualmente en la modalidad virtual hay que hacer hincapié en cómo se debería realizar por ejemplo la observación de frotis si estuviéramos sentados en un microscopio y no serían solo fotos aisladas.

CONCLUSIONES

Estos primeros resultados muestran que, en el caso de las actividades experimentales, la pandemia ofreció una oportunidad para la reflexión sobre la enseñanza. Al mismo tiempo se pudo evidenciar la importancia que el colectivo docente le asigna a su propio conocimiento didáctico a la hora de concebir y adaptar su propuesta de enseñanza a la virtualidad.

Si bien también se detectaron traslaciones de lo presencial a lo virtual y algunas prácticas de tipo reproductivo, mayoritariamente los docentes optaron por promover algunas de las habilidades sugeridas en la bibliografía del área para la enseñanza en el laboratorio.

Aún es necesario profundizar en la multiplicidad de aspectos que han atravesado las prácticas de enseñanza a raíz de la pandemia para indagar aquellas experiencias que merezcan ser rescatadas pensando en futuros posibles de enseñanza híbrida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, T. y Green, K. (2021) Pandemic-Inspired Insights: What College Instructors Learned From Teaching When COVID-19 Began. *Journal of College Science Teaching*, 51(1), 42-48. Recuperado de: <https://www.nsta.org/journal-college-science-teaching/journal-college-science-teaching-septemberoctober-2021>
- Bernatchez, J. y Alexandre, M. (2021). De la transition « formation en présence – formation à distance » à l'université au temps de la COVID-19. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(1), 241-253. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n1-21>
- Bond-Robinson, J. (2005). Identifying pedagogical content knowledge (PCK) in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(2), 83–103. <https://doi.org/10.1039/B5RP90003D>
- Hofstein, A. (2017). The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning. En K. S. Taber y B. Akpan (Eds.), *Science Education. An International Course Companion* (pp. 357-368). Sense Publishers.
- Hume, A., Cooper, R. y Borowski, A. (Eds.) (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, (21), e0004. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>
- Loughran, J. Mulhall, P. y 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Conocimiento didáctico de profesores universitarios sobre los trabajos prácticos de Química Inorgánica. *Educación en la Química*, 22(2), 111-124.
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2017). Caracterización de la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds) *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias* (pp. 369-373). Educación Editora.
- Wei, B., Chen, S., & Chen, B. (2019). An Investigation of Sources of Science Teachers' Practical Knowledge of Teaching with Practical Work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(4), 723–738. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9886-y>

LÍNEA 3**INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y
EDUCACIÓN PRIMARIA**

**LÍNEA 3. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y
EDUCACIÓN PRIMARIA**

Comunicaciones

¿Cómo salen los maestros de Primaria al medio natural?

Pedro Lucha López¹, Sergio Bretos Royo¹, Ángel Claver Irigaray¹, Ignacio García Allué¹
¹Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza

RESUMEN: Las salidas al medio natural constituyen una modalidad de enseñanza insustituible para el aprendizaje de las ciencias. Para tratar de conocer con qué frecuencia se sale en Primaria, cómo se relacionan las salidas con las actividades de aula y qué modalidad de salida predomina, se han combinado los resultados procedentes de 1 cuestionario completado por 36 maestros, 3 entrevistas y 1 un caso. Dos tercios de la población estudiada sale dos veces por curso o menos. En general se realizan actividades previas para aumentar la familiaridad del alumnado con el lugar, los objetivos de aprendizaje y las tareas a realizar. También se realizan actividades después, aunque de menor duración que las primeras. A pesar de que el tipo de salida basada en el tratamiento de problemas es la modalidad que mejor encaja con el modelo actual de enseñanza de las ciencias, no se han encontrado evidencias de que este tipo de salida esté presente entre la población escolar estudiada en este trabajo.

PALABRAS CLAVE: Trabajo de campo, profesorado en ejercicio, modelos docentes

ABSTRACT: Outdoor activities are irreplaceable to learn science. In order to find out: (1) how often students participate in outdoor activities, (2) how they are related to classroom activities and (3) which type of trip predominates; results from 1 questionnaire completed by 36 teachers, 3 interviews and 1 case have been combined. Two-thirds of the surveyed teachers do outdoor activities twice a year or less. Previous activities are carried out to increase the familiarity of the students with the place, the learning objectives and the tasks to be carried out. Post-trip classroom activities are also conducted although less frequently than the previous ones. Although outdoor activities related to treatment of problems is the modality which best fits with the current model of science teaching, no evidence has been found that this type of activity is present among the school population studied in this work.

KEYWORDS: Outdoor activities, in-service teachers, teaching models

INTRODUCCIÓN

Desde hace bastantes años, existe un amplio consenso entre los investigadores del área de Didáctica de las Ciencias en que las salidas fuera del aula deben planificarse y llevarse a cabo en estrecha relación con las actividades de aula, en cualquier nivel educativo (Pedrinaci, 2012, Bravo et al., 2021). Las actividades de aula previas a las salidas permiten que el alumnado se familiarice con el lugar de la salida, con lo que se va a aprender y con el plan que se va a llevar a cabo, lo que incrementa el aprovechamiento de la salida (Orion y Hofstein, 1994).

Las salidas al medio natural pueden jugar diferentes papeles: a) un contexto en el que emergen preguntas sobre las que iniciar una investigación escolar (NRC, 2000); b) un lugar dónde recoger datos y pruebas para resolver un problema surgido en el aula (Jaen y Bernal, 1993; Lucha et al. 2018) o c) un medio en el que evaluar los modelos mentales

científico-escolares contruidos por el alumnado (Pedrinaci, 2012; González-Picáns y Puig, 2017).

En función del rol que desempeña el maestro durante la salida se han establecido diferentes clasificaciones. En este trabajo se utiliza la categorización propuesta por Pedrinaci et al. (1994) que identifica fundamentalmente cuatro tipos: (1) la salida de profesor cicerone, (2) basada en una guía de observación cerrada, (3) de descubrimiento autónomo, y (4) de tratamiento de problemas. En las salidas de profesor cicerone el maestro “da conferencias en el campo”. En las salidas basadas en una guía de observación cerrada los alumnos siguen una guía elaborada por el maestro que les indica lo que deben observar, medir, coger o dibujar en cada parada. La salida de descubrimiento autónomo se relacionaría con un modelo docente inductivista en el que el papel del alumno es observar y recoger información sin un propósito definido. Finalmente, la salida de tratamiento de problemas es el tipo que mejor encaja con el desarrollo de prácticas científicas (NRC, 2012). En este tipo de salidas el alumnado se enfrenta a problemas reales que requieren buscar soluciones que suponen la toma de datos en el campo y su posterior procesamiento en el aula o en el laboratorio.

Una cuestión para la que no existe una respuesta homogénea dentro de la comunidad educativa es ¿qué consideramos una salida al medio natural? Según diversos autores, pueden ser entendidas como cualquier trabajo práctico que ocurre fuera del aula, incluyendo tanto parajes naturales, como parques próximos o el propio patio del colegio (Scott et al., 2015). Sin embargo, tal y como se desprende de las respuestas recogidas en este trabajo, la mayor parte de los maestros consideran salidas al medio natural únicamente aquellas que implican salir del centro.

A pesar de la relevancia de esta modalidad particular de enseñanza para la comprensión de los fenómenos y sistemas naturales, existe la sensación de que la presencia de las salidas en la escuela no se ha incrementado desde los trabajos de Morcillo (1998) o Pedrinaci (2012) y de que, en general, se realizan pocas actividades académicas fuera del aula. Por otro lado, existe también la percepción generalizada de que las actividades fuera del aula tienen entidad propia y guardan poca relación con las actividades de aula más allá de ser presentadas e introducidas en el aula o comentadas a posteriori.

OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación forma parte del desarrollo de tres Trabajos Fin de Grado a lo largo de dos cursos académicos en los que se han ido realizando entrevistas y cuestionarios a un total de 40 maestros de Educación Primaria de Aragón, sobre el modo en el que abordan las salidas de campo durante su acción docente. Así, el objetivo del mismo es conocer cómo y cuánto salen al campo 40 maestros de Educación Primaria en ejercicio. En concreto se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: (1) ¿Con qué frecuencia sale la población de maestros investigada al medio natural? ¿Por qué? (2) ¿Qué relación guardan las salidas al medio natural con las actividades de aula? (3) ¿Qué modalidad de salida predomina en los centros de Primaria?

METODOLOGÍA

En el estudio han participado 40 maestros de Primaria de los cuales el 55% (n=22) eran tutores; un 7% (n=3) cargos directivos y un 38% (n=15) especialistas. Se han utilizado diferentes estrategias de recogida de la información para responder a las preguntas de investigación con el propósito “triangular”. En concreto:

ENCUESTACIÓN: Se elaboró un cuestionario inspirado en el publicado en Morcillo et al. (1998), que fue completado por 36 maestros. Dicho cuestionario incluía cuestiones: (a) estructuradas de opción múltiple, (b) dicotómicas, (c) de escala Likert y (d) no estructuradas de respuesta abierta; donde se preguntaba por la frecuencia con la que salían al campo, así como por las actividades previas y posteriores relacionadas con las salidas, entre otras. La última pregunta del cuestionario describía muy brevemente el modo en el que afrontan las salidas al medio natural tres maestros imaginarios: Ana, Pedro y Natalia. Se pedía a los encuestados seleccionar la descripción a la que más se parecen las salidas que realizan con sus alumnos. El caso de Ana es el de una “maestra cicerone”. Pedro sería un maestro “inductivista” cuyas salidas se podrían relacionar con el modelo de descubrimiento autónomo. Finalmente, Natalia ilustraría el caso de una maestra que afronta las salidas al medio natural desde el tratamiento de problemas (Pedrinaci et al., 1994).

ENTREVISTA: Tres de los maestros participantes (un directivo, un tutor y un especialista) fueron entrevistados personalmente. Dichas entrevistas incluían preguntas sobre la frecuencia, la organización y las motivaciones personales para realizar salidas al medio natural. Las entrevistas fueron grabadas y transcritas para su análisis.

ESTUDIO DE CASO: Se documentaron y analizaron las salidas al medio natural realizadas por un maestro tutor de una escuela unitaria, con niños entre 4 y 12 años, durante tres cursos académicos (de 2011 a 2014).

RESULTADOS

¿Con qué frecuencia se realizan salidas al medio natural? ¿Por qué?

El 94% (n=34) de los encuestados consideran que las salidas al medio natural son imprescindibles en la enseñanza. Sin embargo, el 20% (n=7) sale una vez al curso, el 44% (n=16) dos veces y únicamente el 36 % (n=13) sale más de dos veces por curso.

Los maestros entrevistados no indican explícitamente el número de veces que salen con sus alumnos al medio natural, pero declaran que “no (...) frecuentemente” o “antiguamente salía más” o “menos de lo que nos gustaría”. También indican que concentran la salida en dos momentos del curso. Bien en septiembre, a comienzo de curso, bien durante la primavera hacia final de curso. Además, al ser preguntados por la frecuencia con la que salen del aula emergen las variables que motivan que no se salga con mayor frecuencia. Entre estas se encuentran: “el tiempo que se pierde en los desplazamientos”, “requieren mucha organización” (preparación de la salida propiamente dicha, autorizaciones o contratación de servicios de transporte) o “el riesgo que supone estar con los alumnos fuera del centro”. Los maestros encuestados, al ser preguntados mediante una escala Likert por la dificultad que suponen una serie de aspectos a la hora

de realizar las salidas, arrojaron el siguiente orden, de mayor a menor dificultad: (1) Trabajo de planificación, implementación y evaluación, (2) Coste económico (familia, centro...), (3) El elevado número de alumnos por aula, (4) Cumplimentación de documentos en la PGA, (5) Escasez de apoyo por parte del centro, (6) Recopilación de autorizaciones familiares, (7) Retraso en el ritmo de la clase.

Los alumnos de la escuela unitaria, durante el periodo analizado, realizaron anualmente 1 o 2 salidas (en función del curso académico considerado) con objetivos y contenidos del área de Conocimiento del Medio.

¿Qué relación guardan las salidas al medio natural con las actividades de aula?

El 90% (n=33) de los docentes que han participado en el estudio realizan previamente actividades de aula relacionadas con la salida al medio natural, con una duración media de dos horas.

Las respuestas de los maestros tutores a la pregunta abierta del cuestionario: *Indica brevemente, que tipo de actividades realizas antes de cada salida y cuánto tiempo dedicas a ellas*; sugieren que, en general, utilizan las sesiones previas para que el alumnado se familiarice con el lugar donde se va a realizar la salida e introducir contenidos de ciencias de la naturaleza relacionados con la salida, presentando menos peso la concreción de las tareas a realizar durante la misma o la evaluación de los conocimientos previos del alumnado (Tabla 1).

Tabla 1. Actividades de aula que declaran realizar los maestros participantes antes y después de una salida de campo, con algunos ejemplos entre paréntesis y en cursiva.

ANTES DE LA SALIDA	DESPUÉS DE LA SALIDA
Presentar al alumnado el lugar al que se va (<i>geolocalización de la ruta con Google maps</i>) Introducir contenidos de ciencias de la naturaleza relacionados con la salida (<i>flora, fauna, reconocimiento de huellas, búsqueda de información sobre alguno de los animales que se espera encontrar durante la salida...</i>)	Puesta en común de los aprendizajes durante la salida, síntesis y resolución de dudas que han surgido durante la salida (<i>debate, preguntas orales recapitulando lo visto y relacionando con lo que sabíamos, breve redacción</i>)
Familiarizar a los alumnos con las tareas a realizar durante la salida (<i>presentación de lo que vamos a hacer</i>)	Comprobar el interés que ha generado la salida en el alumnado (<i>comentario de su experiencia, valoración conjunta de la actividad, valoración de actitud y grado de satisfacción grupal e individual</i>)
Evaluación de conocimientos previos (<i>formularios y redacciones sobre qué esperan encontrar</i>)	Evaluar los aprendizajes de Ciencias Naturales adquiridos (<i>se crea un dossier con preguntas sobre lo visitado para que ellos contesten</i>)

Aproximadamente el 80% (n=29) de los maestros tutores realizan actividades posteriores a la salida, con una duración promedio de una hora, que se destinan principalmente a poner en común y a sintetizar los aprendizajes experimentados por los alumnos y a resolver dudas, siendo minoritaria la evaluación de los aprendizajes del alumnado o del interés generado (Tabla 1). El propósito de las actividades posteriores realizadas por el maestro de la escuela unitaria es variado. Unas veces se dedican a evaluar los aprendizajes de ciencias de la naturaleza adquiridos durante las salidas (mediante un cuestionario). Otras veces se destinan a resolver dudas y sintetizar los contenidos de la salida (p.e.: completar las actividades del cuaderno del alumno utilizado como “guía de observación” durante la salida) o a recoger información sobre el interés suscitado por la actividad. En

una de las salidas, la observación de un nido de rapaz hizo que la sesión posterior se dedicase a realizar una “investigación” sobre esa ave.

¿Qué modalidad de salida predomina en los centros de Primaria?

Cuando a los maestros tutores encuestados se les pregunta por el perfil docente con el que se sienten más identificados, de los propuestos en el cuestionario, ninguno de ellos se identifica con el modelo de “resolución de problemas”, sino con un modelo de “profesor cicerone” (n=10) o con un modelo “inductivista” (n=9) o con ninguno de los propuestos (n=2).

En cuanto a los maestros/as entrevistados parecen valorar la capacidad de las salidas para contextualizar los aprendizajes: *“Por ejemplo, para trabajar el relieve mejor estar en un lugar con relieve para que el alumnado mire y vivencie un poco lo que están viendo en los libros”* y su potencialidad: *“tienen muchas posibilidades”*. Aunque no existen evidencias claras de la modalidad de salida de estos docentes, todo hace pensar que conciben el medio natural como un lugar para ilustrar la teoría y por lo tanto se podrían relacionar con un modelo de profesor cicerone.

El protagonismo en la mayor parte de las salidas realizadas en la escuela unitaria corresponde a los contenidos de Educación Física. En la salida de senderismo los contenidos de Conocimiento del Medio cobran mayor protagonismo y los alumnos cuentan con un cuadernillo que han de completar en las paradas previstas. Algunas de las demandas incluidas son: buscar e identificar frutos, hojas de tres árboles estudiados previamente en clase; dibujar el paisaje, observar la morfogeología y observar un fósil. Así, esta actividad en concreto se correspondería exactamente con el modelo de “salida basada en una guía de observación cerrada”.

DISCUSIÓN

En la etapa de Primaria se sale poco al campo y los motivos no han variado mucho en los últimos 24 años (Morcillo, 1998). Este problema es apreciado también en otros países, donde se discute sobre la necesidad de una alineación curricular que invite a normalizar este tipo de actividades en la enseñanza de las ciencias (Glackin y Jones, 2012)

Los maestros entrevistados realizan actividades en el aula antes y después de la salida. En general, previo a la salida se centran en la “preparación del terreno”, aspecto relevante tal y como reconocieron Orion y Hoftein (1994). No obstante, son minoritarios los maestros que consideran aspectos relacionados con la presentación de las tareas a realizar durante la salida.

En general se dedica menos tiempo a las actividades posteriores que a las previas y en muy pocas ocasiones se detecta que la actividad de campo tenga continuidad en actividades de aula o de laboratorio dónde se profundice en algún aspecto surgido durante la salida. Un maestro entrevistado relata una anécdota en la que, durante una salida, vieron grillos y, como no los conocían, dedicaron tiempo en la salida a su observación. Sin embargo, no hicieron nada relacionado con los grillos en el aula, después. Así, parece que existe algún tipo de obstáculo que impide que problemas surgidos en el contexto de una salida tengan continuidad en una secuencia de investigación escolar, posteriormente.

Finalmente, la información recabada a través de los tres métodos (cuestionario, entrevistas, caso), no permite deducir que alguna de las salidas realizadas por los maestros estudiados se corresponda con el modelo de salida basada en el tratamiento de problemas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se enmarca en el Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) perteneciente al Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA-UNIZAR)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J.L., Mellado, V. y Conde, M.D.C. (2022). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 106(1), 172-198.
- Glackin, M. y Jones, B. (2012). Park and learn: improving opportunities for learning in local open spaces. *School Science Review*, 93(344), 105-113
- Jaen, M. y Bernal, J.M. (1993). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 1.3. 153-158.
- Lucha, P., Sáez, M.J. y Claver Giménez, A.M. (2018). Un plano antiguo de los árboles y arbustos de un parque próximo al cole... ¿Lo actualizamos? *Alambique*, 92, 69-73
- Medir, R. (2003). Salir de la escuela: entre la tradición y la educación ambiental para la sostenibilidad. *Revista Íber*, 36, 26-35.
- Morcillo, J.G.M., Rodrigo, M., de Dios Centeno, J. y Compiani, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 242-250.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC. National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC. National Academy Press.
- Orion, N. y Hofstein, A. (1994). Factors that Influence Learning during a Scientific Field Trip in a Natural Environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique*, 71, 81-89.
- Pedrinaci, E., Román, L. y Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. *Alambique*, 2, 37-45
- Scott, G.W., Boyd, M., Scott, L. y Colquhoun, D. (2015). Barriers to biological fieldwork: What really prevents teaching out of doors?. *Journal of Biological Education*, 49(2), 165-178.
- Uskola, A., Seijas, N. y Sanz, J. (2022). Revisión de experiencias sobre prácticas científicas en secuencias educativas de geología con trabajo de campo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19 (1), 110501-110519.

¿Cómo utiliza un mismo espacio de Ciencias el alumnado de 3 y de 5 años?

Ester Mateo González¹, María José Sáez-Bondía¹, Jorge Martín García¹

¹ Departamento Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza. emateog@unizar.es

RESUMEN: En esta comunicación se describe una investigación basada en el diseño de un espacio de ciencias de libre elección sobre diversidad vegetal para el alumnado de Educación Infantil. Se pretende evaluar el espacio propuesto atendiendo a las acciones desarrolladas por el alumnado de tres y cinco años y a los objetivos establecidos para cada propuesta. Los resultados obtenidos muestran grandes diferencias entre los dos grupos en cuanto a la interacción con el espacio y cómo en el caso del alumnado de 3 años las acciones desarrolladas se alejan de lo que se pretendía conseguir con algunas de las propuestas.

PALABRAS CLAVE: Espacio de ciencias de libre elección, Educación Infantil, Experimentación, Diversidad vegetal.

ABSTRACT: This contribution presents a design-based research in which free-choice science zone on the topic of plant diversity is assessed. The designed zone is evaluated both according to the actions carried out by students of 3 and 5 years old and to the original objective or intention of each proposal. Results show great differences regarding how they interact with the proposals between the two groups of students and also between what was intended when the proposals were designed and what was actually done by the students, especially in the case of 3-year-olds.

KEYWORDS: Science free choice space, Early childhood education, Experimentation, Vegetal diversity.

INTRODUCCIÓN

El medio físico que se ofrece en las aulas condiciona las acciones que las niñas y los niños de Educación Infantil realizan en él. De hecho, el espacio, los tiempos y los materiales, como constituyentes del medio físico, son considerados como segundos educadores (Barandiaran, 2021). La disposición y la organización de los espacios determinan las relaciones sociales que se establecen y dan forma a los sentimientos, pensamientos y modos de hacer de los escolares que lo habitan (Arregi, 2021). Asimismo, los materiales ayudan al desarrollo global del alumnado a nivel afectivo, físico, cognitivo y social ya que fomentan la experimentación, la manipulación o la comunicación (Franco & Llinares, 2019).

La evaluación es necesaria para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje (Sanmartí, 2007). Por ello, dada la relevancia que tienen, se deberían evaluar los espacios y los materiales para ver en qué medida responden a las necesidades del alumnado que los ocupa, atendiendo a los objetivos que hay detrás de su uso (Pedreira & Márquez, 2019). En este sentido, observar el uso que los niños y niñas de Educación Infantil hacen de cada material aporta una valiosa información y permite evaluar desde una perspectiva que no considera de forma exclusiva al alumnado, sino también la interacción de éste con el contexto en el que se inscriben las situaciones de aprendizaje.

En las últimas décadas, con la finalidad de promover la experimentación, han ido surgiendo en España escuelas de Educación Infantil que modifican su organización espacio-temporal de manera que los niños y niñas pueden acceder de manera libre a espacios habilitados con propuestas agrupadas por temáticas: de arte, de comunicación, de ciencias, de psicomotricidad, de juego simbólico, etc. Las propuestas de un espacio de ciencias de libre elección pretenden dar respuesta a los intereses del alumnado y a las intenciones del maestro/a. Son autoexplicativas, es decir, son los propios materiales y su disposición los que invitan a movilizar contenidos científicos. Asimismo, son propuestas abiertas a diferentes iniciativas y niveles de solución (Pedreira *et al.*, 2019). Para evaluar estos espacios de libre elección se puede tener en cuenta su distribución, las propuestas que contiene y/o los aprendizajes de los niños y las niñas (Pedreira & Márquez, 2019).

Este trabajo parte del diseño e implementación en el aula de un espacio de ciencias de libre elección con la temática de la diversidad vegetal y los cambios que se observan durante el otoño. Dicho espacio fue diseñado para poder ser implementado en aulas de 1º y 3º de Educación Infantil. A partir del uso del espacio con cada uno de los cursos, se evaluó lo que hacían los niños y niñas en las propuestas incluidas en el espacio: ¿puede ser utilizado un mismo espacio en diferentes cursos de Educación Infantil?, ¿es muy diferente la interpretación que hacen de las propuestas contenidas en el espacio?

El objetivo de este trabajo es analizar las acciones que realizan los niños y niñas de tres y cinco años en cada una de ocho propuestas de un espacio de ciencias de libre elección y relacionar si dichas acciones coinciden con la intencionalidad de las propuestas.

METODOLOGÍA

Contexto del estudio

El espacio denominado “Otoño” surge de la colaboración con maestras de Educación Infantil del CEIP Fernández Vizarra y fue diseñado para ser trabajado con 13 escolares de tres años y 14 escolares de cinco años (1º y 3º de Educación Infantil). Está constituido por ocho propuestas diseñadas con la intención de favorecer la observación y la comparación de la diversidad vegetal encontrada en el otoño (Figura 1 y tabla 1). Únicamente se realizó una modificación en la propuesta 6 (dibujar, ver tabla 1). La actividad se realizó en el curso 2021-22. Cada grupo de estudiantes, de manera independiente, encontró el aula convertida en un espacio con diferentes propuestas. Entonces, se les explicó que podían elegir dónde ir, con quien ir y cuánto tiempo estar en cada propuesta y se les recordó que tenían que evitar estropear el material y hacerse daño a ellos mismo o a los demás niños y niñas. El alumnado de 1º de Educación Infantil estuvo 35 minutos en el espacio y el alumnado de 3º estuvo 30 minutos. Tras ello, se dedicaron 15 minutos a que el alumnado explicara y representara a través de dibujos (en el caso de alumnado de cinco años) lo que habían descubierto.

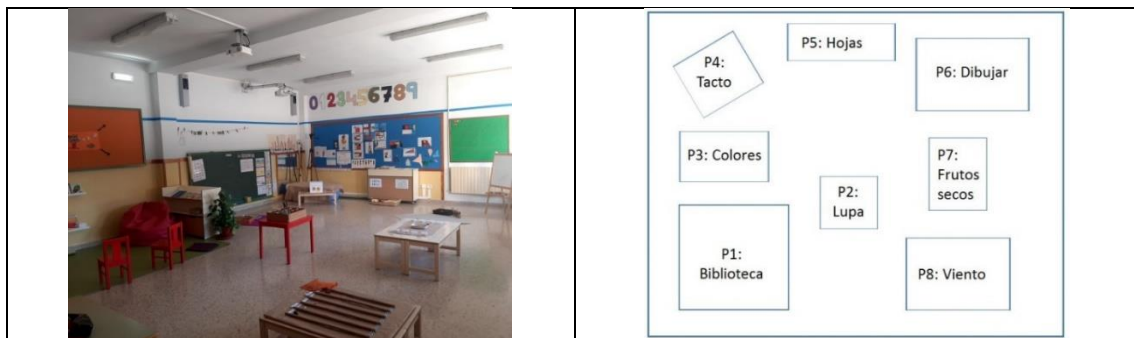










Figura 1. Espacio de libre elección denominado “Otoño”.

Tabla 1. Objetivos, materiales utilizados e imagen de cada propuesta del espacio “Otoño”.

Propuestas	Objetivo	Materiales	
1 Biblioteca	Observar imágenes relacionadas con el otoño y leer palabras o pequeños textos	Cojines, revisteros y libros y cuentos relacionados con el otoño.	
2 Lupa	Utilizar la lupa de mano para fomentar la observación de detalles que no se ven a simple vista de los materiales presentados	Lupas de mano. Hojas (con pelos), piñas (abiertas y cerradas, mordidas, distintas formas), plumas (arrancadas y no arrancadas) y frutos secos y semillas.	
3 Colores	Observar, comparar y asociar hojas según su color	Escala de colores y hojas de diferentes colores: verdes, amarillas, naranjas, rojas y marrones. Hojas del mismo árbol en diferentes momentos temporales del otoño. Hoja no natural.	
4 Tacto	Utilizar el tacto para conocer diferentes tipos de piñas, describir sus características y asociarlo con las fotografías	Escalas, piñas de diferentes formas y fotos de estas piñas. Fruto con pinchos.	
5 Formas de las hojas	Observar y comparar diferentes formas, bordes y nervios de las hojas y asociarlo con las fotografías	Hojas con diferentes formas, bordes y nervios y láminas con dibujos de las diferentes formas que pueden tener las hojas	
6 Dibujar	Observar y comparar diferentes formas y tamaños de las hojas. Dibujar los contornos de las hojas (5 años) Asociar el contorno con la hoja (3 años)	Papel corrido, pinturas, lapiceros, hojas de diferentes tamaños y formas. Mineral verde con forma bipiramidal.	
7 Frutos secos	Observar y comparar diferentes frutos secos y relacionar el fruto con y sin cascara	Bellota, pipa de girasol, piñón, castaña, almendra, nuez, cacahuete y avellana. Botes transparentes para introducir los frutos secos y así evitar que los niños se los coman.	
8 El viento	Provocar viento utilizando diferentes materiales. Observar y comparar el movimiento de diferentes semillas y frutos al provocar viento	Panel con circuitos, abanicos, bombas de aire. Semillas (garbanzo, aguacate) y frutos de diferentes árboles (olmo, jabonero de la china, ailanto) con diferente peso y forma.	

Metodología de análisis

Este trabajo se enmarca dentro de una Investigación Basada en el Diseño (Guisasola *et al.*, 2021) y utiliza, como medio para la evaluación del espacio diseñado, estrategias de análisis propias de la metodología observacional (Anguera, 2003). Como herramientas de

recogida de la información se emplearon grabaciones de vídeo realizadas durante las sesiones en las que los escolares estuvieron trabajando libremente en el espacio. Se dispuso de cuatro cámaras fijas que permitían visualizar correctamente todas las propuestas y se realizaron anotaciones durante ambas sesiones.

Para analizar esta información, se fueron anotando las acciones que realizaban los niños y niñas que se asociaban con la consecución de los objetivos pretendidos en cada propuesta. Por ejemplo, si un niño conseguía provocar viento con las bombas de aire en la propuesta 8, se marcaba que había realizado dicha acción y se relacionaba con uno de los objetivos pretendidos (Tabla 1). Asimismo, se tenía en cuenta el número de escolares que trabajaba en algún momento en cada propuesta y, a partir de ello, se podía establecer la frecuencia de ocasiones en las que un niño o una niña realizaba acciones que indicaban que estaba trabajando sobre aspectos contemplados en los objetivos de la propuesta diseñada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel global se observa que, independientemente de la edad, más del 70 % de los escolares se interesan de manera autónoma por los materiales de las propuestas del espacio y llevan a cabo acciones (pretendidas o no) en todas ellas. Únicamente, las propuestas 3 (colores) y 5 (formas) resultaron las “menos exitosas” ya que fueron visitadas por menos de la mitad de los estudiantes tanto de tres como de cinco años (Tabla 2).

Tabla 2. Número de niños y niñas que trabajan en cada propuesta del espacio “Otoño”.

Propuestas	Número de escolares que trabajan en la propuesta (% respecto al total)	
	3 años (n= 13 niños/as)	5 años (n= 14 niños/as)
P1. Biblioteca	13 (100%)	13 (92,9%)
P2. Lupa	12 (92,3%)	13 (92,9%)
P3. Colores	2 (15,4%)	7 (50%)
P4. Tacto	10 (76,9%)	14 (100%)
P5. Forma de las hojas	1 (7,7%)	3 (21,4%)
P6. Dibujar formas de hojas	10 (76,9%)	11 (78,6%)
P7. Frutos secos	13 (100%)	10 (71,42%)
P8. El viento	10 (76,9%)	11 (78,6%)

En cuanto a los objetivos pretendidos y su relación con las acciones del alumnado, se observan claras diferencias entre los niños y niñas de tres y cinco años (Tabla 3). Más del 70% de los escolares de cinco años que visitan las propuestas del espacio realizan acciones relacionadas con alguno de los objetivos de dichas propuestas. La única excepción es la propuesta 5 (forma) de la que dada su escasa afluencia no se pueden extraer conclusiones (sólo acuden dos niños). Los objetivos alcanzados por más niños y niñas son la observación de imágenes y textos en los libros (P1, 100%), la utilización de la lupa para observar objetos naturales (P2, 92%), el uso del tacto para diferenciar piñas (P4, 100%) y la observación y manipulación de diferentes frutos secos (P7, 90%). Los objetivos menos alcanzados corresponden a comparar y asociar hojas con su color (P3, 43%) y a comparar hojas de diferentes formas (P6, 36%).

Tabla 3. Número de niños y niñas que realizan acciones relacionadas con los objetivos de cada propuesta del espacio “Otoño”.

Propuestas	Objetivos pretendidos	Número de escolares que realizan la acción relacionada con el objetivo (porcentaje respecto al total de niños/as que trabajan en esa propuesta)	
		3 años	5 años
P1. Biblioteca	Observar imágenes y textos	11 (84,6%)	13(100%)
P2. Lupa	Utilizar la lupa	5 (41,7%)	12 (92,3%)
P3. Colores	Observar hojas de diferentes colores	0	6 (85,7%)
	Comparar y asociar hoja con su color	0	3 (42,9%)
P4. Tacto	Utilizar el tacto	7 (70%)	14 (100%)
	Asociar piñas con su fotografía	3 (30%)	11 (78,6%)
	Describir piñas	0	10 (71,42%)
P5. Forma de las hojas	Observar hojas de formas diferentes	1 (100%)	2 (66,7%)
	Asociar hojas con su forma	1 (100%)	0 de 3
P6. Dibujar formas de hojas	Observar hojas de formas diferentes	3 (30%)	9 (81,8%)
	Comparar hojas de formas diferentes	3 (30%)	4 (36,3%)
	Dibujar hojas de formas diferentes	-	9 (81,8%)
P7. Frutos secos	Observar diferentes frutos secos	4 (30,8%)	9 (90%)
	Asociar frutos secos con/sin cáscara	0	6 (60%)
P8. Semillas y frutos	Provocar viento	10 (76,9%)	8 (57,1%)
	Mover frutos y semillas por acción del viento	4 (30,8%)	9 (64,3%)
	Comparar movimientos de semillas	2 (15,4%)	8 (57,1%)

En el caso del alumnado de tres años, solo en tres de las propuestas se cumplen los objetivos pretendidos en más de un 70% de los casos: al observar imágenes y textos en los libros (P1, 85%), en la utilización del tacto para conocer diferentes tipos de piñas (P4, 70%) y al provocar viento con el uso de bombas de aire y abanicos (P8, 77%). En cambio, a pesar de la gran cantidad de estudiantes que acudieron a la propuesta 4, uno de los objetivos que ninguno de ellos fue capaz de alcanzar fue la descripción de piñas tras su manipulación (P4, 0%). En las propuesta 3 y 5 no se pueden extraer conclusiones porque solo acudieron un niño y un niño y una niña, respectivamente.

Parece que las preferencias de los escolares de tres años a la hora de elegir una propuesta dentro del espacio están determinadas por el conocimiento que tienen de los materiales presentes en ellas o por su potencial “manipulativo”. El primer caso se observa en la propuesta 1 (biblioteca): están habituados a mirar imágenes en cuentos ya que en clase disponen de una biblioteca. En el segundo caso, son propuestas sensoriales que presentan una disposición que invita a usar el tacto sin utilizar el sentido de la vista y donde resulta llamativo que algunos objetos “pinchen” (P4, tacto) o que invitan a experimentar y realizar comprobaciones sobre fenómenos con los que están relativamente familiarizados, dada su presencia cotidiana, como sucede en la P8 (viento): experimentando que al provocar viento se mueven “cosas”, provocando viento sobre ellos mismos o sobre otros compañeros y compañeras o incluso probando el efecto de generar viento con las bombas de aire sobre una superficie (comprobando el efecto de las corrientes de aire). Por el contrario, los niños y niñas de cinco años están más familiarizados con algunos

procedimientos científicos como la observación, la comparación y la clasificación y son capaces de entender el objetivo de la mayoría de las propuestas.

En definitiva, los espacios de ciencias de libre elección como el presentado invitan a que los niños y niñas lleven a cabo acciones que permiten el desarrollo inicial de determinadas destrezas científicas y la introducción de determinadas ideas relacionadas con la diversidad vegetal (hay hojas con diferentes formas, hay frutos que se mueven por acción del viento más fácilmente que otros, hay piñas de diferentes formas). No obstante, los resultados obtenidos nos han hecho cuestionarnos el diseño de las propuestas con el alumnado más pequeño. Parece que las propuestas más sensoriales invitan a los niños y niñas más pequeños a observar y comparar o incluso comprobar, lo que, sin duda, debía tenerse en cuenta a la hora de diseñar propuestas como la que se presenta en este trabajo. Una futura línea de investigación es el uso de grupos internivelares en estos espacios, compartiendo conocimientos entre alumnos de diferentes edades, con el objetivo de enriquecer el proceso de aprendizaje (Pedreira *et al.*, 2019).

Agradecimientos

A Amparo, Alicia y a los niños y niñas del colegio Fernández Vizarra. Financiado por el Gobierno de Aragón (Grupo BEAGLE). Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, perteneciente al Instituto Universitario de Investigación de Ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anguera, M.T. (2003). La observación. En C. Moreno Rosset (Ed.), *Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia* (pp. 271-308). Sanz y Torres.
- Arregi, I. (2021). Qué evaluar. En A. Barandiaran, I. Arregi, N. Iñurratgi, I. Larrea y E. Salegi (Eds.), *La evaluación en Educación Infantil*. (pp. 69-122). Graó.
- Barandiaran, A. (2021). Enfoque de la evaluación centrada en el contexto. En A. Barandiaran, I. Arregi, N. Iñurratgi, I. Larrea y E. Salegi (Eds.), *La evaluación en Educación Infantil*. (pp.15-36). Graó.
- Franco J.P. y Llinares F.C. (2019). Materiales en la escuela infantil 0-3: objetos que tejen la vida cotidiana. *Aula de Infantil*, 101, 13-16.
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801.
http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Pedreira, M. y Márquez, C. (2019). Experience, explicitation, evolution: processes of learning in a free-choice science museum activity for children up to 6 years of age. *Journal of Emergent Science*, 17, 19-31.
- Pedreira, M., Brugarolas, I., Cantons, J., García, D., Garriga, M., Lemkow, G., Llebaria, M., Llenas, P., Mampel, S., Montiel, C., Mur, B., Torreguitart, L., Vázquez, L. y Vilaseca, N. (2019). *Ciencia en la primera infancia. 49+1 propuestas de libre elección*. Graó.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave: evaluar para aprender*. Graó.

¿Qué sucede al calentar azúcar?

Interpretaciones de preescolares sobre un cambio químico cotidiano

Vanessa Sesto Varela¹, Isabel García-Rodeja Gayoso².

¹IES A Pinguela. Monforte de Lemos. vanessa.sesto@rai.usc.es

²Facultad de Ciencias de la Educación. Universidade de Santiago de Compostela. isabel.garcia-rodeja@usc.es

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue describir las interpretaciones que un grupo de niños (5 a 6 años) de educación infantil construyen cuando se enfrentan a un cambio químico cotidiano. Se propuso como actividad la descomposición térmica del azúcar. Para la recogida de datos se recurrió a grabaciones y cuestionarios basados en una estrategia POE (Predecir-Observar-Explicar). Para el análisis de datos, en un proceso inductivo e iterativo se definieron categorías de respuesta y se estableció una correspondencia con modelos ya descritos en la literatura. Los resultados indican que inicialmente los niños describen el fenómeno en términos de modificación de la sustancia, haciendo referencia a que el azúcar se rompe o se derrite. La observación del fenómeno permitió a los niños construir interpretaciones más sofisticadas al describir el fenómeno en términos de transmutación, haciendo referencia a que el azúcar se había transformado en otras sustancias como miel o cerveza.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, Cambio químico cotidiano, Descomposición térmica, Estrategia POE.

ABSTRACT: This work was aimed at describing the interpretations that early childhood education participants (aged 5 to 6) construct when they face with an everyday chemical change. The thermal decomposition of sugar was proposed as an activity. To collect data, recordings and questionnaires based on a POE (Predict-Observe-Explain) strategy were used. To data analysis, response categories were defined through an inductive and iterative process, and some correspondence with models described in the literature was established. The results indicate that the children describe the phenomenon in terms of modification of the substance, mentioning that the sugar breaks down or melts. The observation of the phenomenon allowed the children to construct more sophisticated interpretations describing it in terms of transmutation, mentioning that the sugar had been transformed into other substances such as honey or beer.

KEYWORDS: Early Childhood Education, Everyday chemical change, Thermal decomposition, POE strategy.

INTRODUCCIÓN

Cada vez existe un consenso creciente acerca de la conveniencia de iniciar el aprendizaje de las ciencias en la educación infantil, pues desde edades muy tempranas las niñas y los niños manifiestan una curiosidad innata por descubrir y comprender los fenómenos naturales que suceden a su alrededor, y gozan buscando una explicación a estos (Cañal, 2006). Eshach y Fried (2005) señalan que, entre las principales contribuciones de las ciencias en los primeros años, se encuentra la construcción de ideas que facilitan la

comprensión de los conceptos científicos a abordar en etapas educativas posteriores, y el desarrollo de destrezas generales relacionadas con el diseño de investigaciones, y la generación de actitudes positivas hacia la ciencia. No obstante, para aprovechar todas estas potencialidades de la educación científica en la primera infancia, los contenidos que se traen han de estar relacionados con hechos perceptibles por los niños y presentes en su vida diaria (García-Carmona et al., 2014).

Por otra parte, son cada vez más los estudios que sugieren que los niños de preescolar desarrollan representaciones mentales acerca de distintos fenómenos como la flotación, los cambios de estado o el magnetismo (Canedo-Ibarra et al, 2012). Pese a que el rango de aplicación de estas representaciones iniciales es limitado y solamente permiten establecer explicaciones causales simples, constituyen la base para subsiguientes construcciones cognitivas más sofisticadas (Canedo-Ibarra et al., 2012).

Este trabajo tiene por objetivo describir las interpretaciones que un grupo de niñas y niños de educación infantil construyen cuando se enfrentan a un cambio químico cotidiano. Existe una vasta literatura en la que se caracteriza la comprensión de los estudiantes acerca de los cambios químicos. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se centran en etapas educativas posteriores, de ahí que aún se tenga poco conocimiento acerca de cómo responden los niños de corta edad cuando se enfrentan a fenómenos vinculados al dominio de las transformaciones de la materia.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto de la investigación

En este estudio participaron un total de catorce infantes, cinco niñas y nueve niños, que se encontraban escolarizados en el tercer curso del segundo ciclo de educación infantil (5 a 6 años). Para preservar el anonimato de los participantes, sus nombres fueron sustituidos por seudónimos en los que únicamente se conservó el género.

Diseño de la actividad

La actividad propuesta fue la descomposición térmica del azúcar. El protocolo de actuación fue el siguiente. Primero, se indicó a los niños que se iba a calentar azúcar en un tubo de ensayo, y que debían escribir o dibujar en un cuestionario lo que pensaban que iba a suceder. Después, tras realizar el experimento ante los niños, se pidió que reflejasen en el cuestionario todas sus observaciones y una posible explicación para lo ocurrido. A medida que los niños cubrían los cuestionarios, se hacían preguntas para que hicieran explícitas sus ideas.

Instrumento de recogida y análisis de datos

La mayor parte de los datos de esta investigación proceden de las transcripciones de las conversaciones con los niños, las cuales fueron grabadas en audio y vídeo. Para mantener la esencia del discurso, las transcripciones se realizaron de forma literal. Además, se diseñó un cuestionario basado en una estrategia POE (Predecir-Observar-Explicar) (White y Gunstone, 1992).

En cuanto al análisis de datos, en primer lugar, a partir de los eventos más significativos del discurso transcrito y mediante un proceso inductivo e iterativo, se extrajeron categorías de respuesta que describen las ideas clave o elementos explicativos (Fisher, 1998) que fueron surgiendo de la interpretación de las respuestas de los niños. En segundo lugar, se estableció una relación entre las categorías generadas y los modelos para la

interpretación de los cambios químicos ya descritos en la literatura (Andersson, 1990). Las interpretaciones son comparables a un modelo de modificación cuando se hace referencia a que la sustancia se conserva, habiéndose alterado únicamente sus propiedades físicas. Se consideran comparables a un modelo de transmutación cuando se emplean ideas en las que se hace referencia a una transformación de la sustancia en otras distintas sin conservarse la identidad atómica. Las interpretaciones en las que se contempla una interacción de sustancias y la conservación de la identidad de los elementos se consideran comparables al modelo de reacción química de la ciencia escolar.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los elementos explicativos a los que hicieron mención los participantes de educación infantil al interpretar lo que sucede al calentar azúcar. Las categorías emergentes no son excluyentes, ya que un mismo niño a lo largo de la discusión dio respuestas que incorporaban ideas que se enmarcan en más de una categoría.

Las categorías que aglutinaron un mayor número de menciones durante la fase de predicción agrupan las respuestas que hacen referencia a que el azúcar iba a sufrir una transformación de naturaleza física. Casi la mitad de los niños mencionaron que el azúcar se iba a derretir. Estos niños consideraron el calor como el agente desencadenante del cambio de estado de la sustancia.

Además, un niño hizo referencia a que el azúcar se iba a romper, y dos niñas señalaron que el azúcar se iba a deshacer. Una de estas niñas, Alexandra, apeló a su experiencia en la vida diaria para elaborar una predicción del fenómeno. Esta niña señaló que el azúcar se iba a deshacer porque ya había observado cómo esto sucedía cuando su padre echaba azúcar en el café caliente. En estas intervenciones se ve como Alexandra usa los términos deshacer y cocer para describir la disolución de un soluto en un disolvente que ha sido calentado:

Investigadora: «¿Qué has puesto tú, a ver?»

Alexandra: «Que se va a deshacer».

Investigadora: «¿Y por qué se va a deshacer?»

Alexandra: «Porque el azúcar se deshace muy pronto cuando lo coces».

Investigadora: «¿Y por qué se deshace tan pronto?»

Alexandra: «Porque he visto en el vaso de papá azúcar deshecho».

Estableciendo una correspondencia entre las respuestas dadas por estos niños y los modelos para la interpretación de los cambios químicos propuestos por Andersson (1990), estas pueden considerarse comparables a un modelo de modificación.

Por otra parte, durante la fase de predicción también hubo dos niños que dieron respuestas que se encuadraron en la categoría de transmutación de sustancias, al mencionar que el azúcar se transformaría en agua. Para uno de los niños el término derretir tenía el mismo significado que convertir en agua. Como se puede ver en el siguiente fragmento de la discusión, semeja que para Celso la fusión de cualquier sólido implica una transmutación de la sustancia en algo similar a agua líquida. Este resultado en el que se atribuye al término derretir el significado de convertir en agua ya fue descrito en el trabajo de Demirbaş y Ertuğrul (2014) con niños de preescolar.

Investigadora: «¿Qué le pasará al azúcar si lo calentamos?»

Cibrán: «Que se derrite».

Investigadora: «¿Y por qué se derrite?»

Celso: «Se vuelve agua, solo que blanca».

Cibrán: «*Que se derrite. Que se derrite. Porque cuando viene lo caliente se derrite*».

Celso: «*O se vuelve agua. Es lo mismo que Cibrán, solo que de otra manera. Que se derrite es lo mismo que se vuelva agua, solo que es otra palabra distinta*».

Tabla 1. Frecuencia de mención (f) a los diferentes elementos explicativos, proporción (Φ) de participantes que mencionan dichos elementos explicativos al interpretar la descomposición térmica del azúcar y modelos para el cambio químico asociados a cada categoría (M: modificación; T: transmutación; RQ+T: transición entre reacción química y transmutación)

Modelo	Categoría	Predicción			Observación			Explicación		
		Participantes	f	Φ	Participantes	f	Φ	Participantes	f	Φ
RQ+T	El azúcar se quema.	-	0	0/14	Celso	1	1//14	Blas, Breixo, Celso	6	3/14
	El azúcar se transmuta en otras sustancias (miel, cerveza, agua, refresco...).	Celso, César	4	2/14	Alberto, Alexandra, Blanca, Berta, Blas, Breixo, César, Carlos, Cibrán	11	9/14	Alicia, Blas, César, Cibrán	4	4/14
	Se produce vaho sobre el tubo de ensayo por gotas que vienen del azúcar.	-	0	0/14	Adrián, Breixo, Blanca, Blas, César, Carlos, Cibrán, Celso	8	8//14	Alberto, Alexandra, Blas	6	3/14
T	Se produce vaho sobre el tubo de ensayo por gotas que vienen del fuego.	-	0	0/14	Cibrán	1	1/14	-	0	0/14
	El azúcar se derrite.	Amelia, Breixo, Blas, Bruno, Cibrán, Celso	10	6/14	Blas, Breixo, Blanca	3	3/14	-	0	0/14
M	El azúcar se rompe.	Adrián	1	1/14	-	0	0/14	-	0	0/14
	El azúcar se deshace.	Amelia, Alexandra	3	2/14	-	0	0/14	-	0	0/14

Durante las posteriores fases de la intervención, la observación y la discusión acerca de la posible interpretación del fenómeno dieron lugar a que un mayor número de niños dieran respuestas comparables a la categoría de transmutación. Nueve niños durante la fase de observación y cuatro niños durante la fase de explicación hicieron referencia en sus intervenciones a que el azúcar se había transformado en otras sustancias. Como se observa en el siguiente fragmento de la discusión, Blas relacionó el fenómeno con la producción de miel por parte de las abejas:

Investigadora: «*¿Veis cómo está?*»

Breixo: «*Parece... parece...*».

Blanca: «*Miel*».

Berta: «*Sí, parece miel*».

Blas: «*Porque se está convirtiendo en miel. El azúcar está en las flores, las... las abejas chupan la miel y hacen miel. Igual que aquí. Se está convirtiendo en miel*».

Otros niños mencionaron que el azúcar se había convertido en Fanta o Coca-Cola. Esta asociación de entre los restos de la descomposición térmica del azúcar y estas bebidas carbonatadas aflora en el momento en el que empiezan a observar la formación de burbujas en el seno de la mezcla:

Adrián: «¿Qué es eso?»

Investigadora: «Esto era azúcar. ¿No habéis visto que he echado aquí azúcar?».

Adrián: «¿Luego por qué tienen tantas burbujas?».

Alberto: «Porque hay mucha Coca-Cola».

Alexandra: «Es Coca-Cola. ¿La Cola-Cola se hace así?».

Así, los niños consideraron que el azúcar se había transformado en aquellos sistemas materiales con apariencia similar al contenido del tubo de ensayo empleado para calentar el azúcar. Una vez más, los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto que las ideas y modelos que los estudiantes desarrollan están dominados por lo perceptible, de ahí que estén basados en reglas de inferencia causal aplicados a los datos recogidos mediante un proceso de carácter sensorial (Driver et al., 1989).

Por el contrario, la categoría que hace referencia a que el azúcar se había derretido únicamente registró tres menciones durante la fase de observación y ninguna mención durante la fase final de la intervención en el aula.

Además, los niños incorporaron en sus respuestas nuevos elementos explicativos en virtud de las observaciones realizadas. Un niño en la fase de observación y tres niños en la fase de explicación mencionaron que el azúcar se había quemado:

Investigadora: «¿Y el azúcar por qué cambió de color? Habéis dicho que se iba a convertir en agua, pero el agua es transparente».

Celso: «Porque iba quemado. Se quemó el azúcar».

Investigadora: «¿Por eso se puso de ese color?».

Celso: «Sí, porque lo quemado siempre se pone muy oscuro».

Esta interpretación, que ya fue descrita por otros autores con niños de 8 a 13 años (e.g. Gabel et al., 2001) probablemente proceda del color negro de los restos de la descomposición térmica y de la asociación que se hace en el lenguaje común de la palabra quemado.

Por otra parte, relacionadas con la observación de aparición de gotas sobre el tubo de ensayo, se encuentran las categorías que hacen referencia a que la condensación se debe a gotas procedentes del azúcar, y la categoría que hace referencia a que la condensación se debe a gotas procedentes del fuego. Las respuestas de ocho niños en la fase de observación y de tres niños en la fase de explicación se encuadraron en la primera categoría. En la segunda categoría únicamente se enmarcó la respuesta de un niño durante la fase de observación.

CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados obtenidos en este estudio, podemos decir que inicialmente los niños tienden a interpretar la descomposición térmica del azúcar en términos de modificación de la sustancia, haciendo referencia a que el azúcar se rompe o se derrite. La observación del fenómeno permitió a los niños construir interpretaciones más sofisticadas al describir el fenómeno en términos de transmutación, haciendo referencia a que el azúcar se había transformado en otras sustancias como miel o cerveza. Basándose en la apariencia negra de los restos de la descomposición, algunos niños también

mencionaron que el azúcar se había quemado, construyendo interpretaciones comparables a las descritas con niños de 8 a 13 años (e.g. Gabel et al., 2001).

Tradicionalmente se consideró que la apropiación de determinados conceptos o la construcción de determinados modelos o teorías, como la teoría cinético-molecular o la teoría atómico-molecular, eran poco adecuados para ser introducidos a edades tempranas por su nivel de abstracción. No obstante, vemos que las respuestas de los niños de educación infantil cuando se enfrentan a la interpretación de un cambio químico cotidiano como la descomposición térmica del azúcar no difieren en gran medida de las otorgadas por niños de mayor edad. De acuerdo con Stevens et al. (2010), demorar la introducción de la naturaleza corpuscular de la materia y la idea de cambio químico puede tener más perjuicios que beneficios y, compartiendo la visión de autores como Samarapungavan et al. (2021), se hace necesario involucrar a los niños desde edades tempranas en actividades que permitan dar sentido a fenómenos de su entorno para que puedan construir un modelo de partículas simple. Se sentarán así las bases para construir paulatinamente modelos para la interpretación de los cambios en la materia más sofisticados que en la ausencia de estos referentes serían más complejos de construir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53-85. <https://doi.org/10.1080/03057269008559981>
- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P., Gómez-Galindo, A. y Morales-Blake, A. R. (2012). Cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores en educación infantil. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 691-727.
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, 33, 5-9.
- Demirbaş, M. y Ertuğrul, N. (2014). A study on preschoolers' conceptual perceptions of states of matter: A case study of Turkish students. *South African Journal of Education*, 34(3), 01-13. <https://doi.org/10.15700/201409161115>
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas de la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata.
- Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Fisher, B. (1998). Australian students' appreciation of the greenhouse effect and the ozone hole. *Australian Science Teachers Journal*, 44(3), 46-55.
- Gabel, D. L., Stockton, J. D., Monaghan, D. L. y MaKinster, J. G. (2001). Changing children's conceptions of burning. *School Science and Mathematics*, 101(8), 439-451. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb17879.x>
- García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 131-149.
- Samarapungavan, A., Sapkota, B. K., Bryan, L. A., Staudt, C., Glidden, A., Broadhead, J., Pinto, H. E. W. y Hook, K. (2021). Developing kindergarten students' conceptions of microscopic properties of matter through modeling-based technology-enriched instructions. Actas AERA Virtual Annual Meeting.
- Stevens, S. Y., Delgado, C. y Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 687-715. <https://doi.org/10.1002/tea.20324>
- White, R. T. y Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. New York: Falmer Press.

Análisis e implementación conjunta de metodologías para el desarrollo de la investigación y resolución de problemas en las aulas de ciencias

Alejandro Carlos Campina López¹, Antonio Alejandro Lorca Marín², María Ángeles de las Heras Pérez³.

¹ Univ. de Huelva. Dpto. de Didácticas integradas. alejandro.campina@ddi.uhu.es

² Univ. de Huelva. Dpto. de Didácticas integradas. antonio.lorca@ddcc.uhu.es

³ Univ. de Huelva. Dpto. de Didácticas integradas. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Este trabajo es un análisis documental que realiza un estudio comparativo entre el Pensamiento Computacional y la Indagación y el papel juega la Modelización en cada uno, proponiendo nuevas definiciones para así conformar un marco conceptual que facilite desarrollo de actividades y proyectos educativos en el área de las ciencias. Dado el éxito de la Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación (IBSE, por sus siglas en inglés, Inquiry-Based Science Education) y la demanda actual de una sociedad más digitalmente alfabetizada, se considera necesario definirlos y conocer cómo convergen y se articulan para poder ayudar a su implementación y coexistencia. Los resultados de este análisis sugieren una gran afinidad y grado de solapamiento entre estos tres conceptos para poder ser trabajados en conjunto.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento computacional, Enseñanza basada en indagación, Modelización, Enseñanza de las ciencias

ABSTRACT: This work is a documentary analysis that conducts a comparative study of Computational Thinking and Inquiry and the role Modeling plays in each, proposing new definitions in order to form a conceptual framework that facilitates the development of educational activities and projects in the field of sciences. Given the success of Inquiry-Based Science Education (IBSE) and the current demand for a more digitally literate society, it is thought necessary to define and understand how they converge and articulate in order to aid in their implementation and coexistence. The findings of this analysis indicate a high affinity and degree of overlap between these three concepts' abilities to collaborate.

KEYWORDS: Computational Thinking, Inquiry, Modeling, Science education.

INTRODUCCIÓN

La evolución de la transformación digital desarrollada en nuestra sociedad ha puesto de manifiesto por parte de organismos nacionales e internacionales, investigadores, gobiernos y comunidades educativas la necesidad de integrar en los currículos las Ciencias de la Computación (CC en adelante). La implantación de esta ciencia comprende, entre otros propósitos, el desarrollo del llamado Pensamiento Computacional (PC en lo sucesivo).

En los últimos años ha tenido lugar la introducción de la programación como materia en la enseñanza obligatoria en diversos países como algo necesario para los alumnos y ha acelerado la aceptación del PC como un concepto imprescindible en la enseñanza sin dar tiempo a su investigación: qué procesos implica este pensamiento, para qué puede ser realmente útil y cómo podemos abordarlo en educación, más allá de enseñar a programar (Ortega-Ruipérez, 2020).

El informe presentado en 2015 por la *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología* (FECYT)(Olivares de Julián et al., 2016) en colaboración con el gigante tecnológico *Google* destaca lo importante para las nuevas generaciones el tener conocimiento las CC para saber cómo funciona la tecnología, cómo se desarrolla y evoluciona y adquirir habilidades que son necesarias para diversos campos, de entre ellos, se pone de manifiesto el PC como una aproximación hacia la resolución de problemas en cualquier área y no sólo en la relacionada con las tecnológicas, puntualizando que “las CC son un ámbito de conocimiento clave, y el aprendizaje de la programación informática constituye una habilidad básica del Siglo XXI”. De forma análoga y en el mismo año, la propia Comisión Europea a través del informe *Science Education for Responsible Citizenship* habla sobre la necesidad de que los sistemas educativos y las políticas en materia de educación deberían centrar su apoyo a escuelas, maestros y estudiantes de todas las edades para aproximar la indagación a la educación de ciencias como parte de su núcleo (Hazelkorn et al., 2015). Según el propio FECYT, institución dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación, existen abundantes pruebas sobre los beneficios de un enfoque indagativo en el aprendizaje de las ciencias y la mejor manera de aprender ciencia escolar es practicándola a través de las prácticas científicas más recomendadas por la investigación didáctica (indagación, modelización y argumentación) (Jiménez-Liso, 2020).

Por otro lado, atendiendo a la orden Orden ECD/686/2014 del Ministerio de Educación, Cultura y deporte, se indica para el área de las Ciencias de la Naturaleza que “dada su creciente importancia, se debe iniciar a los alumnos y alumnas en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, para buscar información y para tratarla y presentarla, así como para realizar simulaciones interactivas y representar fenómenos de difícil realización experimental.”

La necesidad de desarrollar el PC y la indagación en la enseñanza de ciencias hacen replantearse cómo y en qué grado se pueden llevar a cabo de forma conjunta y para ello se considera necesario realizar estudio de sus significados, sus componentes, su rigor académico, el papel de profesores y alumnos, el cómo se evalúan, cómo usan las tecnologías digitales y cómo se comunican. Además, se ha realizado una revisión acerca de la modelización y su empleo como instrumentos o recursos usados en ciencias como vía para estudio, expresión, comprensión o generación de conocimiento.

MARCO CONCEPTUAL

El empleo de metodologías IBSE implican la realización de observaciones, la formulación de preguntas, la revisión de fuentes de información y evidencias experimentales, la planificación de investigaciones, la proposición de respuestas y explicaciones y la comunicación de resultados.

Para ello se requiere la capacidad del aprendiz para la identificación de supuestos, el uso del pensamiento crítico y lógico y la consideración de explicaciones alternativas (Andrade et al., 2010). Como punto de partida y de fundamentación para la realización

de futuros trabajos y proyectos, se ha considerado necesario hacer una nueva definición de cada concepto como base al estudio y desarrollo de actividades en conjunto.

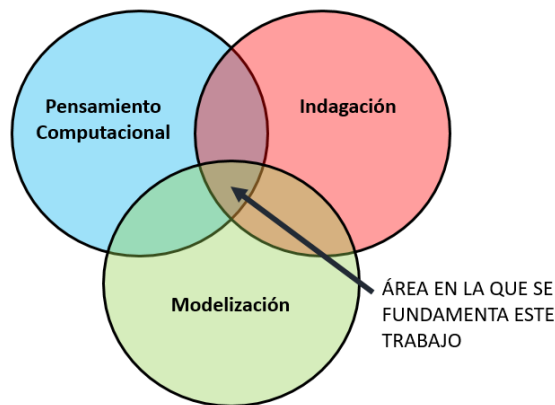


Figura 1. Representación de las 3 áreas principales en las que se fundamenta este proyecto y su zona de convergencia central como marco conceptual.

El concepto de Pensamiento Computacional

Desde que (Wing, 2006) acuñara el término por vez primera como “una forma de pensar que no se restringe en exclusiva hacia los programadores de sistemas ni científicos en computación, sino como un grupo de habilidades útiles para todas las personas” la propia autora amplió su definición en 2011 describiéndolo como “Los procesos del pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones para que las soluciones se representen en una forma que pueda ser llevada a cabo efectivamente por un agente del procesamiento de la información”. De esta definición surgen dos aspectos que son particularmente significativos para la educación (Bocconi et al., 2016):

- El PC es un proceso de pensamiento, por lo tanto, independiente de la tecnología.
- El PC es un tipo específico de resolución de problemas que implica capacidades distintas, por ejemplo, ser capaz de diseñar soluciones para ser ejecutadas por un ordenador, un humano, o una combinación de ambos.

En este proceso, el pensador computacional formula interrogantes que le permiten operacionalizar los problemas y darles solución mediante estrategias basadas en el análisis y construcción de algoritmos, y en las cuales aplica sus habilidades y herramientas mentales (Padrón et al., 2021).

Teniendo en cuenta las diferentes definiciones que ponen como énfasis el PC como un proceso: Wing (2006), ISTE y CSTA (2011), The Royal Society (2012), como una habilidad: Pérez y Roig-Vila (2015), (Zapata-Ros, 2019), o como una metodología: (González, 2016) y Padrón (2021), se propone la siguiente definición del término PC:

- Proceso mental para la resolución de problemas a través de habilidades o conceptos computacionales (descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, lógica algorítmica y depuración) que facilita el diseño y entendimiento de modelos reales o virtuales, involucrando la creatividad y el razonamiento secuencial para transformar eventos en términos más sencillos y manejables, reutilizables en todos los contextos de la vida cotidiana.

El concepto de Indagación

Las bases teóricas de la enseñanza basada en la indagación residen en el constructivismo (Chatterjee et al., 2009). Los aportes de (Couso, 2014) resumen en tres aspectos diferentes aquello a lo que los autores se refieren al hablar de indagación: el primero se refiere a las capacidades cognitivas que los estudiantes deben desarrollar: la capacidad de “indagar” o “investigar” científicamente, haciendo referencia a un contenido “de ciencias” a aprender que pueden interpretarse como habilidades procedimentales de tipo técnico-manipulativo, tales como medir, observar, hacer una gráfica, etc., o como conocimiento de las prácticas y conceptos en las que se basa la investigación empírica, como el uso de pruebas y la comunicación de resultados. El segundo, destaca la necesidad que el alumnado entienda sobre los métodos utilizados por los científicos para dar respuesta a sus preguntas basada en la práctica científica. El tercero hace hincapié en las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje que el profesorado debe desarrollar para que el alumnado aprenda los dos aspectos anteriores a través de una metodología IBSE.



Figura 2. Esquema con los principales conceptos que definen las diferentes metodologías y habilidades descritas en este trabajo.

Al igual que con el PC se propone la siguiente definición para el concepto de indagación, tomando de referencia autores y entidades como (National Research Council, 1996), (Linn et al., 2018), Couso (2014), (Jiménez-Liso, 2020):

- Habilidad de formular preguntas investigables y de emisión de hipótesis para desarrollar un proceso intencional de identificación y análisis de problemas, selección e interpretación de la información que permitan el uso o diseño de modelos e instrumentos para medir y obtener datos, indicios o coherencia de resultados que sirven para sustentar conclusiones en cualquier ámbito de la vida.

El concepto de Modelización

La modelización permite “idear” modelos interpretativos que nos sirvan para describir, predecir, explicar e intervenir en los fenómenos de acuerdo con lo que sabemos y las pruebas disponibles y que puedan transferirse a otros contextos. Esto implica poner el foco en la modelización, es decir, en la expresión, el uso, la evaluación y la revisión de los modelos (Couso, 2020).

Los modelos en educación de las ciencias naturales hacen referencia a multitud de actividades y recursos, físicos o virtuales, como maquetas, simulaciones, experimentos reales o virtuales, metáforas, analogías, etc. Se sugiere que el aprendizaje dentro de dicho currículo implica: adquirir una comprensión aceptable de qué es un modelo y cómo se lleva a cabo el modelado. (Gilbert, 2004).

La definición que se sugiere para el término modelización se ha construido en base a lo descrito por autores como Couso (2020), Gilbert (2004) y Oliva (2017):

- La modelización es la actividad esencial en las ciencias que conlleva a diseñar, expresar, usar, evaluar y revisar modelos, reales o virtuales, que cambian a medida que mejora la comprensión del mismo y que se usan como medio a través del cual se representan y desarrollan todos los sistemas o fenómenos con objeto de contrastar pruebas y explicar o predecir situaciones y hechos que sirven como mediadores entre las teorías y el mundo real.

CONCLUSIONES

Se considera la existencia de una importante afinidad entre los conceptos de pensamiento computacional e indagación como procesos para la resolución de problemas. A pesar de que existen muchos autores que definen al PC como un proceso para la formulación de problemas, se considera que éstos problemas se desarrollan a lo largo de un proceso y no desde un principio, considerándose el PC como un proceso puramente resolutivo. Por el contrario, el punto de partida de la indagación es el planteamiento de una pregunta o problema investigable que genera especial interés en el investigador y que desencadena un proceso investigativo para buscar respuestas.

La modelización, a través de sus múltiples dimensiones, resulta un eje fundamental para el desarrollo del conocimiento que refuerza la creatividad a medida que se aprende y que sirve de base para desarrollo de un producto propio que podría generar emociones positivas en el alumnado.

Finalmente, se sugiere que la conjunción de estos tres conceptos puede ser muy adecuada para el desarrollo de proyectos en el aula de ciencias y que su estudio e implementación puede ser clave para la adquisición de multitud de competencias, entre ellas, las relacionadas con las TIC, siendo la indagación y el PC procesos que podrían coexistir y complementarse a través de la modelización como “vehículo” para el desarrollo de los dos. Y, además, dicha conjunción se propone como solución a las carencias del sistema educativo para satisfacer la necesidad del currículo de llevar a cabo en el aula simulaciones interactivas y representar fenómenos de difícil realización experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H. B., Moreno, C. S., Garzón, L. P. y Donoso, J. D. M. (2010). El éxito en la enseñanza de las Ciencias basada en Indagación (EBCI): ¿Una cuestión más allá del aula de clase? *Pedagogía y saberes*, 32, 111-124.
- Basogain-Olabe, X., Olabe-Basogain, M. Á. y Olabe-Basogain, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46. <https://doi.org/10.6018/red/46/6>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. (2016). *El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink) by INTEFP Europa—Developing computational thinking in compulsory education—Implications for policy and practice*. https://issuu.com/ite_europa/docs/2017_0206_computhink_jrc_ue_intef

- Chatterjee, S., Williamson, V. M., McCann, K. y Peck, M. L. (2009). Surveying Students' Attitudes and Perceptions toward Guided-Inquiry and Open-Inquiry Laboratories. *Journal of chemical education*, 86(12), 1427-1432.
- Couso, D. (2014). *De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: Una reflexión crítica*. 28.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4>
- González, M. R. (2016). Codigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento de evaluación de programas. 720.
- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C., Deca, L., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Pintó, R. y Welzel-Breuer, M. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. <https://doi.org/10.2777/12626>
- International Society for Technology in Education ISTE & Computer Science Teachers Association CSTA. (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*. <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ctleadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>
- Jiménez-Liso, M. R. (2020, marzo 5). *Enseñando ciencia con ciencia* [Text]. FECYT. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Linn, M., McElhaney, K., Gerard, L., & Matuk, C. (2018). *Inquiry learning and opportunities for technology*.
- Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, por la que se establece el currículo de la Educación Primaria para el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y deporte y se regula su implantación, así como la evaluación y determinados aspectos organizativos de la etapa, Pub. L. No. Orden ECD/686/2014, BOE-A-2014-4626 33827 (2014). <https://www.boe.es/eli/es/o/2014/04/23/ecd686>
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- Oliva-Martínez, José María. «Modelización y pensamiento analógico en el aprendizaje del cambio químico». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 2017, n.º Extra, pp. 4363-70, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337626> [Consulta: 28-02-2022].
- Olivares de Julián, P., Ruíz Oliva, A., Zimmerman, Jose Luis, Mateos, J. A., Salazar Sabaté, F., Moreno León, J., Muntaner Perich, E., & Gómez Ortega, A. (2016, abril 20). *Educación de las Ciencias de la Computación en España* [Text]. FECYT. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/educacion-de-las-ciencias-de-la-computacion-en-espana>
- Ortega-Ruipérez, B. (2020). Pedagogía del Pensamiento Computacional desde la Psicología: Un Pensamiento para Resolver Problemas. *Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de la Educación*, 2(29), 130-144. <https://doi.org/10.12795/CP.2020.i29.v2.10>
- Padrón, N. P., Planchart, S. F., & Reina, M. F. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 55-76. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27419>
- ¿Qué es la Indagación? (s. f.). *Galileo Educational Network*. Recuperado 28 de enero de 2022, de <https://galileo.org/articles/que-es-la-indagacion/>
- The Royal Society (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. *Computing in Schools Reports*. <https://royalsociety.org/topicspolicy/projects/computing-in-schools/report/>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society*, 20(18). https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

Análisis y reflexiones preliminares sobre género y enseñanza de la química en currículum de Chile. Aportaciones teóricas.

Patricio Carrasco Monrroy¹, Daniela Muñoz Martínez², Mario Quintanilla-Gatica³

¹Colegio Pumahue de Chicureo.

²Escuela Industrial San Vicente de Paul

³Pontificia Universidad Católica de Chile.

RESUMEN: En este trabajo pretendemos compartir un análisis y reflexión inicial acerca de la enseñanza de la química (teoría atómica) en el currículum vigente en Chile, específicamente en el 2º nivel de secundaria. Esta reflexión tiene como objetivo explorar la presencia explícita de mujeres científicas dentro del programa de estudio. Nuestra lectura preliminar deja en evidencia que no existe mención a ninguna científica que haya aportado a la construcción de la teoría atómica, a pesar que los objetivos transversales del programa de estudios lo propone. Esta inconsistencia promueve material educativo para el profesorado con un sesgo de género, invisibilizando la labor de grandes mujeres científicas en la historia de la ciencia.

PALABRAS CLAVE: Currículo escolar, Enseñanza de las ciencias, Género, Teoría atómica.

ABSTRACT: In this work we intend to share an initial analysis and reflection about the teaching of chemistry (atomic theory) in the current educational curriculum in Chile, specifically in the 2nd level of secondary school. This reflection aims to explore the explicit presence of female scientists within the study program. Our preliminary reading shows that there is no mention of any scientist who has contributed to the construction of atomic theory, despite the fact that the transversal objectives of the study program propose it. This inconsistency promotes educational material for teachers with a gender bias, making the work of great women scientists in the history of science invisible.

KEYWORDS: School curriculum, Science education, Gender, Atomic theory.

INTRODUCCIÓN

Desde el 2017 en Chile y el mundo se ha iniciado la conocida y llamada 4ª ola feminista, debido al aumento en los casos de violaciones, abusos y maltratos hacia la mujer. Según los datos obtenidos en la red chilena contra la violencia hacia la mujer durante el año 2017 en Chile se registró 69 casos de femicidio, siendo la cifra más alta de la que se tiene registros desde el año 2010 en adelante. Es así como Cobo (2019) destaca que *“ha calado tan hondo entre las mujeres de todas las edades y ha tomado tal fuerza que está ampliando el marco de la definición de violencia, incluso de aquellas que han estado más naturalizadas”* (p. 138).

Esto nos lleva a reestructurar y visibilizar prácticas sexistas, cómo las brechas salariales entre hombres y mujeres, la accesibilidad a trabajos que son considerados para hombres según la sociedad, el acoso callejero, entre otros. En el área de las ciencias y su enseñanza, se ha confirmado el estereotipo científico androcéntrico, invisibilizado, excluyendo e

incluso usurpando el pensamiento científico de las mujeres a lo largo de los años (Camacho, 2018). Un claro ejemplo es el ya conocido premio nobel otorgado a Watson y Crick, por los hallazgos de la doble hélice de ADN donde las aportaciones de Rosalind Franklin, a quien por cierto Watson denominaba Rosy y se refería a ella cómo una mujer que “estaba decidida a no destacar en sus atributos femeninos” (Watson, 2000, p. 14) se reducen a una cita en el último párrafo del artículo publicado en *Nature*. En cuanto a la educación científica el feminismo se ha replanteado la construcción de nuevos proyectos educativos, donde se debe reformular e integrar el concepto de género así avanzar hacia una educación que considere transformar las condiciones actuales entre hombres y mujeres, a través de un cambio cultural, social y valórico (Barffusón et al., 2010; Quintanilla y Solsona, 2019).

Es aquí donde se hace notar la necesidad de avanzar hacia una educación científica con perspectiva de género para las y los estudiantes, por lo que es necesario replantearse las prácticas pedagógicas, disciplinares y didácticas, así como la formación inicial y permanente del profesorado, para avanzar hacia procesos educativos y de desarrollo profesional con igualdad de género. Por lo que el presente estudio preliminar tiene por objetivo: “identificar y caracterizar aspectos teóricos y prácticos del programa de estudio de ciencias naturales del segundo nivel de secundaria de Chile, explorando los conocimientos acerca de la teoría atómica y sesgos de género” en las orientaciones curriculares que se entregan al profesorado.

MARCO TEÓRICO

Enseñanza de las ciencias y género

La investigación en didáctica de las ciencias ha venido desarrollando y promoviendo aportaciones teóricas de manera continua, dinámica y permanente en este ámbito en los últimos veinte años, identificando principalmente una visión androcéntrica en el discurso del profesorado de ciencias donde se proyecta una imagen empobrecida que oculta la relación de poder de los hombres sobre las mujeres (Camacho, 2013; Quintanilla y Solsona, 2019). Así, se promueve una imagen estereotipada en la construcción del conocimiento científico, siendo este un mecanismo de exclusión no solo de la mujeres sino también de todos aquellos sectores que no cumplan con el patrón del científico cis-hombre, blanco y de clase media-alta. Esta visión de las ciencias son plasmadas en el discurso de las y los docentes de ciencias, lo que conduce a la naturalización de los roles de género. Es así cómo es posible observar específicamente en el área de la química cómo se enseña y se reconoce al *padre de la química* a Antoine Lavoisier, un hombre joven de Europa, pero no se consideran los aportes realizados por su propia esposa Marie-Anne Pierret. (Morales, 2019).

Según un estudio realizado por Camacho (2017) es posible identificar las creencias en cuanto al aprendizaje del conocimiento científico de los y las estudiantes por parte del profesorado, los que relacionan el aprendizaje, la adquisición de habilidades y el rendimiento del alumnado en el área de las ciencias con el sexo de estos, así los varones adquieren de forma más fácil el conocimiento del área científica que las mujeres. En cuanto a las creencias del profesorado de la relación entre las ciencias y el género la autora observa una ciencia tradicional y androcéntrica donde se le otorga mayor valor al trabajo científico generados por hombre, y dónde se caracteriza al hombre científico con un rol exitoso, sabio, y que acumula mayores conocimientos. Así mismo los y las docentes conocen a pocas mujeres en la construcción del conocimiento científico y se les reconoce

por su aporte en áreas que están más feminizadas como ciencias para la vida, o en la producción de cosméticos y recetas.

Según Solsona (2015) en la clase de química se trata de hacer posible la creación de un espacio sin distinción entre hombres o mujeres. Incluir la mirada femenina de las ciencias nos obliga como docentes a transformar la mirada tradicional de las ciencias y resulta de suma importancia incluir mujeres dentro del discurso educativo de los y las docente para entregar una visión más igualitaria de las personalidades que aportan a la construcción de estos conocimientos, lo que permite además hacer más atractiva las ciencias y favoreciendo el ingreso de mujeres a carreras de estas áreas (Soler, 2019)

Aportes de científicas en el desarrollo de la teoría atómica en la historia y filosofía de la química

La teoría atómica comienza a desarrollarse con fuerza a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, donde surgen grandes exponentes como Thomson (1897), Rutherford (1911) y Bohr (1913), pero es imprescindible mencionar además en esta época el desarrollo de las mujeres en el conocimiento científico. Durante el siglo XX comienza el ingreso de las primeras mujeres científicas, logrando insertarse en el mundo académico (Solsona, 2014). De esta manera, se incorporaron en los grupos de investigación y en los laboratorios de la distinta área de las ciencias, acrecentando el conocimiento científico y entregando otra perspectiva a la ciencia. Una de estas mujeres, es la gran connotada Marie Curie que descubrió en el año 1898 junto con su marido Pierre Curie la radioactividad y dos elementos químicos: Polonio (Po) y Radio (Ra). Estos hallazgos le otorgaron dos premios nobel, uno en física (1903) y otro en química (1911), siendo la única persona en recibir dos premios nobeles en distintas áreas de la ciencia (Muñoz y Garritz, 2013). Su hija mayor Irene Joliot-Curie también realizó aportes importantes, descubriendo la radioactividad artificial junto con su esposo Frederik Joliot-Curie otorgando el premio nobel de química en el año 1935 (Muñoz y Garritz, 2013).

Otra mujer que realizó interesantes aportes teóricos y metodológicos a la teoría atómica fue Maria Goeppert-Mayer, pues formuló el modelo de capas del núcleo que permite entender cómo funciona el núcleo de los átomos. Debido a este hallazgo recibió el premio Nobel de física en el año 1963, siendo la segunda mujer en recibirlo en esta área (Lomelí, 2019). Sin embargo, no todas recibieron el reconocimiento que merecían, Lisa Meitner a finales del 1938 descubre la ruptura de un átomo pesado en otros más estables y menos pesados denominada fisión nuclear, tal hazaña llevó a su profesor de tesis, Otto Hans, a ganarse el premio nobel en 1933 por los méritos de su alumna, excluyendo su nombre por ser una autora judía en medio de la Alemania nazi (Muñoz & Garritz, 2013).

Una aproximación a cuestiones de género en el curriculum de química chileno

Desde el 2018 las demandas feministas se han orientado hacia la construcción de una educación no sexista, debido a la profunda desigualdad entre hombres y mujeres, principalmente en el acceso a la escolaridad. Según Silva (1999) es posible identificar dos grandes grupos, en primer lugar aquellos países donde la cantidad de hombres que acceden a la educación es notablemente mayor que la de mujeres. Mientras que en países donde hay una aparente equidad entre hombres y mujeres, existe una visión estereotipada en los currículos aplicados y en donde además las instituciones presentan una segregación horizontal y ciertas profesiones son estereotipadas solamente para hombres.

A partir de los informes del Centro de Estudios Mineduc (2020) es posible identificar que la matrícula de jóvenes, niños y niñas durante el 2018 corresponde a un total de 3.442.765

estudiantes en donde el 51,1% corresponde a hombres y el 48,9% a mujeres. Por lo que no se logra evidenciar grandes diferencias. En cuanto al currículum implementado en Chile, a finales de la década de 1990 se implementan objetivos fundamentales transversales, que establecen contenidos de relevancia social, cómo derechos humanos y género. De esta forma se pretende que el género sea un tema relevante a nivel educativo y no de una unidad en específico (Caviedes et al., 2006).

Debido a lo ya descrito se decide analizar preliminarmente el programa de estudios de ciencias naturales de 8° año básico, en el eje de química correspondiente a la unidad 4 denominada “Estudio y Organización de la Materia”. Para ello se deciden contrastar un objetivo de aprendizaje de la unidad de química (OA12) con un objetivo actitudinal transversal del programa de 8° año básico, los cuales se presenta en la Tabla 1.

Tabla N° 1. Objetivos de aprendizaje y objetivo actitudinal transversal del eje de química. Fuente: Programa de estudio ciencias naturales 8° básico, 2016, MINEDUC

Objetivo de aprendizaje:	Objetivo actitudinales científicas transversal:
<p>OA 12: Investigar y analizar cómo ha evolucionado el conocimiento de la constitución de la materia, considerando los aportes y las evidencias de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La teoría atómica de Dalton • Los modelos atómicos desarrollados por Thomson, Rutherford y Bohr, entre otros. 	<p>OA H: Demostrar valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico y reconocer que desde siempre los seres humanos han intentado comprender el mundo.</p>

Dentro del propósito de la Unidad 4: Estudio y organización de la materia, parte planteando lo siguiente: “Las y los estudiantes analicen la estructura y las propiedades de la materia, a partir de los modelos explicativos de la materia; es decir, en base a los diferentes modelos atómicos generados por científicos a lo largo de la historia” (MINEDUC, 2016, p. 214). En esta frase se evidencia un uso de lenguaje con perspectiva de género para dirigirse a los y las estudiantes, sin embargo, cuando se presenta el contenido químico, no existe este mismo lenguaje, solamente se refieren a científicos que aportaron a la construcción del modelo atómico, incluso cuando se da la opción para referirse a otros se deja afuera a las mujeres que aportaron a la construcción del modelo atómico, cómo se puede evidenciar en el OA12.

En cuanto al objetivo actitudinal transversal OAH, se propone reconocer el aporte realizado por mujeres en la construcción del conocimiento en las ciencias, pero al contrastar con los objetivos de aprendizaje ya es posible evidenciar que no se considera el rol de la mujer en la unidad a trabajar. Si se continúa leyendo el texto se encuentra el apartado de “Sugerencias de actividades” donde se puede desglosar las actividades propuestas por el ministerio para cada OA de la unidad y así establecer si se cumple con la finalidad del OAH.

Dentro de las 11 actividades propuestas para que los y las docentes puedan utilizar durante sus clases, no es posible identificar ninguna científica que haya aportado a la construcción de este conocimiento, mientras que se nombran 22 científicos. En la Figura 1 es posible desagregar los científicos por objetivo de aprendizaje, y es posible identificar la frecuencia con las que son mencionados en las actividades propuestas por el programa de estudios, donde no es posible evidenciar el reconocimiento de mujeres en el aporte a la

construcción del modelo atómico o al descubrimiento y propiedades de los elementos que constituyen la tabla periódica.

De esta forma es posible afirmar que el objetivo actitudinal transversal *no se logra*, ya que se invisibiliza a las mujeres que han aportado al conocimiento del área de las ciencias. La inconsistencia de este hallazgo en el programa de estudio con el objetivo transversal propuesto y la unidad se identifica tanto en los objetivos de aprendizaje de toda la unidad como en las actividades sugeridas.

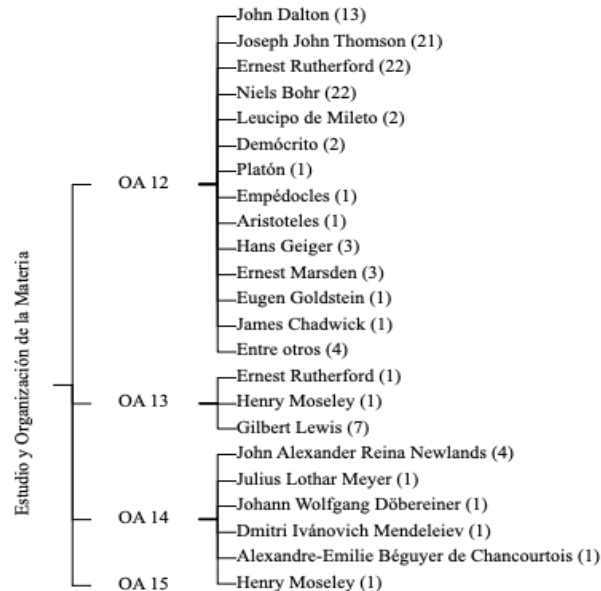


Figura 1. Red sistémica comunidad científica en el eje de química del programa de estudios de ciencias naturales de 8º básico. Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Podemos concluir que el programa de estudio de química entrega objetivos de aprendizaje y actividades con sesgo de género para los y las docentes. Resulta excluyente no considerar los aportes a la química de personalidades como Marie Curie dentro del programa de estudio, ya que se sigue perpetuando en el imaginario de los y las estudiantes que no existieron mujeres que aportaron en la teoría atómica (Solsona, 2014). De esta manera las brechas de género en el área de las ciencias se continúa potenciando e invisibilizando toda la labor de las mujeres científicas en la historia de la ciencia.

Tener un discurso inclusivo y sin sesgo de género permite acercar las ciencias y particularmente a la química, a una cultura educativa diversa, no androcéntrica que favorezca modelos culturales y valóricos distintivos de un mundo en permanente transformación. Si cómo docentes fomentamos la apertura a una visión de las ciencias no androcéntrica, abrimos la oportunidad de que las estudiantes formen parte y se acerquen a carreras científicas, promoviendo el espacio de diálogo a una construcción del conocimiento con los mismos derechos para todas y todos.

El Estado, como garante de la educación como un derecho social y del currículo prescriptivo, debe garantizar no sólo recursos para que los y las docentes promuevan una educación científica original y renovada, deben además reconfigurar sus marcos teóricos hacia una ciencia no sexista, y considerar a las mujeres científicas como eje de la

enseñanza de las ciencias, no solo en el nivel estudiado sino que en todos los procesos educativos.

AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del proyecto Puente 2021 de la Pontificia Universidad Católica de Chile que lidera su tercer autor.

REFERENCIAS

- Barffusón, R., Fajardo, J. y Trujillo, C.. (2010). Aportes feministas a la educación. *Enseñanza e investigación en psicología*, 15(2), 357-376.
- Camacho, J. (2013). Concepciones sobre ciencia y género en el profesorado de química: aproximaciones desde un estudio colectivo de casos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 19(2), 323-338.
- Camacho González, J. (2017). Identificación y caracterización de las creencias de docentes hombres y mujeres acerca de la relación ciencia-género en la educación científica. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 63-81.
- Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Nomadías*, 25, 101-120.
- Caviedes, E., Barrientos, V. y Fernández, P. (2006). La desigualdad olvidada: género y educación en Chile. *Equidad de género*, 99 - 148.
- Centro de Estudios Mineduc. (2020, octubre). *Informe del sistema educacional con análisis de género*. <https://equidaddegenero.mineduc.cl/assets/pdf/PMG2020.pdf>
- Cobo, R. (2019). La cuarta ola feminista y la violencia sexual. *Paradigma: Revista Nacional de Cultura*, 22, 134 - 138.
- Lomelí, M. (2019). Marie Goeppert-Mayer: Una mujer excepcional. *Universitarios Potosinos*, 36, 36-37.
- MINEDUC (2016). Programa de estudio: Octavo año básico. Santiago de Chile: Ministerio de Educación: Gobierno de Chile.
- Morales, A. (2019). Hacia la igualdad de género en la historia del sistema periódico. *Anales de Química*, 115(3), 227-227.
- Muñoz Páez, A. y Garritz, A. (2013). Mujeres y química: Parte IV. Siglos XX y XXI. *Educación química*, 24(3), 326-334.
- Quintanilla, M. y Solsona, N. (Ed.). (2019) *Mujeres, ciencia y educación en América Latina*. Editorial Bellaterra.
- Soler, B. (2019). La percepción de la autoeficacia en las actividades experimentales. En M. Quintanilla y N. Solsona (Eds.). *Mujeres, ciencia y educación en América Latina* (pp. 189 - 217). Editorial Bellaterra.
- Solsona, N. (2014). Las mujeres en la historia de las ciencias. En M. Quintanilla, S. Daza y H. Cabrera (Eds.). *Historia y Filosofía de la Ciencia Aportes para una “nueva aula de ciencias”, promotora de ciudadanía y valores* (pp. 155 - 177). Editorial Bellaterra.
- Solsona, N. (2015). Los saberes científicos de las mujeres en el currículum. *Qurrriculum*, 28, 33 - 54.
- Silva, T. (1999). *Documentos de Identidad Una introducción a las teorías del currículo*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Watson, J. (2000). *La doble hélice: relato personal del descubrimiento de la estructura del ADN*. Alianza Editorial.

Animales en el aula de infantil. Trabajando la clasificación

Esther Paños¹, María Teresa González¹, José Reyes Ruiz-Gallardo¹.

¹ UCLM. Facultad de Educación de Albacete. Esther.Panos@uclm.es.

RESUMEN: Con esta investigación se pretende descubrir cuáles son los animales que conoce el alumnado de infantil 3 años y qué criterios emplea a la hora de agruparlos en distintas categorías. Además, se evalúa la influencia de una intervención de aula con un método activo y apoyado en las TIC (GE – grupo experimental), frente a uno basado en el uso del libro de texto (GC – grupo control). Los participantes han sido 39 alumnos de entre 3 y 4 años (22 niñas). La información ha sido obtenida mediante cuestionarios. Los resultados muestran que los alumnos conocen mayoritariamente animales vertebrados, principalmente mamíferos. En general, clasifican un conjunto de animales salvajes y domésticos en función del color o sin seguir un criterio específico, y no en función de este rasgo. Tras la intervención, en ambos grupos se incrementan las clasificaciones en torno al rasgo doméstico/salvaje, aunque los alumnos del GE tienen más capacidad de identificar esta característica como un elemento común en animales muy diferentes visualmente.

PALABRAS CLAVE: Educación infantil, Animales, Clasificación, Método de enseñanza.

ABSTRACT: The aim of this research is to find which animals students age 3-4 years know and what criteria they use when grouping animals into different categories. In addition, the influence of a classroom intervention is evaluated, comparing an active and ICT-based method (EG – experimental group) to other mainly supported by the use of the textbook (CG – control group). Participants are 39 students aged 3-4 years old (22 girls). The information is obtained through questionnaires. The results show that students mostly know vertebrate animals, mainly mammals. In general, they classify a set of wild and domestic animals according to their color or without following a specific criterion. After the intervention, the classifications around the domestic/wild characteristic increase in both groups, although students in the EG are better when identifying this characteristic as a common element in externally different animals.

KEYWORDS: Early childhood education, Animals, Classification, Teaching approach.

INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha de comenzar en la educación infantil, permitiendo que el alumnado conozca el entorno que le rodea y que empiece, poco a poco, a dar respuesta a la inmensa cantidad de preguntas que se hace sobre los fenómenos que suceden en su vida diaria. Los docentes son una pieza clave en este proceso, generando situaciones de aprendizaje motivadoras y ofreciendo múltiples y diversos recursos materiales que estimulen los aprendizajes.

Los contenidos relacionados con el mundo animal son propios de este ciclo, como así se recoge en el decreto de enseñanzas mínimas (MECD, 2006), dentro del área de conocimiento del entorno, donde se señalan como contenidos específicos la identificación de seres vivos y la recogida de información de algunas de sus características,

comportamientos, funciones y cambios. Atendiendo a los criterios de evaluación, los alumnos han de ser capaces de realizar agrupaciones y clasificaciones de los seres vivos según diferentes criterios. Y es que el aprendizaje conceptual y procedimental están estrechamente relacionados y han de desarrollarse de forma paralela (Harlen, 2013) desde el comienzo de la educación.

El mundo animal es por tanto muy habitual en las unidades didácticas que se implementan en las aulas de infantil. En general, los libros empleados en la enseñanza en este ciclo incluyen más contenido relacionado con los seres vivos que otras temáticas de física, química o geología (Lloret et al., 2017). A pesar de ello, son escasas las investigaciones que ponen el foco en este contenido. La mayoría de estudios se realizan en educación primaria. Así, en este nivel, Martín (2013) encuentra que el alumnado de 4º curso clasifica los animales, principalmente, en función de sus características externas, y la mayoría tiene dificultades para hacerlo considerando si son domésticos o salvajes. Además, otros estudios identifican que, en general, los estudiantes tienen preferencia por los animales mamíferos (Almeida et al., 2020).

Con este estudio se pretende, por tanto, profundizar en el conocimiento que tiene el alumnado de infantil 3 años sobre los animales y su clasificación, poniendo el foco en el criterio de si han sido domesticados o no por el ser humano. Además, se comparan los aprendizajes que genera una intervención apoyada en el libro de texto frente a otra que se complementa con actividades manipulativas y basadas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Para ello, se definen los siguientes objetivos:

- Identificar qué animales conoce el alumnado de educación infantil 3 años.
- Comprobar qué criterio utilizan para clasificar una serie de animales (domésticos y salvajes).
- Analizar si utilizan el rasgo doméstico/salvaje para relacionar animales.
- Comparar el aprendizaje tras las diferentes intervenciones.

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación cuasi-experimental con un diseño pre-postest. Participan 39 alumnos (22 niñas) de un colegio público de la ciudad de Albacete; 22 pertenecen al grupo definido como experimental (GE), y 17 al grupo control (GC).

Recogida de datos

La recogida de datos se lleva a cabo mediante un cuestionario individual, realizado antes y después de la intervención en el aula. Este cuestionario ha sido desarrollado *ad-hoc* y está compuesto por tres partes:

- En la primera han de nombrar los animales que conocen.
- En la segunda se entregan cuatro animales de plástico, dos domésticos: caballo y oveja, y dos salvajes: león y elefante. Tal y como se puede apreciar en la figura 1, dos de ellos tienen tonos anaranjados (león y caballo) y los otros dos son grisáceos (elefante y oveja). Además, se utiliza una plantilla con dos conjuntos (ver figura 1). Antes de pedir al alumno que los clasifique, la investigadora le enseña cuatro objetos, dos rojos y dos azules, dentro de cada par uno es cuadrado y otro redondo, y le dice: “Mira, pongo en este conjunto los rojos y en este otro los azules (igual color, diferente forma). También lo puedo hacer de otra manera, poniendo en uno los cuadrados y en otro los redondos (igual forma, diferente color). Ahora tienes que

agrupar tú estos cuatro animales”. Cuando termina, se le pregunta por qué lo ha hecho así.

- Por último, en la tercera se muestran las imágenes reales de dos parejas de animales (jirafa y rinoceronte; gato y caballo) y se pide al alumno que describa en qué se parecen o qué tienen en común cada una de estas parejas.

Procedimiento

La investigación se ha llevado a cabo durante los meses de febrero y marzo de 2021, del modo que se describe a continuación:

Pretest: unos días antes de comenzar la intervención, se realizó, de manera individual y en una zona diferenciada del aula, la entrevista a cada uno de los alumnos, tanto del GE como del GC.

Intervención: la investigación coincide con la implementación en las aulas de la unidad didáctica sobre los seres vivos: animales y plantas. En el GC la unidad se lleva a cabo de la manera habitual, es decir, se basa principalmente en el empleo de fichas de trabajo de la editorial de referencia. En el GE, además de las actividades propias de la unidad, se realizan otras en las que se abordan, de manera práctica y manipulativa, la clasificación de los animales, las características más relevantes de los animales domésticos y salvajes y los hábitats donde viven. Los animales con los que se ha trabajado han sido todos los que proponía la editorial, así como otros que se añaden para ampliar los contenidos. Algunos ejemplos son la tortuga, el gamo, el ciervo, el búho, el pavo, el lince ibérico, el tucán, el pulpo, el canario, la culebra, etc. Se detallan a continuación algunas de las actividades realizadas en el GE:

- Búsqueda de imágenes de animales escondidas en el aula y clasificación en aros según el hábitat.
- Realización de dibujos y visualización en realidad aumentada.
- Mural de la selva y de la granja.
- Kahoot sobre clasificación de animales, entre otras.

Postest: se realiza, del mismo modo que en el pretest, la entrevista a cada uno de los alumnos.

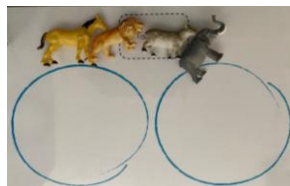


Figura 1. Animales y plantilla para clasificar en la pre y post-intervención

Análisis de datos

El análisis de los datos se ha realizado mediante estadística descriptiva. Las justificaciones de los alumnos se han categorizado a través de un proceso manual. Para analizar cómo los alumnos clasifican los animales se ha realizado un contraste entre grupos (GE vs. GC) antes y después de la intervención mediante tablas de contingencia y la prueba *chi*-cuadrado.

RESULTADOS

Pre-intervención

Animales que conoce el alumnado

El alumnado nombra una media de 4.33 animales. En el GC la media es de 4.64, mientras que en el GE se menciona una media de 4.09. En cuanto al tipo de animales que se nombran en ambos grupos, el 100% nombra animales vertebrados, mientras que tan solo el 10.25% nombra algún invertebrado (mariposa, abeja, saltamontes...). Dentro de los vertebrados, la gran mayoría nombra mamíferos (perro, pantera, caballo...), aunque también mencionan aves (pingüino, pollo, buitres...), reptiles (cocodrilo, serpiente, tortuga...) y peces (tiburón). Algunos alumnos nombran animales extintos (dinosaurio) o seres fantásticos (unicornio). En la figura 2 se detallan los porcentajes.

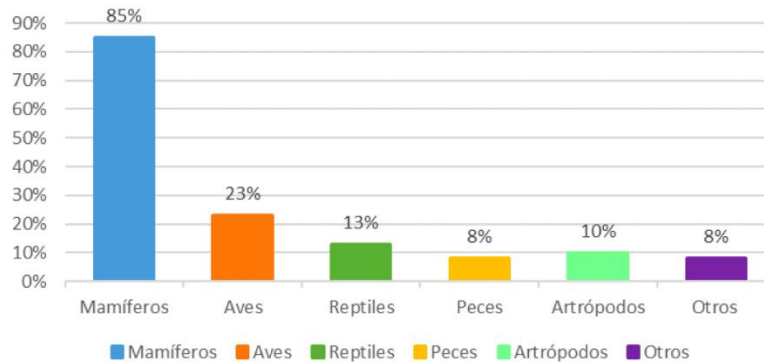


Figura 2. Animales que nombran los alumnos en el pretest (%)

Clasificación de animales

Con respecto a la clasificación de los animales (caballo/oveja, león/elefante), un 23.07% de los participantes los agrupa teniendo en cuenta el rasgo doméstico/salvaje, el 35.89% los agrupa según su color, y la mayoría del alumnado lo hace aleatoriamente, sin seguir ningún criterio aparente. Los resultados globales y por grupo se detallan en la tabla 1 (se incluyen en la misma tabla los resultados posttest para facilitar la interpretación posterior).

Tabla 1. Clasificación de animales, % global y GE / GC, en el pre y posttest

	TOTAL (%)		GE (%)		GC (%)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Color	35.89	38.46	36.36	27.27	35.29	52.94
Doméstico/salvaje	23.07	51.28	18.18	63.63	29.41	35.29
Otros	41.02	10.25	45.45	9.09	35.29	11.76

De los alumnos que agrupan a los animales por colores, un 53.33% lo justifica desde una perspectiva personal sin ofrecer argumentos: “Porque los elefantes y las ovejas no me gustan”, “Porque son amiguitos...”; un 26.66% asegura no saberlo, y solo un 20% es capaz de explicar que lo hace así porque los separa según su color.

Dentro de los que han clasificado a los animales en domésticos y salvajes, un 35% también lo hace sin argumentar, desde una perspectiva individual, “Porque me gusta así”, “Porque sí”, “Porque soy muy lista”. Curiosamente, un 30% afirma que hay unos que son salvajes y otros que son domésticos, y también un 15% explica que hay unos animales que son peligrosos y otros que no lo son. Por otra parte, un 10% menciona que así es como viven, y otro 10% asegura no saberlo.

Los que realizan una agrupación sin criterio aparente dan respuesta como “Porque no me acuerdo”, “Porque sí”, etc.

Similitudes entre animales domésticos y salvajes

Tan solo dos participantes mencionan que la jirafa y el rinoceronte tienen en común ser animales salvajes, y ambos pertenecen al GC. En el GE nadie es capaz de hacer esta observación. En relación al gato y al caballo, tan solo un estudiante del GE es capaz de apreciar que ambos animales son domésticos, mientras que en el GC son dos los que lo señalan.

Post-intervención*Clasificación de animales*

Tras llevar a cabo la intervención, en el GE la mayoría de participantes (63.63%) realiza la clasificación atendiendo a si son animales domésticos (caballo y oveja) o salvajes (león y elefante), el 27.27% los agrupa por colores (elefante y oveja; león y caballo), y el 9.09% los agrupa sin ningún criterio. Por otro lado, en el GC, más de la mitad de alumnos lo hacen por colores (52.94%), el 35.29% realiza la clasificación según el hábitat y el 11.76% los agrupa sin criterio aparente (ver tabla 1).

Se ha realizado un contraste entre el GE y el GC para comprobar si hay diferencias al emplear la clasificación doméstico-salvaje. Previamente, se comprobó que no había diferencias estadísticamente significativas en el pretest ($\chi^2(1) = 0.681 / p = .409$) entre los grupos contrastados, lo que implica que partían de un nivel similar. Sin embargo, tampoco existen estas diferencias en el posttest, es decir, una vez implementadas las actividades en el GE, según indica el estadístico *chi-cuadrado* ($\chi^2(1) = 2.174 / p = .140$), y a pesar de que son más participantes de este grupo los que emplean esta clasificación.

En cuanto a las explicaciones que dan los alumnos, en el GE un 31.81% justifica que ha hecho la clasificación porque unos son salvajes y otros domésticos, y este hecho solo lo justifica un 5.88% en el GC.

Similitudes entre animales domésticos y salvajes

En el GE ocho participantes son capaces de observar que la jirafa y el rinoceronte son salvajes, sin embargo, en el GC tan solo uno es capaz de apreciar esta similitud. En la tabla 2 se muestra el contraste llevado a cabo entre el GC y GE.

El contraste inicial (pretest) no arroja diferencias estadísticamente significativas, reflejándose el punto de partida similar. En este caso, y como puede apreciarse en la tabla, sí hay diferencias estadísticamente significativas en el posttest, lo que indica que los alumnos que han participado en las actividades adicionales propuestas identifican más el rasgo “salvaje” que tienen en común la jirafa y el rinoceronte.

Tabla 2. Nº de alumnos que identifican el rasgo salvaje/doméstico. Contraste GE/GC

	GE		GC		Contraste	
	Sí	No	Sí	No	χ^2	<i>p</i> valor
Pre jirafa / rinoceronte	0	22	2	15	2.728	.099
Post jirafa / rinoceronte	8	14	1	16	5.019	.025
Pre gato / caballo	1	21	2	15	.704	.401
Post gato / caballo	11	11	3	14	4.362	.034

Dentro del GE, once alumnos han establecido que el gato y el caballo son animales domésticos, mientras que en el GC han sido tres los alumnos los que han encontrado esta semejanza. En este caso, como muestra la tabla 2, también hay diferencias estadísticamente significativas al contrastar entre el GC y GE tras la intervención.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los animales que el alumnado de infantil 3 años es capaz de nombrar son, principalmente, mamíferos, resultado que ya se identifica en la literatura científica, aunque con alumnos mayores (Almeida et al., 2020). El que muy pocos alumnos nombren animales invertebrados puede deberse, entre otros motivos, a que en la mayoría de libros de educación infantil hay un predominio de los animales domésticos y, por tanto, de los animales pertenecientes al grupo de los mamíferos (Lloret et al., 2017). Así, la información obtenida con este estudio puede ser de utilidad a la hora planificar actividades para este nivel educativo, en el que es necesario implementar actividades sobre seres vivos ampliando el grupo de animales trabajados y poniendo el foco, especialmente, en los invertebrados.

A la hora de clasificar animales salvajes y domésticos, los alumnos lo hacen mayoritariamente por color o tamaño, centrándose por tanto en características visuales externas. Este hecho se justifica por su nivel evolutivo y, por tanto, por la centración perceptiva que caracteriza el periodo preoperacional, y que se refleja en una tendencia a focalizar su atención en algunos aspectos de una situación en detrimento de otros (Gutiérrez, 2010). Además, tienen dificultades para razonar o argumentar sus clasificaciones, lo que podría ser reflejo de su pensamiento egocéntrico. La ciencia en infantil ha de orientarse a que el alumnado aprenda a pensar y hacer, pero también a hablar (Pujol, 2003).

Llevar a cabo una intervención mejora la capacidad del alumnado de infantil 3 años de clasificar los animales poniendo el foco en el rasgo común salvaje/doméstico de dos animales visualmente muy diferentes, especialmente si se hace a través de actividades complementarias al libro de texto y apoyadas en el uso de las TIC. Este tipo de intervenciones han de formar parte habitual de la ciencia que se hace en las aulas de educación infantil, y no plantearse como experiencias puntuales cuyos efectos pueden ser limitados en el tiempo. Los resultados de este estudio proceden de una muestra no aleatoria y de un estudio de caso en un colegio concreto, por lo que no pueden generalizarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A., García Fernández, B. & OStrecht-Ribeiro, O. (2020). Children's knowledge and contact with native fauna: a comparative study between Portugal and Spain. *Journal of Biological Education*, 54(1), 17-32. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1538017>
- Gutiérrez, F. (2010). El desarrollo intelectual durante la infancia. Las operaciones concretas En J. A. García & J. Delval (Eds.), *Psicología del Desarrollo I* (pp. 237-264). UNED.
- Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7, 9-33. <https://doi.org/10.26220/REV.2042>
- Lloret, A., Jiménez Tejada, M.J., y Barón López, S. (2017). Las ciencias en los libros de texto de Educación Infantil. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (extra)*, 927-932.
- Martín, R. (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Universidad Complutense.
- MECD (2006). Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *BOE*, 4, 474-482
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Síntesis.

Attention to the diversity in the science classroom

Sara Pastor¹, María Napal².

¹ Universidad Pública de Navarra (UPNA). pastor.121102@e.unavarra.es

² Universidad Pública de Navarra (UPNA). maria.napal@unavarra.es

RESUMEN: El sistema educativo ha hecho una fuerte apuesta por la inclusión, que significa garantizar la presencia, participación y éxito de todos los participantes, brindando los apoyos y ajustes que se requieran. Adaptar las ciencias a la diversidad supone un reto adicional, dada la complejidad intrínseca de esta disciplina y la falta de formación del profesorado. Se presenta una propuesta, centrada en el desarrollo de destrezas científicas básicas en dos grupos de cuarto curso de E. Primaria con 7 estudiantes con NEAE (Necesidades Específicas de Apoyo Educativo). Los resultados apuntan a: 1) coincidencia con previas investigaciones en la falta de formación y recursos para desarrollar actividades experimentales inclusivas; 2) beneficios del enfoque indagatorio para aprender de forma cooperativa y práctica y 3) impacto global e individual de las adaptaciones en el progreso de aprendizaje y mejora en la comprensión de los estudiantes. Se sugieren algunas implicaciones para una atención inclusiva en esta disciplina.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, Destrezas científicas, Atención a la diversidad.

ABSTRACT: The educational system has made a strong commitment to inclusion, which means guaranteeing the presence, participation and success of all participants, providing the support and adjustments that are required. Adapting science to diversity is an additional challenge, given the intrinsic complexity of this discipline and the lack of teacher training. A proposal is presented, focused on the development of basic scientific skills in two groups of the fourth year of Primary Education with 7 students with SEN (Special Educational Needs). The results point to: 1) coincidence with previous research on the lack of training and resources to develop inclusive experimental activities; 2) benefits of the inquiry approach to cooperative and practical learning and 3) global and individual impact of adaptations on learning progress and improved understanding of students. Some implications for inclusive care in this discipline are suggested.

KEYWORDS: Early childhood education, Scientific skills, Attention to diversity.

INTRODUCTION

Everyone, being children, young or adult, needs to be included; that is, valued in their context of reference, such as family or school. A specific level of inclusion refers to educational inclusion.

This concept emerged after studying and analysing the concept of integration in the school setting and having understood the necessity of a terminological evolution. But integration processes have entailed that students with special needs receive education inside the mainstream, but have to accommodate to the curriculum, organisation and functioning of the school designed for 'normal' students (López Melero, 2001). Thus, currently, there is a tendency of abandoning this term, which is starting to be replaced by inclusion (Giné i Giné, 2001).

Inclusive education proposes a unique system for all, adapting the educational context to the diversity existing in students. Indeed, the concept of inclusion is extremely relevant because it implicitly involves accepting diversity as a positive and enriching aspect of the group. So, in order for them to be present, participate, and learn, that is, achieve a more inclusive education, school needs to give specific support to those who require it (Elizondo, 2017).

Supports paradigm and inclusive education

The Supports Paradigm personalises learning and this means adjusting to the individual needs of all students, where the level of intensity of a person's support needs is used as a basis for programming and planning. But this paradigm is not without difficulties, which are mostly related to the lack of coordination across levels, the scarcity of material resources and materials and the lack of trained human resources and specialized professionals (Ainscow et al., 2013, Echeita, 2020).

All in all, the principles of inclusion and equity can be applied at three levels: the school culture, the classroom culture, and the practices that teachers design in the classroom.

Adapting the natural sciences to the diversity

Children often struggle with understanding the symbolism and abstract concepts of sciences (AAAS, 1993). Moreover, scientific concepts are sometimes not adapted to their emotional and cognitive development, presenting concrete examples that are accessible from their experience. On top of that, these challenges to understand abstract concepts are often masked by the ability of students to memorize and recite scientific terms that they are unable to understand but can create an illusion of comprehension (Parker et al., 2016). Another obstacle of learning natural sciences is that this discipline possesses its own specific and specialized vocabulary, which is required to talk and understand sciences. Children are often challenged to grasp, learn, say and write scientific words (Harlen and Qualter, 2018). These difficulties are also present when storing these terms in the long-term memory, which implies recalling scientific concepts.

Another concern is that learning science involves acquiring and applying scientific skills that require different modes of thinking (analytical, computational, deductive, or inductive, among others). However, not all children have the same cognitive and thinking development.

Luckily, constructivist methodologies make easier to adapt science teaching to the different needs in the classroom. Particularly, Inquiry Based Science Education (IBSE) is one of the constructivist methodologies to respond to diversity in science (Melber, 2004). Together with that, several strategies can be used to organise the classroom, creating an organised and supportive classroom climate, adjusting instruction to the different rhythms and capabilities and providing access adaptations.

OBJECTIVES

All in all, the main objective of this study was to analyse if an educational proposal based on IBSE and Basic Process Skills serves to meet the demands of diversity, understood as access, participation and success, in Primary Education science classes.

MATERIAL AND METHODS

Context and participants

The didactic proposal was carried out in an Infant and Primary School, where Maths and Natural Sciences are taught in English. The institution chooses cooperative and active methodologies. There were two classes involved, totalling 35 students (18 boys, 17 girls) at grade 4. In total there are seven students with SEN (Special Educational Needs) (4 in Class 1; 3 in Class 2) and all of them receive specialized support.

The students were running a Project Based Learning proposal on the topic of plants. Before the implementation of the activity, the students acquired knowledge on the basic anatomy of the plant (stem, roots, leaves and flower), life cycle and plants' needs. Learners also studied photosynthesis during two sessions. So far, all students learnt science mainly through worksheets. Interactive videos were also added to help them understand concepts. All children carried out the same tasks and were not provided with adaptations or accommodations of learning.

The intervention included two activities. The first one, "Knowing my flower", was devoted to observation and description of the parts of the flower and their function in the reproduction cycle. It spanned for 3 sessions, and involving drawing a flower before and after dissecting one. The second activity was an IBSE proposal related to plant nutrition, to gain understanding on the process the water of a plant takes. Following previous studies related with flowers (Castillo et al., 2020), the proposal stemmed from contents memorized in the previous units to analyse a concrete, researchable, contextualized phenomenon, close to the reality of the students. In other words, it aims learners to acquire general knowledge on water absorption and evapotranspiration, following the question "where does the water the plant takes go?".

In both proposals, working cooperatively is prioritised as a link with the methodologies of the school. Moreover, general adaptations included, apart from organising heterogeneous groups, introducing and structuring the activity, selecting suitable materials, providing visual explanations, and anticipating vocabulary. There are also specific issues that are adapted in each of the educational activities, depending on the children's specific needs, such as providing support tests, access adaptations and extension activities. On the other hand, due to the complexity of the process of inquiry, guidance or scaffolding is provided in all the steps of the inquiry process. The purpose is ensuring everyone's participation and boosting learning including those with learning difficulties, short attention spans. Also, as natural sciences are taught in English, support is based on making students discuss and interact with more ease.

Impact on learning

The drawings of the flower before and after the intervention were analysed using some categories defined a priori. Five levels were defined according to the complexity of the organs depicted, the productions were labelled as A if they were overly academic (formal, stereotypic representations, as they can be found in the textbooks) or O if they were more realistic, based on Observation of the available specimens.

In addition, an observational register of narrative description was carried out, reflecting some attitudes and changes comparing before and after the activity in order to systematise the observation and guarantee the maximum objectivity. Secondly, several professionals were asked if they found the proposal suitable to meet the demands of diversity and why; the difficulties that could emerge and possible suggestions.

RESULTS

A1. Knowing my flower

Globally, there was a noticeable progress in the complexity of the drawings following the intervention. While in the previous drawing 21 students drew stereotyped flowers, lacking details of the reproductive parts (level 1), after the dissection 22 children successfully represented part or all the reproductive organs and placed them correctly (levels 4-5) (Figure 1). In relation to students with SEN, all of them remained the same or improved after the observation of the flower. Notably, the child who had an access adaptation, is the student that raised her level the most from her class.

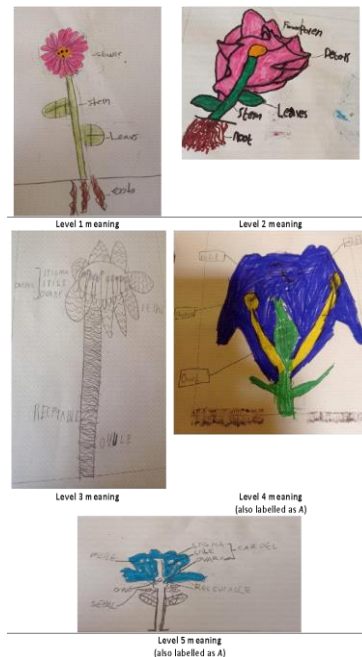


Figure 1. Levels in complexity of the depiction of the flower

A2. IBSE sequence

When teachers were asked whether the proposal would be useful for responding to the demands of diversity and the possible difficulties that it would entail, they agreed on the need of guidance. The obstacles could be linked with the complexity of the topic, which could be lessened with a correct development of BPS. One notorious advantage of inquiry instruction was the organisation of learning in cooperative groups. In addition, IBSE was also accentuated for being a very engaging teaching strategy (Table 1).

Table 1. Testimonies on the emergent implications of IBSE

Implications of IBSE
Teachers
"In this way, we could also work on specific content of Spanish or English (in the case of the PAI model) such as the production of scientific texts, spelling, the use of certain grammatical structures, vocabulary, and specific register, etc."
"Discovery learning encourages students to be active and eager to learn"
Environmental Museum of Pamplona
"From our experience, we can tell you that both with groups of functional diversity and with diverse groups what works for us are experimental and manipulative activities."
"In general, this type of students enjoys the activity, as they go outside the school and we usually do dynamic activities."

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In the implementation of inquiry in the classroom, the proposal contributed to learning and participation of all students because it was based on developing basic process skills of science (BPS) and inquiry skills, namely description and observation. Thus, findings suggest that inquiry supports a scientific literacy concentrated not only on concepts, but also on the processes of science (Furman, 2008).

Moreover, the satisfactory results might have been triggered by the value of the teacher as a guide to create an adequate context and scaffold the process of the observation of the flower, taking into account guidelines from Harlen and Qualter (2018) and Napal and Zudaire (2019). As shown by Castillo et al. (2020), when error is not punished, students tend to express personal ideas.

In addition, the proposal favoured students with specific difficulties and also most of the student from both classes, as occurred with ANFOMAM Project conducted by Public University of Navarre (UPNA) and Erasmus +, which designed mathematical manipulative activities for students with Down Syndrome that in the end aimed to benefit teaching of mathematics in Primary Education. Particularly, in this proposal there was a global advance of participation and learning, since 78% of students reached high levels (levels 3-5). This result might have been boosted by a thorough planning based on the Index for Inclusion to attempt to diminish barriers in learning, which in this case also considered the teaching of natural sciences in English (Ainscow et al., 2013).

Regarding the aim of analysing the advantages of inquiry-based learning, the results and benefits from the implemented proposal contribute to a clearer understanding of the flexibility of inquiry to adapt and accommodate learning to students' diverse needs, which was also studied by Mastropieri et al. (1997). In this proposal, teachers' guidance and adaptations benefited learners who presented any challenge or specific difficulty, as students with difficulties in understanding explanations could comprehend and carry out the activity. Also, students who struggled with paying attention showed interest and implication in the activity. What is more, while some children could not usually finish the worksheets and were not used to participating, during the adapted lessons they were motivated and focused on completing the tasks.

Therefore, results indicate that, although this activity is limited in time, it was satisfactory because general adaptations were applied, as the creation of a supportive climate, selection of appropriate materials, division of activities in shorter periods of time, adaptations of worksheets, and visual explanations and anticipation of activities to facilitate attention and comprehension of English language.

Thereby, despite all the analysed challenges, this proposal, although small, responds to the possibility of experimenting and adapting in the science classroom with few and accessible materials (Harlen and Qualter, 2018)

REFERENCES

- AAAS (1993). Benchmarks for Science Literacy. Project 2061. <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>
- Ainscow, M., Dyson, A., Goldrick, S. and West, M. (2013). Promoting equity in education. *Revista de Investigación en Educación*, 11(3), 32-43. <http://webs.uvigo.es/reined/>

- Castillo Hernández, F. J., Jiménez Liso, M. R., Martínez Chico, M., and López-Gay Lucio-Villegas, R. (2020). ¿ Cuáles son los ingredientes imprescindibles para indagar en el aula?. *Aula de innovación educativa*, 298, 26-30.
- Echeita, G. (2020). *Educación inclusiva. Sueño de una noche de verano*. Octaedro.
- Elizondo, C. (2017). Educación inclusiva. Un paradigma Transformador. Pedagogías de la inclusión. *Forum Aragón: revista digital de FEAE-Aragón sobre organización y gestión educativa*, 22, 28-31.
- Furman, M. (2008). IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias: Desafíos, estrategias y oportunidades. Blog.https://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2015/06/6b_furman_santillana-1.pdf
- Giné i Giné, C. (2001). Inclusión y sistema educativo. *Revista de Educación*, 327, 11–29.<http://files.emdiaz.webnode.com/200000091-d91e9db133/Escuela%20inclusiva.pdf>.
- Harlen, W., and Qualter, A. (2018). *The Teaching of Science in Primary Schools*. Routledge.
- López Melero, M. (2012). La escuela inclusiva: una oportunidad para humanizarnos. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(2), 131-160. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27426890007>
- Mastropieri, M.A., Scruggs, T., Mohler, L., Beranek, M., Spencer, V., Boon, R.T., and Talboot, E. (2001). Can Middle School Students with Serious Reading Difficulties Help Each Other and Learn Anything? *Learning Disabilities Research and Practice*, 16(1), 18–27. <https://doi.org/10.1111/0938-8982.00003>
- Melber, L. (2004). Inquiry for everyone: Authentic science experiences for students with special needs. *Teaching Exceptional Children Plus*, 1(2). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ966509.pdf>
- Napal, M, and Zudaire, M.I. (2019). *STEM. La enseñanza de las ciencias en la actualidad*. Dextra Editorial.
- Parker, C.E., Pillai, S., and Roschelle, J. (2016). *Next Generation STEM Learning for All: A report from the NSF supported forum*. Education Development Center. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4619.4805>

Cómo explica el alumnado de 5º de Primaria la implicación del aire en un fenómeno concreto

Susana García Barros¹, Cristina Martínez Losada², Yolanda Golías Pérez³

¹ Facultade de Ciencias da Educación. U. da Coruña. susana.gbarros@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. U. da Coruña. cristina.martinez.losada@udc.es

³ Facultade de Ciencias da Educación. U. da Coruña. y.golias@udc.es

RESUMEN: Se presenta una actividad dirigida a 5º de Primaria, centrada en los cambios que sufren ciertos objetos que contienen aire cuando se someten al vacío. Se analizan las ideas y modelos que activan 93 participantes en el desarrollo de la misma. Los estudiantes realizan predicciones e identifican características comunes de los objetos que cambian. Sin embargo, pocos consideran que el cambio se debe no solo al aire que contienen los objetos, sino también a la disminución del aire que los rodea, es decir, al vacío realizado.

PALABRAS CLAVE: Aire, Vacío, Educación primaria, Presión.

ABSTRACT: Here, we present an activity addressing students in 5th grade that focuses on the changes certain objects suffer when they are exposed to vacuum. Ninety-three students participated in the activity; their ideas and models were analyzed. Students made predictions and identified common characteristics of the objects that change, including the presence of air in the objects; however, a small percentage of students consider that the change is related to the air surrounding the objects (the vacuum).

KEYWORDS: Air, Primary education, Vacuum, Pressure

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas se viene manteniendo que la enseñanza de las ciencias ha de promover saberes diversos que permitan al ciudadano explicar el mundo y actuar responsablemente, valorando la propia ciencia. En este marco la deriva competencial constituye un importante referente, considerándose que el desarrollo de la competencia científica ha de atender a: a) explicar fenómenos científicamente; b) evaluar y diseñar la investigación y c) interpretar datos y pruebas científicamente (OECD, 2016). En esta línea una de las tendencias metodológicas más aceptada consiste en implicar al alumnado en las prácticas científicas que conjugan la indagación y la modelización, (Osborne 2014).

También está ampliamente aceptado que la observación/experimentación de fenómenos naturales no conduce necesariamente a una adecuada explicación, por ello es necesario atender a los modelos mentales explicativos, aplicables a un conjunto de fenómenos, que emplea el estudiante (Greca y Moreira, 2000), y a su deseable avance hacia otros cada vez más adecuados en su complejidad y abstracción. En este sentido, el estudio de los fenómenos relacionados con el aire y los gases constituye una oportunidad para ello, dado que se visualizan en lo cotidiano y sobre ellos se emplean explicaciones que evidencian el uso de modelos poco adecuados que deben mejorar. Concretamente se conoce que los alumnos de primaria solo consideran la existencia de aire si está en movimiento y no reconocen su materialidad –peso/volumen- (Driver et al., 1994; Seré, 1986). La fuerza

que el aire ejerce -presión atmosférica- también se identifica cuando el aire está en movimiento o comprimido en el interior de objetos/recipientes, resultando más difícil atender a ella para explicar otros fenómenos (García Barros et al., 2021). Además, los estudiantes muestran ideas compatibles con el “*horror vaqui*” históricamente vigente hasta el siglo XVII, y asocian los gases a combustibles perjudiciales para la salud (Seré 1985), confundiendo la idea de aire con la de oxígeno (ver revisión en Pozo et al., 1991).

En los últimos años se han diseñado y evaluado propuestas de enseñanza dirigidas a E. Infantil y Primaria, centradas en el desarrollo de modelos explicativos que toman en consideración la materialidad del aire (Mazas et al., 2018; Lorenzo Flores et al., 2018; Baptista et al., 2020) o que promueven la explicación de fenómenos donde se haya implicada la presión atmosférica (García Barros et al., 2021), evidenciando todos ellos las dificultades mostradas por el alumnado. Abundando en ello, pretendemos profundizar en este tema, poniendo el foco en otros fenómenos asociados a los cambios que sufren los objetos cuando se someten al vacío. Concretamente nuestro objetivo es analizar las ideas y los modelos explicativos activados por los estudiantes a lo largo del desarrollo de una actividad diseñada en este sentido y dirigida a 5º curso de Educación Primaria.

METODOLOGÍA

Se plantea una actividad que forma parte de una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) dirigida al estudio del aire y de la presión que ejerce, tomando como eje la observación y explicación de diversos fenómenos cotidianos. En concreto esta actividad se corresponde con una propuesta POE (Predicción-Observación-Explicación) (White y Gunstone, 1992), centrada en apreciar cómo afecta el vacío a determinados objetos que tienen paredes flexibles y almacenan aire en su interior.

Concretamente se trata de que los alumnos predigan si los siguientes objetos: globo poco hinchado, chucherías (nube -esponjosa- y osito -rígida-) y un trozo de papel, introducidos en un frasco de vacío para guardar alimentos, van a sufrir algún cambio después de accionar el émbolo para extraer el aire. Luego deben comprobar si sus hipótesis resultan coherentes con las observaciones, dando una explicación a los cambios percibidos. En la tabla 1 se recogen las preguntas específicas formuladas al alumnado.

Tabla 1. Secuencia de preguntas formuladas en el transcurso de la actividad

1. Si ponemos en el recipiente los siguientes objetos –globo un poco hinchado, nube, osito, papel- y luego hacemos el vacío con el émbolo, ¿qué creéis que les va a pasar?
- Después de hacer el vacío el globo
- Después de hacer el vacío el osito.....
- Después
2. Entonces, después de hacer el vacío, ¿qué objetos cambiaron?.....
3. ¿Qué les pasó a los objetos que cambiaron?
4. ¿Qué características creéis que tienen estos objetos que se modificaron al hacer el vacío?.....
5. ¿Cuál será la causa de que el globo y la nube hayan cambiado después de hacer el vacío?

Respecto al contexto de la SEA, cabe indicar que los estudiantes en las actividades precedentes a la aquí expuestas, realizaron experiencias que pusieron de manifiesto el empuje y la acción del aire. Concretamente observaron y explicaron: a) cómo vaciar un flan invirtiéndolo y despegando la “pegatina” de su base; b) por qué es recomendable utilizar doble abertura en los tetrabricks para evitar salpicaduras al verter su contenido; c) cómo manejar un recipiente de vacío para guardar alimentos, explicando las causas de su apertura y cierre. Hemos de añadir que los estudiantes habían tratado en cursos precedentes y/o en el propio curso, aspectos relativos al aire, concretamente asociados a

la meteorología, como mapas del tiempo, aparatos de medida, etc., y referentes a la diversidad de la materia y sus cambios, las fuerzas, etc., incluidos en el currículum LOMCE en ciencias sociales y ciencias naturales respectivamente.

En este estudio participaron 93 niños y niñas de 5º curso de Educación Primaria de dos colegios de la provincia de A Coruña, en adelante Colegio I y Colegio II. Los alumnos estaban distribuidos en 5 grupos, dos pertenecientes al Colegio I con 23 niños/as en cada uno y 3 grupos al Colegio II con 18, 10 y 19 estudiantes. El número de niños y niñas estaba equilibrado en cada uno de los grupos. Las actividades fueron desarrolladas por una maestra en cada colegio, con ellas se discutió el texto de las mismas para adaptarlas al nivel de los participantes. Los niños/as hacían el trabajo en grupo y respondían individualmente a las preguntas formuladas. Las respuestas fueron analizadas estableciendo categorías. Estas se formularon empíricamente a partir de las respuestas de las cuatro primeras preguntas. Para la pregunta 5 -explicación de los cambios de los objetos en el vacío- se establecieron en función de la adecuación de la respuesta. Las más adecuadas debían considerar el aire del interior del objeto y la falta del aire del recipiente (categoría 1), seguidas de las que consideraban solo la falta de aire en el recipiente (categoría 2) o el aire del interior del objeto (categoría 3). Esta última se subdividió en tres subcategorías que aludían a que: a) el objeto absorbe aire; b) el aire del objeto se expande; c) el objeto tiene aire. Por razones de espacio se sugiere ver detalles en tabla 3.

RESULTADOS

Respecto a las predicciones del comportamiento de los objetos frente al vacío, los participantes establecieron diferencias entre ellos (figura 1). La mayoría admitió que el globo cambiaría, aunque hay diferencias entre centros, en el colegio I el 69,6% pensó que disminuiría de tamaño mientras el 53,2% del colegio II consideró que aumentaría. Sin embargo, respecto al papel señalaron que no cambiaría o que se movería “volaría”, asociándose esta opción más específicamente a este objeto, sobre todo en el colegio II. Respecto a las chucherías se predijo en mayor medida el cambio en la nube que en el osito, sobre todo en el colegio I, mientras en el colegio II se apreció una diversidad de respuestas, y un mayor número de abstenciones (23,4 % en el caso del osito).

Tabla 2. Características atribuidas a los objetos que cambian al hacer el vacío en el frasco

CATEGORÍAS	COLEGIO I N=46	COLEGIO II* N=47	TOTAL N=93	Ejemplos Textuales
Referencia al aire en su interior	24 (52,2%)	21 (44,7%)	45 (48,4%)	<i>“Tienen o pueden tener aire dentro”</i>
Elasticidad del objeto	7 (15,2%)	9 (19,1%)	16 (17,2%)	<i>“Tienen paredes elásticas”</i>
Referencias abstractas	1 (2,2%)	3 (6,4%)	4 (4,3%)	<i>“Tienen partículas” “están vacíos”</i>
Otros, n/c	14 (30,4%)	16 (34,0%)	30 (32,3%)	<i>“Tienen azúcar, “se hinchan”</i>

*Algunos alumnos señalan más de una característica

Después de la observación todos los niños/as apreciaron que solo el globo y la nube incrementaban su tamaño. También identificaron las características de estos objetos señalando, alrededor del 50% de ambos centros, que contienen aire y/o que son elástico (17,2%) o bien citando referencias abstractas (tienen partícula, huecos interiores). Fueron abundantes otras respuestas (tautológicas, referidas a la composición -plástico, azúcar-,

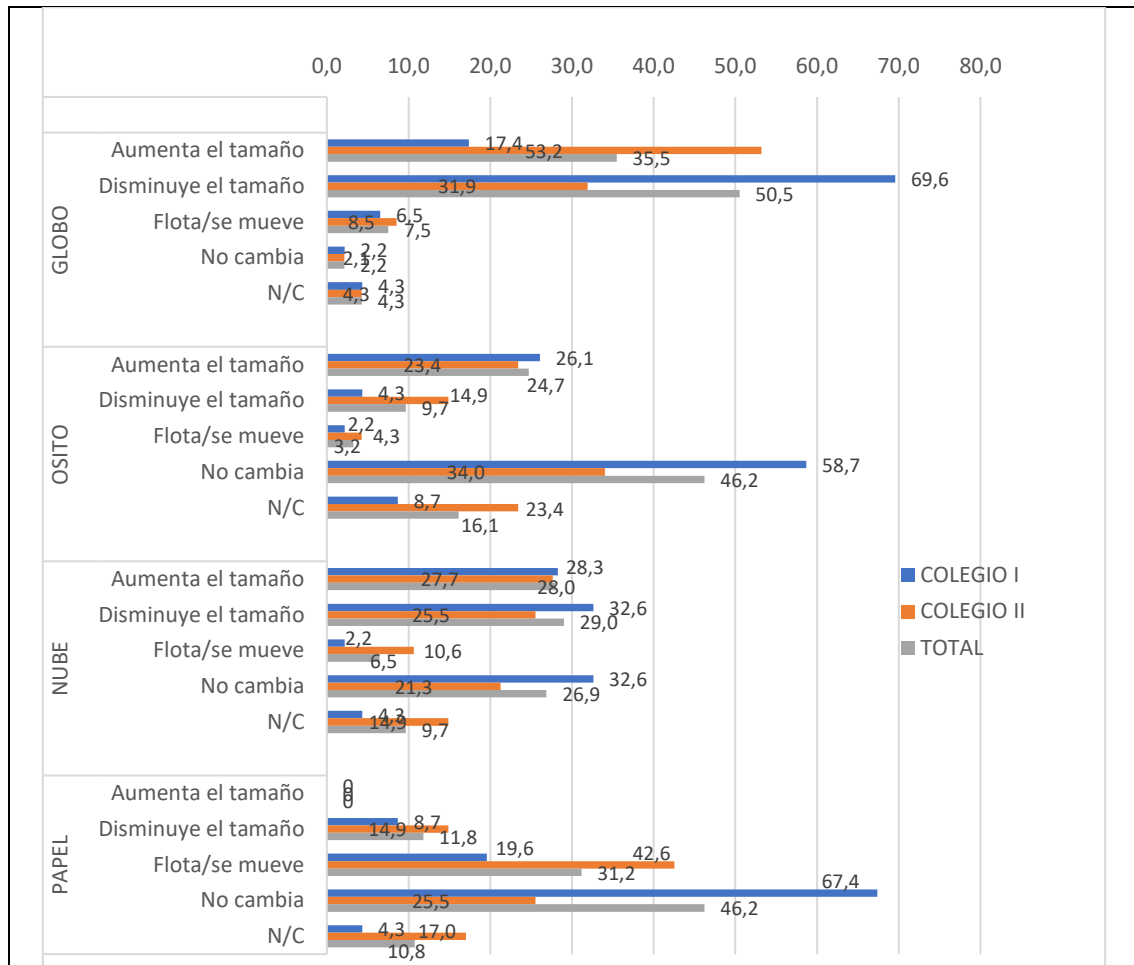


Figura 1. Predicciones del comportamiento de los objetos

Tabla 3. Análisis de las explicaciones sobre las causas de los cambios de los objetos sometidos a vacío.

CATEGORÍAS	Colegio I N=46	Colegio II N=47	TOTAL N=93	Ejemplos Textuales	
1. Se tiene en cuenta el aire del objeto y el vacío (falta aire en el frasco)	5 (10,9%)	7 (14,9%)	12 (12,9%)	“Los pequeños huecos donde estaba el aire dejaron de comprimirse al hacer vacío”. “Tienen aire dentro. Al quitar el aire las partículas se movían libremente e hinchó”.	
2. Se tienen en cuenta solo el vacío (falta aire en el frasco)	-	1 (1,2%)	1 (1,1%)	“porque al sacar el aire del frasco se hacen más grandes”.	
3. Se tiene en cuenta solo el aire del objeto	El objeto absorbe aire/entra aire	10 (21,7%)	20 (42,6%)	30 (32,3%)	“Porque el aire del vacío entró en los objetos y se hincharon”. “Porque las partículas de aire pasan al globo y a la nube”
	El aire del objeto se expande	13 (28,3%)	3 (6,4%)	16 (17,2%)	“Porque el aire se expande”. Porque las partículas del aire se separan y aumentó el volumen”.
3. El objeto tiene aire	12 (26,1%)	3 (6,4%)	15 (16,1%)	“Se hicieron más grandes porque tienen aire”	
4. Otras respuestas	4 (8,7%)	13 (27,7%)	17 (18,3%)	.Características de los objetos: “Son huecos porque necesitan algo que los cubra” .Incoherentes: “Se hacen más grandes porque el aire no entra en el recipiente”	
No contestan	2 (4,3%)	-	2 (2,2%)		

etc.), así como la omisión de las mismas (más del 30%) (Tabla 2). En esta ocasión no se apreciaron diferencias entre colegios.

Solo el 12,9% de los participantes focalizó el cambio del globo y de la nube al someterlos al vacío, tanto en el aire que contienen estos objetos, como en la disminución del aire del recipiente al hacer el vacío (categoría 1) (Tabla 3). La mayoría de las explicaciones se centraron solo en el aire del objeto (categoría 3) apreciándose diferencias entre centros pues, mientras las correspondientes al colegio I se asociaron equilibradamente a las tres subcategorías consideradas, las del colegio II se caracterizaron sobre todo por atribuir el hinchamiento de los objetos a la entrada de aire en los mismos (42,6%). En este centro además fueron más frecuentes otras respuestas (características específicas de los objetos respuestas incoherentes/ininteligibles, etc.).

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

- Los alumnos de 5° curso de Primaria proponen predicciones aceptables sobre el comportamiento de objetos frente al vacío, estableciendo diferencias entre ellos.
- Después de la experiencia todos identifican cambios en determinados objetos a los que atribuye una característica común: contienen aire en su interior.
- Los participantes muestran problemas para explicar la causa del incremento de tamaño de determinados objetos al someterlos a vacío, centrandó la causa en el aire del objeto.

Los alumnos disponen de capacidad predictiva en cuanto a las posibilidades de cambio que, acertadamente o no, tienen los objetos propuestos. Así, basándose en sus características y en su experiencia, es lógico que consideren que tienen más posibilidades de cambio los objetos que contienen aire o son esponjosos que los más compactos. Por el mismo motivo, también resulta esperable que predigan que los papeles van a volar. Por otra parte, la experiencia realizada les permite comprobar sus predicciones. Sin embargo, sus explicaciones, a pesar de que esta actividad se realiza después de otras que componen la SEA, son deficientes, poniendo de manifiesto los problemas, ya comentados en la introducción, que este tema encierra. El aire que nos rodea y que rodea a los objetos no se ve ni se nota y por tanto no existe, ni tampoco puede “*hacer nada*”. El alumnado, aunque sepa manejar el émbolo y llegue a activar la idea de que con él se eliminaba el aire de dentro del frasco -se hace vacío-, mantiene un modelo explicativo naif, que busca la causa del cambio en lo más tangible, es decir, en el aire que está dentro del globo/nube, al que atribuyen una capacidad innata de expansión; en el tipo de objeto, al que le reconoce la capacidad de absorber aire o en el propio aire capaz de introducirse en ciertos objetos. La mayor presencia de estas últimas justificaciones en un colegio u otras diferencias detectadas entre centros, pueden estar influidas por la intervención docente, las experiencias de los niños/as, sus interacciones etc., por lo que es necesarios seguir investigando.

Los problemas expuestos en el trabajo nos inducen a proponer mejoras en la actividad. Una de ellas podría ser insistir en la materialidad del aire, modelizándolo con partículas (caja de bolas) o dramatizaciones. Estas analogías, dirigidas a simular la existencia o ausencia del aire, permiten visualizar su mayor/menor empuje –presión- sobre los objetos, lo que favorecerá la construcción de la causalidad de los cambios observados en el volumen de los objetos que contienen aire en su interior.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-100).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baptista, M., Martins, I., Conceição, T. y Pipitone, C (2020) Desarrollo de las estructuras cognitivas del alumnado sobre el aire mediante actividades de investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(2), 2301.
doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2301
- Driver R., Asoko H., Leach J., Mortimer E. y Scott P. (1994) Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher* 23(7), 5-12.
<https://doi.org/10.4324/9780203464021>
- García Barros, S., Martínez Losada, C. y Rivadulla, J.C. (2021) El empuje del aire. Una propuesta para su estudio en educación primaria. *Actas de 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (118-125). Universidad de Córdoba.
- Greca, I. M. y Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1080/095006900289976>
- Lorenzo Flores, M., Sesto Varela, V. y García-Rodeja Gayoso, I. (2018). Una propuesta didáctica para la construcción de un modelo precursor del aire en la Educación Infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 55-68. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4628>
- Mazas, B., Gil-Quílez, M. J., Martínez-Peña, B., Hervás, A., & Muñoz, A. (2018). Los niños de infantil piensan, actúan y hablan sobre el comportamiento del aire y del agua. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 163-180
DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2320>
- OECD (2016), PISA 2015 Assessment and Analytica Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. PISA, OECD Publishing. http://www.provincia.bz.it/servizio-valutazione-italiano/download/pisa_2015_framework_def.pdf
- Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. En N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 579-599). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Pozo, J. I.; Gómez Crespo M. A.; Limón, M. y Sánchez Serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*. C.I.D.E.
- Sere M. G. (1985) The Gaseous State. En R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (Eds.), *Childrens' Ideas in Science* (pp. 105-123). Open University Press.
- Sere M. G. (1986) Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8(4), 413-425. <https://doi.org/10.1080/0140528860080408>
- White, R. y Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. The Falmer Press.

Comprensión de la naturaleza de la indagación científica en Educación Primaria

Radu Bogdan Toma¹, Juan Jiménez²

¹ Universidad de Burgos, España. rbtoma@ubu.es

² Illinois Institute of Technology, Estados Unidos. jjimen10@hawk.iit.edu

RESUMEN: La comprensión de la naturaleza de la indagación científica está cobrando protagonismo en los estándares de la educación científica en varios países. El propósito de este estudio es examinar qué comprensión de la indagación científica tiene un grupo de estudiantes de 4º grado de Educación Primaria ($N = 102$, 51% niñas) de la ciudad de Burgos, España. Los resultados revelan concepciones ingenuas que contradicen las ideas contemporáneas sobre la indagación científica. En especial, los estudiantes consideran que existe un único método científico que es universal y algorítmico; que todas las investigaciones prueban una hipótesis, y que los procedimientos investigativos no están guiados por preguntas de investigación. Una minoría del alumnado reveló concepciones informadas respecto a que las conclusiones de la investigación han de ser coherentes con los datos recogidos y que las explicaciones científicas se desarrollan a partir de nuevas evidencias y conocimientos previos. Estos hallazgos ponen de manifiesto que *hacer* indagación científica en el aula no es un requisito suficiente para *comprender* las características de la indagación científica, precisándose estrategias explícito-reflexivas.

PALABRAS CLAVE: Indagación científica, Naturaleza de las ciencias, Educación primaria.

ABSTRACT: Understanding the nature of scientific inquiry is gaining prominence in science education standards worldwide. This study examines the understanding of scientific inquiry of 4th grade students of Primary Education ($N = 102$, 51% girls) in the city of Burgos, Spain. The results reveal naive conceptions that contradict contemporary ideas about scientific inquiry. Students consider that there is a single, universal and algorithmic scientific method; that all investigations test hypotheses; and that research procedures are not guided by research questions. Few students revealed informed conceptions regarding the need to develop conclusions consistent with the data collected, and that scientific explanations are developed from new evidence and prior knowledge. These findings show that *doing* scientific inquiry is not enough to *understand* the characteristics of scientific inquiry, and explicit-reflective strategies are needed.

KEYWORDS: Scientific inquiry, Nature of science, Elementary education.

INTRODUCCIÓN

La indagación científica es un aspecto central dentro de las últimas reformas en educación científica y es considerada como parte fundamental para la alfabetización científica (Crawford, 2014). No obstante, se trata de un término ambiguo que se presta a distintas conceptualizaciones (Vergara y Cofré, 2012). Por un lado, la indagación científica es definida como un *medio*, haciendo así referencia a que se trata de una metodología de enseñanza de las ciencias que refiere a las actividades que debe desempeñar el profesorado y el alumnado en las clases de ciencias. De este modo, la indagación científica, involucra a los estudiantes en "la generación y evaluación de explicaciones científicas sobre el mundo natural a medida que participan en las prácticas científicas (...)

lidiando con los datos y utilizando la evidencia y la lógica para dar sentido a algún evento" (Crawford, 2014, p. 517).

Por otro lado, la indagación también se considera un *fin* de la educación científica. En este sentido, se refiere a un conjunto de habilidades cognitivas y manipulativas, así como a la comprensión de la naturaleza de la indagación científica. En el primer caso, dichas habilidades incluyen, entre otras, la identificación de variables, la formulación de hipótesis, el uso de pruebas, la evaluación de explicaciones y la elaboración de conclusiones (Bunterm et al., 2014; Toma, 2021, 2022). En el segundo caso, se pretende el fomento de la comprensión de la naturaleza de la indagación científica (*Nature of Scientific Inquiry*, en inglés, o NOSI), esto es, las características de esta metodología científica (Lederman et al., 2021). Esto incluye aspectos necesarios para tomar decisiones fundamentadas en el razonamiento científico, tales como comprender que los procedimientos empleados en una investigación pueden afectar a los resultados obtenidos; que los datos y las evidencias científicas son aspectos diferentes; o desmitificar la existencia de un método científico algorítmico, compuesto por unos determinados pasos que garantizan la obtención de resultados fiables (Lederman et al., 2014).

OBJETIVOS

La indagación científica como una metodología didáctica o como el conjunto de habilidades indagatorias ha recibido una gran atención en la literatura científica. Sin embargo, la comprensión de la naturaleza de la indagación científica es un aspecto descuidado. Por lo tanto, el presente estudio examina la comprensión de alumnado del 4º curso de Educación Primaria de las características de la indagación científica. Los datos que se presentan en esta comunicación forman parte de un estudio internacional en el que participan más de treinta países o regiones diferentes.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se trata de un estudio descriptivo, de tipo observacional, donde el constructo objeto de estudio ha sido examinado a partir de técnicas de encuesta (Cohen et al, 2018).

Participantes

Se empleó un muestreo intencional, encuestan dos centros de adscripción concertada y otro pública, representando así el contexto educativo de la ciudad de Burgos, en España (Cohen et al., 2018). Participaron 102 estudiantes de seis clases –dos por centro– de 3er grado de Educación Primaria. La mitad de la muestra estuvo conformada por chicas (51%) y la edad media de los estudiantes fue de 8.5 años ($DE = 0.5$, rango 8-9 años).

Instrumento

Se empleó una versión adaptada del cuestionario *Views of Scientific Inquiry* (VASI), desarrollado por Lederman et al., (2014). Tras varios estudios piloto, se ha constatado que en 4º grado de Educación Primaria se puede medir, de manera válida y fiable, los aspectos NOSI que se recogen en la Tabla 1. Se recoge, en la Figura 1, un ejemplo de pregunta empleada para medir la comprensión acerca de que las investigaciones comienzan con una pregunta de investigación, pero no necesariamente prueban una hipótesis.

Análisis de datos

Dos evaluadores clasificaron las respuestas en ingenuas, mixtas o informadas hasta alcanzar, al menos, un consenso del 80% (Cohen et al., 2018). Las respuestas ingenuas contradecían los puntos de vista contemporáneos sobre la NOSI. Las respuestas mixtas eran parcialmente coherentes o no proporcionaban ejemplos congruentes para la respuesta proporcionada. Las respuestas informadas eran coherentes con las ideas aceptadas acerca de la NOSI. Se entrevistó a un 20% de los estudiantes, seleccionados de manera aleatoria de cada una de las tres categorías de respuestas, para garantizar la fiabilidad de la codificación.

Tabla 1. Aspectos de la naturaleza de la indagación científica evaluados

Aspecto NOSI	Descripción
1. Pregunta	Todas las investigaciones científicas comienzan con una pregunta, pero no necesariamente prueban una hipótesis
2. Métodos	No existe un único conjunto y secuencia de pasos que se sigan en todas las investigaciones científicas (es decir, no hay un único método científico)
3. Procedimientos	Los procedimientos de investigación son guiados por la pregunta formulada
4. Conclusiones	Las conclusiones de la investigación deben ser coherentes con los datos recogidos
5. Explicaciones	Las explicaciones se desarrollan a partir de una combinación de los datos recogidos y de lo que ya se sabe sobre el fenómeno objeto de estudio (conocimiento previo)



Figura 1. Ejemplo de pregunta del cuestionario VASI adaptado para Educación Primaria

RESULTADOS

La Tabla 2 muestra el porcentaje de estudiantes con concepciones ingenuas, mixtas o informadas sobre la NOSI. Los aspectos NOSI con visiones más informadas fueron que las conclusiones han de ser coherentes con los datos recogidos y que las explicaciones se desarrollan a partir de los datos recogidos y del conocimiento previo que ya se posee sobre el fenómeno objeto de estudio. En este sentido, hasta un 35.3% de los estudiantes reflejaron visiones informadas. En cambio, los aspectos con visiones más ingenuas fue la existencia de un método científico. Así, casi la mitad de la muestra (46.1%) consideran que existe un único método científico, universal, que consta de un conjunto de pasos

algorítmicos que aseguran el éxito. En cuanto a los dos aspectos NOSI restantes, la mayoría del alumnado (45.1%) posee visiones mixtas sobre el hecho de que las investigaciones comienzan con una pregunta de investigación, si bien persiste la idea de que todas las investigaciones ponen a prueba una determinada hipótesis. Finalmente, apenas el 11.8% de los estudiantes encuestados posee una comprensión adecuada acerca de que los procedimientos de investigación son guiados por la pregunta formulada, en clara analogía con el pensamiento de la existencia de un método científico.

Tabla 2. Visiones sobre la naturaleza de la indagación científica

	Pregunta		Métodos		Procedimientos		Conclusiones		Explicaciones	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Ingenuas	33	32.4	47	46.1	38	37.3	18	17.6	18	17.6
Mixtas	46	45.1	42	41.2	52	51.0	48	47.1	48	47.1
Informadas	23	22.5	13	12.7	12	11.8	36	35.3	36	35.3
Total	102	100	102	100	102	100	102	100	102	100

CONCLUSIONES

Este estudio centra su atención en la indagación científica como un *fin* de la educación científica; esto es, la necesidad de entender las características del quehacer científico. Si bien no se ha demostrado empíricamente, se asume que comprender la naturaleza de la indagación científica podría favorecer la alfabetización científica del alumnado y la toma de decisiones personales y sociales informadas (Lederman et al., 2014, 2021). En conjunto, este estudio ha revelado que la comprensión de la investigación científica por parte de los alumnos de 4º curso no es adecuada. En general, los estudiantes revelaron opiniones ingenuas o mixtas en los cinco aspectos NOSI evaluados. Destacan, por su ingenuidad, las respuestas referidas a la existencia un método científico universal. Estos resultados no son sorprendentes dado que el currículo español actual hace mención explícita al "Método Científico", lo que parecería estar transmitiendo la idea errónea de la existencia de un único método científico.

Por otro lado, un alto porcentaje de estudiantes tenía opiniones informadas sobre que las conclusiones deben ser coherentes con los datos y las explicaciones provienen de los datos y los conocimientos previos. Una posible explicación de estos resultados es que en Burgos se encuentra el yacimiento arqueológico de Atapuerca y se encuentra el principal Museo de la Evolución Humana de España. Es muy habitual que los colegios de esta ciudad realicen diferentes viajes y actividades curriculares en estos yacimientos y museo en los que se abordan aspectos relacionados con los fósiles y, probablemente, se trabajen aspectos similares de forma explícita.

Cabe destacar que estos resultados se asemejan con los obtenidos en los dos estudios internacionales previos sobre la NOSI, en los que la muestra española –proveniente de la ciudad de Sevilla– de 1º de Educación Secundaria y 2º de Bachillerato mostró asimismo una comprensión inadecuada de la naturaleza de la indagación científica (Lederman et al., 2021). Dado que la muestra de estos estudios ha sido cuidadosamente seleccionada para representar la composición demográfica del contexto sevillano y burgalés, se podría concluir que estos hallazgos pueden ser generalizados a otros contextos educativos con características similares; esto es, la comunidad de Andalucía y Castilla y León. Esto es

así debido a que la comprensión de la NOSI requiere del uso de enfoques explícitos y reflexivos que, no son promovidos por el currículo vigente. Antes bien, el currículo español de ciencias de las distintas etapas educativas promueve el uso de la indagación científica como una estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias, con ideas ingenuas como el uso del método científico.

De estos resultados se derivan varias implicaciones educativas. Por un lado, estos hallazgos revelan que hacer indagación en el aula no es suficiente para promover una comprensión de la naturaleza y las características de la indagación científica, lo que pone de manifiesto la necesidad de adoptar enfoques explícitos para su aprendizaje y adecuada comprensión, aspecto que se viene resaltando en las reformas de otros países (Lederman et al., 2021). Por otro lado, se requiere del desarrollo de programas de formación inicial y continua para que los docentes, al emplear la indagación científica, también adopten estrategias explícitas para reflexionar con el alumnado sobre las características del quehacer científico (Toma et al., 2017).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bunterm, T., Lee, K., Ng Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattavongsa, J., y Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937-1959. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.886347>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. Routledge.
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. En N. G. Lederman & S. K. Abell (Ed.), *Handbook of research on science education*, V. II (pp. 515-541). Routledge.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartels, S., Jimenez, J., Acosta, K., Akubo, M., Aly, S., Andrade, M. A. B. S. d., Atanasova, M., Blanquet, E., Blonder, R., Brown, P., Cardoso, R., Castillo-Urueta, P., Chaipidech, P., Concannon, J., Dogan, O. K., El-Deghaidy, H., Elzorkani, A., ... Wishart, J. (2021). International collaborative follow-up investigation of graduating high school students' understandings of the nature of scientific inquiry: is progress Being made? *International Journal of Science Education*, 43 (7), 991-1016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1894500>
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., y Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry - The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83. <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Toma, R. B. (2021). Effect of confirmation and structured inquiry on attitudes toward school science. *School Science and Mathematics*, 122 (1), 16-23. <https://doi.org/10.1111/ssm.12505>
- Toma, R. B. (2022) Confirmation and structured inquiry teaching: Does it improve students' achievement motivations in school science?. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 22, 28-41. <https://doi.org/10.1007/s42330-022-00197-3>
- Toma, R. B., Greca, I. M., y Meneses-Villagrà, J.  . (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(2), 442-457. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11
- Vergara, C., y Cofré, H. (2012). La Indagación Científica: Un concepto esquivo, pero necesario. *Revista Chilena de Educación Científica*, 11(1), 30-38.

Construcción de un marco para la evaluación de SEAs desde el paradigma IBD

Èlia Tena¹, Digna Couso¹

¹ Departament de didàctica de la matemàtica i les ciències experimentals UAB

RESUMEN: Pese a la importancia que el marco IBD otorga a evaluación de la calidad y la mejora iterativa de las SEAs son pocas las investigaciones que han profundizado en este aspecto. Diversos autores apuntan como algunas de las principales dificultades: una falta de marcos consensuados comunes, una amplia polisemia en el uso de la palabra calidad y una falta de relación entre evaluación y las modificaciones. El objetivo de esta comunicación es plantear un nuevo marco de evaluación de la calidad de las SEAs diseñadas desde el paradigma IBD. Para ello se revisan algunos marcos existentes identificando qué elementos y prácticas se consideran clave en una SEA, y qué criterios se utilizan para analizar la calidad de estas. Esta revisión a la luz de los objetivos y características del paradigma IBD nos ha permitido plantear un nuevo marco de evaluación de la calidad de las SEAs en la práctica formada por 3 dimensiones (validez, utilidad y confiabilidad) que se concretan en 7 criterios que relacionan los diferentes elementos y/o prácticas clave en el diseño e implementación de una SEA.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, Calidad, IBD, SEA.

ABSTRACT: Despite the importance achieved from the DBR framework to the evaluation of the quality of the TLS and their iterative improvement, there is little research focusing on that. Authors highlighted an important lack of common evaluation frameworks, a polysemy in the use of the word “quality”, and absence of connection between the evaluation and the changes. The aim of this communication is to present a new evaluation framework for the analysis of the quality of TLS designed from a DBR paradigm. For that, some existent proposals are reviewed, focusing on the elements and practices that have been considered significant in a TLS and the criteria used for analysing their quality. These ideas are contrasted with the main characteristics of DBR paradigm to design a new evaluation framework for the quality of TLS formed by 3 dimensions (quality, utility, and reliability) and 7 criteria that link the significant elements or practices identified.

KEYWORDS: Evaluation, Quality, DBR, TLS.

INTRODUCCIÓN: EL PARADIGMA IBD

Con la intención de mejorar la relación entre investigación y práctica educativa, en los últimos años ha aumentado el interés hacia el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEAs) (Guisasola et al., 2021). Pese a la existencia de numerosas propuestas y modelos para su diseño, uno de los paradigmas más reconocidas a en didáctica de las ciencias es la propuesta de Investigación Basada en el Diseño (IBD) (Guisasola et al., 2017; Kelly et al., 2014).

De acuerdo con DBR Collective (2003) este paradigma busca estudiar el aprendizaje en contexto a través del diseño sistemático y el estudio de las estrategias y herramientas

educativas puestas en práctica. Así, una de las principales diferencias de las investigaciones IBD con el resto de los paradigmas del diseño es su doble objetivo. Por un lado, estas buscan diseñar SEAs bien fundamentadas, empíricamente adaptadas al razonamiento del estudiantado y útiles para la implementación en las condiciones habituales de aula; y, por otro lado, persiguen ampliar y/o validar empíricamente parte de las teorías y principios de diseño en que se sustentan (Guisasola et al., 2021; Méheut y Psillos, 2004; Plomp y Nieveen, 2013; Romero-Ariza, 2014; van den Akker, 1999). Así, este paradigma se caracteriza por su énfasis en la comprensión de los procesos y la orientación hacia el desarrollo de teorías, pero también por su orientación práctica y su carácter intervencionista e iterativo (Couso, 2016; DBR Collective, 2003; Plomp y Nieveen, 2013; Romero-Ariza, 2014).

LA EVALUACIÓN EN EL PARADIGMA IBD

Una de las fases más importantes en el diseño de las SEAs en el paradigma IBD es la evaluación, ya que esta es clave para la mejora iterativa de su calidad. La evaluación en este paradigma es entendida como una actividad sistemática que busca tanto identificar las problemáticas principales de las SEAs en la práctica (del diseño y su implementación) como proponer cambios en estas que permitan mejorar progresivamente su calidad (Hernández Rodríguez, 2018; Nieveen y Folmer, 2013; van den Akker, 1999).

A pesar de la relevancia de la evaluación de la calidad de las SEAs y su mejora iterativa, pocas publicaciones en el marco IBD describen clara y explícitamente los criterios utilizados para ella (Guisasola et al., 2017; Hernández Rodríguez, 2018; Nieveen y Folmer, 2013). Además, en los casos en que sí se hace encontramos que: (1) la palabra calidad es muy polisémica (van den Akker, 1999, 2013), (2) que los procedimientos de evaluación son poco robustos y a menudo se basan en intuiciones y no en resultados “medibles” y/o “observables” (Hernández Rodríguez, 2018; McDermott, 2001); (3) que las evaluaciones se centran únicamente en el análisis del criterio de efectividad (Nieveen y Folmer, 2013) y (4) que los resultados obtenidos no se tienen en cuenta ni se relaciona con la toma de decisiones y mejora de la SEA (Guisasola et al., 2017, 2019; Psillos y Kariotoglou, 2016).

Diversos autores subrayan la necesidad de consensuar marcos comunes de evaluación de la calidad de las SEAs en el paradigma IBD que proporcionen a investigadores y docentes orientaciones claras y plausibles sobre qué y cómo evaluar para mejorar iterativamente sus propuestas (Guisasola et al., 2019; Hernández Rodríguez, 2018; McDermott, 2001). Además, estos marcos deben permitir hacer investigaciones profundas sobre la evaluación.

Esta comunicación tiene como objetivo proponer un nuevo marco de evaluación de la calidad de SEAs y otros diseños instruccionales similares (SEAs/DI) elaboradas desde el paradigma IBD. Para ello se revisan y analizan algunas propuestas de evaluación de la calidad para los trabajos de laboratorio (Millar et al., 2002), para SEAs elaboradas desde un marco del diseño (Hernández Rodríguez, 2018) y también desde el paradigma IBD (Nieveen y Folmer, 2013).

EVALUAR LA CALIDAD DE LAS SEAS/DI: ¿QUÉ NOS DICE LA LITERATURA?

Pese a la falta de atención recibida, existen algunas propuestas tanto desde el paradigma IBD como desde otros paradigmas del diseño, que han intentado establecer marcos para la evaluación de la calidad de las SEAs/DI (Hernández Rodríguez, 2018; Millar et al.,

2002; Nieveen y Folmer, 2013; van den Akker, 1999). En estas propuestas se identifican, por un lado, un conjunto de elementos y prácticas clave para el diseño e implementación de las SEAs/DI y, por otro lado, un conjunto de criterios de realización de estas.

En relación con los elementos y prácticas clave de una SEA/DI, los marcos anteriores son coherentes con otras propuestas del ámbito (Couso y Adúriz-Bravo, 2016; Muñoz-campos et al., 2020) que identifican cuatro aspectos como los más relevantes: los objetivos de aprendizaje (aquello que se espera que el alumnado aprenda), el material educativo (aquello que se planea que el alumnado debe hacer, pensar, comunicar y sentir), la implementación (aquello que realmente ha sucedido en el aula) y los resultados de aprendizaje (aquello que el alumnado realmente aprende al involucrarse en el diseño).

En relación con los criterios de realización, la propuesta más conocida dentro de IBD es la de Nieveen y Folmer (2013). Estos autores definen cuatro criterios de realización: (1) la relevancia o validez del contenido, que hace referencia hasta qué punto el diseño de la SEA/DI está alineado con el conocimiento actual; (2) la consistencia o validez del constructo, que hace referencia a la coherencia entre las diferentes partes del diseño; (3) la utilidad o practicidad que hace referencia al grado de interés que la SEA/DI tiene para los participantes (docentes, alumnado...) para llevarse a cabo en el contexto y las condiciones habituales; y (4) la eficacia, que hace referencia hasta qué punto los resultados obtenidos son los deseables. Millar et al. (2002) diferencian dos tipos de eficacia: la eficacia nivel 1, que hace referencia a la relación entre lo diseñado y lo implementado; y la eficacia nivel 2, que hace referencia a la relación entre los resultados y objetivos de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las ideas anteriores, Hernández Rodríguez (2018) hace una propuesta de marco analítico que establece relaciones claras entre los diferentes elementos y prácticas de una SEA/DI y los criterios para evaluar la calidad de su diseño e implementación. En este marco, la validez analiza la relación y coherencia entre los objetivos de aprendizaje y el material educativo diseñado; la utilidad relaciona implementación y resultados; la eficacia nivel 1 relaciona el material educativo y su implementación real; y la eficacia nivel 2 relaciona resultados y objetivos de aprendizaje.

Pese a la relevancia de la propuesta anterior, esta no es suficiente para la evaluación en el paradigma IBD porque no tiene en cuenta algunos de los elementos y prácticas clave (p. ej. los principios de diseño, las herramientas tanto para el diseño como para el aula...) ni tampoco las relaciones entre estos elementos (p. ej. la aportación que hacen los resultados de aprendizaje a la construcción y/o validación de los principios de diseño en los que se basan...).

UNA NUEVA PROPUESTA DE MARCO OPERATIVO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS SEAS/DI EN EL PARADIGMA IBD

La revisión de los elementos y prácticas clave y de los criterios de realización anteriores a la luz de los objetivos y características del paradigma IBD nos ha permitido diseñar una propuesta de marco para la evaluación de la calidad de las SEAs/DI en la práctica (figura 1).

Lo idiosincrático de nuestro marco es la incorporación como elementos/prácticas clave: (1) los principios de diseño, entendidos como el conjunto de aspectos pragmáticos que guían el diseño, implementación, evaluación y mejora de la SEA/DI (Muñoz-Campos et al., 2020) y (2) las herramientas, tanto para orientar el diseño como la propia enseñanza y aprendizaje, y que son entendidas como el conjunto de productos que o bien se adoptan

de propuestas previas y se adaptan, o bien se diseñan, implementan y prueban en el propio contexto (Blessing y Chakrabarti, 2009). Además, también consideramos necesario revisar qué se entiende en un paradigma IBD por resultados de aprendizaje, incluyendo resultados que provienen de diferentes grados de sofisticación en el análisis (p. ej. análisis incipientes surgidos de percepciones y/o sensaciones, análisis profundos basados en categorías de investigación...) y que presentan potencialidades y limitaciones diferentes para la evaluación de la calidad de las SEAs/DI.

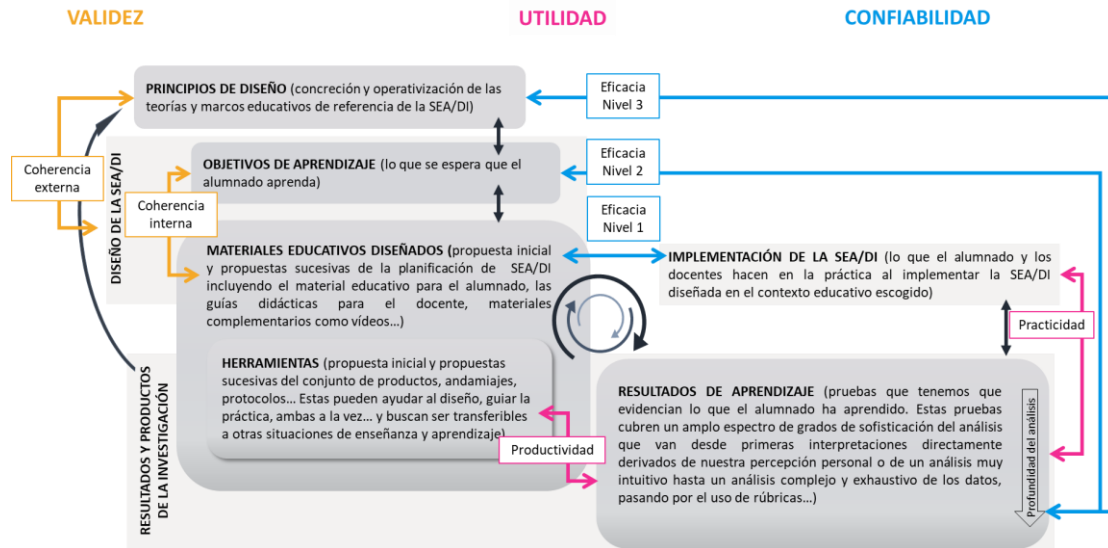


Figura 2. Propuesta de marco operativo para la evaluación de SEAs/DI desde el paradigma IBD. En tono gris se identifican los elementos y prácticas clave de una SEA/DI en la práctica. En color amarillo y en el lateral derecho se identifican los criterios relacionados con la validez, en rosa y en la parte inferior la utilidad y en azul a la derecha la confiabilidad. Las flechas grises muestran la recursividad entre los distintos elementos.

Tal como se observa en la figura 1, este marco también incluye flechas recursivas para reforzar visualmente la necesaria y característica iteración de las propuestas IBD.

La revisión de los criterios de realización y sus definiciones nos ha permitido diferenciar tres dimensiones y siete criterios para la evaluación de la calidad de las SEAs/DI en la práctica desde el paradigma IBD. Concretamente, las tres dimensiones identificadas son: (a) la validez, que analiza hasta qué punto el diseño planteado es coherentes y se basa en el conocimiento actual; (b) la utilidad, que analiza hasta qué punto el diseño y la implementación permiten obtener resultados y herramientas provechosas; y (c) la confiabilidad, que analiza hasta qué punto se puede confiar en el diseño planteado porque la implementación es fidedigna a lo diseñado, los resultados de aprendizaje son los esperados y se refuerzan empíricamente los principios de diseño.

Tal como se puede observar en la figura, cada una de las dimensiones se concreta en diversos criterios evaluables (cada una de las flechas de colores en la figura 1) que establecen relaciones entre los elementos y prácticas clave identificados.

De esta manera, el grado de validez de una SEA/DI se evalúa a partir de dos criterios: la coherencia interna (que indica hasta qué punto el material educativo permite lograr los objetivos de aprendizaje que persigue al menos de forma teórica) y la coherencia externa (que indica hasta qué punto el diseño de la SEA/DI se basa en el conocimiento actual).

La utilidad se evalúa a partir los criterios de practicidad (que indica hasta qué punto la implementación se considera provechosa en base a la propia experiencia y/o un análisis incipiente de los resultados) y productividad (que indica hasta qué punto la SEA/DI incluye herramientas que se consideran provechosas y aplicables en otros contextos educativos en términos de los resultados de aprendizaje). Y la confiabilidad se evalúa a partir de los criterios de eficacia nivel 1 o del diseño (que indica hasta qué punto el análisis de la implementación de la actividad se realiza de acuerdo al diseño), la eficacia nivel 2 o de los resultados (que indica hasta qué punto el análisis de los resultados prueba que se cumplen los objetivos de aprendizaje que se persiguen) y la eficacia nivel 3 o de las teorías (que indica hasta qué punto los resultados de aprendizaje refuerzan empíricamente los principios de diseño en los que se basa la propuesta).

CONSIDERACIONES FINALES

La importancia que el paradigma IBD ha otorgado al diseño de SEAs/DI de manera iterativa basándose en los resultados de aprendizaje obtenidos al implementarlas ha puesto sobre la mesa la necesidad de discutir y consensuar marcos que permitan evaluar y mejorar progresivamente la calidad de estos diseños (Guisasola et al., 2019). En esta comunicación se propone un nuevo marco operativo para la evaluación de la calidad de SEAs/DI desde el paradigma IBD a partir de la revisión de algunas propuestas anteriores (Hernández Rodríguez, 2018; Millar et al., 2002; Nieveen y Folmer, 2013; van den Akker, 1999).

El marco presentado identifica seis elementos y prácticas clave de una SEA/DI en el paradigma IBD (los principios de diseño, los objetivos de aprendizaje, los materiales educativos diseñados, las herramientas, la implementación de la SEA/DI y los resultados de aprendizaje) y diferentes criterios de realización que permiten la evaluación de su calidad. Además, la propuesta aborda algunas de las problemáticas apuntadas por la literatura como: la polisemia de la palabra “calidad” (van den Akker, 1999, 2013), concretando 3 dimensiones (la validez, la utilidad y la confiabilidad) y 7 criterios de realización medibles y/u observables; y la falta de conexión entre los resultados obtenidos y los elementos/prácticas que deben ser modificados (Guisasola et al., 2017) estableciendo relaciones claras y directas entre los diferentes elementos y/o prácticas clave y los diferentes criterios de evaluación.

Por otro lado, este marco pretende romper con una creencia bastante establecida entre las propuestas IBD que relacionan la calidad con la necesidad de hacer un número concreto (usualmente tres) de iteraciones de la SEA/DI sin justificación de porque ese número de iteraciones. En la nueva propuesta, la calidad de una SEA/DI depende de si esta demuestra ser suficientemente válida, útil y confiable, independientemente del trabajo teórico y las iteraciones en la práctica que sean necesarias para ello.

A pesar de las potencialidades del marco presentado, somos conscientes de la necesidad de seguir reflexionando sobre la definición de cada uno de los elementos y criterios que lo conforman. Por ello, actualmente se está trabajando en la aplicación del marco para la evaluación de SEAs/DI diseñadas desde el paradigma IBD especialmente en la etapa de primaria.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399). Cuenta con el apoyo de AGAUR FI-DGR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blessing, L. T., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. Springer.
- Couso, D. (2016). Participatory approaches to curriculum design from a design research perspective. In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools*. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_4
- Couso, D., & Adúriz-Bravo, A. (2016). La elaboración de unidades didácticas competenciales en la formación profesional de profesorado de ciencias. En *Conocimiento y emociones del profesorado*. (Magisterio, pp. 225-283).
- DBR Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka*, 18(1). <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., & Gutierrez-Berraondo, J. (2017). Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 1-14.
- Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., & Gutierrez-Berraondo, J. (2019). Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza- aprendizaje en Física introductoria. *UTE, Monogràfic*, 109-122.
- Hernández, M. I., & Pintó, R. (2016). The process of iterative development of a teaching/learning sequence on acoustic properties of materials. In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools* (pp. 1-382).
- Hernández Rodríguez, M. I. (2018). As science teachers, do we evaluate our practice? *REvista Ciències*, 36(36), 20. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.397>
- Kelly, A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. (2014). Handbook of Design Research Methods in Education. In *Handbook of Design Research Methods in Education*. Routledge.
- McDermott, L. C. (2001). Oersted Medal Lecture 2001: “Physics Education Research—The Key to Student Learning. *American Journal of Physics*, 69(11), 1127-1137.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. In *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (pp. 9-20).
- Muñoz-campos, V., Franco-Mariscal, A.-J., & Blanco-López, Á. (2020). Integration of scientific practices into daily living contexts : a framework for the design of teaching- learning sequences. *International Journal of Science Education*, 1-27.
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. In *Educational Design Research*. (pp. 152-169).
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research. In *Educational Design Research*.
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis*, 7(14), 159-176. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>
- van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. *Design Approaches and Tools in Education and Training*, 1-14. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_1
- van den Akker, J. (2013). Curricular development research as a specimen of educational design research. In *Educational Design Research*. (pp. 53-70).

Desarrollo de actividades prácticas en ciencias en 6° de primaria: implicaciones cognitivas y emocionales

Guadalupe Martínez Borreguero¹, Milagros Mateos Núñez², Francisco Naranjo Correa³

¹ Universidad de Extremadura. mmarbor@unex.es

² Universidad de Extremadura. milagrosmateos@unex.es

³ Universidad de Extremadura. naranjo@unex.es

RESUMEN: Las actividades prácticas que integran las distintas áreas científicas son un medio de enseñanza muy valorado por docentes e investigadores. El objetivo de este trabajo ha sido valorar los posibles beneficios a nivel cognitivo y emocional de dos experiencias prácticas implementadas en 6° de Educación Primaria. Se ha utilizado una muestra de 13 estudiantes y se han aplicado un pre-test y dos post-test para analizar las variables correspondientes. Los resultados revelan una notable mejora en el aprendizaje de contenidos relacionados con los microorganismos y con las cadenas tróficas, así como un aumento de las emociones de los escolares hacia un aprendizaje activo de los contenidos científicos. En consecuencia, se concluye que sería interesante implementar con mayor frecuencia actividades prácticas integradas para despertar el interés y lograr un adecuado desarrollo de la alfabetización científica en el alumnado.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, Aprendizaje activo, Emociones, Microorganismos, Cadenas tróficas.

ABSTRACT: Practical activities that integrate the different scientific areas are a teaching tool highly valued by teachers and researchers. The aim of this work has been to evaluate the possible cognitive and emotional benefits of two practical experiences implemented in 6th grade of Primary Education. A sample of 13 students was used and a pre-test and two post-tests were applied to analyze the corresponding variables. The results reveal a notable improvement in the learning of contents related to microorganisms and trophic chains, as well as an increase in the schoolchildren's emotions towards active learning of scientific contents. Consequently, it is concluded that it would be interesting to implement more frequently integrated practical activities to awaken interest and achieve an adequate development of scientific literacy in students.

KEYWORDS: Primary Education, Active learning, Emotions, Microorganisms, Food chains.

INTRODUCCIÓN

En la última década, numerosos investigadores y expertos en educación han incidido significativamente en la necesidad de ampliar y mejorar la educación en materia de ciencia, tecnología y matemáticas debido a la disminución del interés y calidad del aprendizaje de los escolares (Zawilinsk et al., 2016). Algunos expertos señalan que esta problemática se debe a la habitual adecuación de la enseñanza tradicional de la ciencia que no permite a los estudiantes desarrollar una apropiada comprensión científica del mundo (Castro-Sánchez y Ramírez-Gómez, 2013). Sin embargo, los estudiantes de hoy necesitan desarrollar aptitudes para una sociedad eminentemente científico-tecnológica y

poder desenvolverse de forma competitiva en el nuevo mercado laboral. Por ello, la forma en que hemos visto y entendido la educación escolar años atrás no puede ser la misma actualmente, y debe adaptarse urgentemente a estas nuevas condiciones.

Aunque la idea de enseñanza tradicional ha sido un método válido en la educación durante décadas, un número creciente de estudios ha señalado que no es el método de enseñanza más eficaz para que los estudiantes aprendan (Jeong, et al., 2021). De hecho, para lograr mejores resultados de aprendizaje en ciencias, la enseñanza debe centrarse en el proceso científico en sí, fomentando un enfoque de aprendizaje basado en la interdisciplinariedad, promoviendo más actividades centradas en los estudiantes y propiciando entornos de aprendizaje cooperativo (van Aalderen Smeets y van der Molen, 2015). En este sentido, la enseñanza de la ciencia de manera práctica y contextualizada se ha convertido en una orientación didáctica con gran relevancia en los últimos años (García Guerrero et al., 2020) por sus múltiples beneficios a nivel cognitivo y afectivo (Mellado et al., 2014). Se ha comprobado la eficacia y validez didáctica que tienen diferentes metodologías activas, complementarias a la enseñanza básica, para asentar y mantener en el tiempo los contenidos tratados en el aula. Específicamente, los resultados obtenidos en algunos estudios previos (Mateos-Núñez et al., 2020; Moreno et al., 2019) determinan la necesidad de complementar aquellas metodologías de enseñanza basadas en la mera transmisión de los contenidos con otras que lleven al alumnado a construir su aprendizaje y aplicar los procesos de la ciencia, favoreciendo así aprendizajes significativos y duraderos. Como consecuencia, el presente trabajo tiene como objetivo valorar la efectividad didáctica, a nivel cognitivo y emocional, de dos actividades prácticas dirigidas a potenciar el aprendizaje de contenidos de ciencias en 6º de primaria.

METODOLOGÍA

La metodología desarrollada ha sido de tipo mixta, con pretest y dos post-tests. Las variables objeto de estudio fueron el dominio cognitivo y la componente emocional del alumnado.

Muestra

La muestra participante estuvo compuesta por 13 estudiantes de 6º de Educación Primaria, de los cuales siete eran chicas y seis chicos.

Instrumento

Se diseñaron tres cuestionarios en función de la temática y de la variable a analizar. Concretamente, se diseñaron dos cuestionarios para valorar el dominio de los contenidos objeto de estudio, uno relacionado con la primera intervención, y el segundo vinculado a la segunda intervención. Dichos cuestionarios se aplicaron antes de llevar a cabo las sesiones, a modo de pre-test, al término de las sesiones, a modo de post-test I y dos meses después a las intervenciones, a modo de post-test II. El tercer cuestionario diseñado se elaboró a partir de investigaciones previas (Marcos-Merino et al., 2019; Mateos-Núñez et al., 2019) y en él se incluyeron varias emociones, tanto positivas como negativas. Dicho cuestionario se aplicó al término de las intervenciones.

Diseño y desarrollo de las intervenciones

Se llevaron a cabo dos intervenciones prácticas con el fin de complementar los contenidos de los temas que se estaban trabajando en el área de Ciencias de la Naturaleza. La primera intervención (Práctica 1) estuvo vinculada a la unidad “La célula y la organización de los seres vivos” y consistió en una actividad práctica basada en el cultivo de microorganismos

(Marcos Merino et al., 2019). La segunda intervención (Práctica 2) se realizó durante la unidad didáctica “La biodiversidad y el medioambiente”, y se basó en la realización de una actividad gamificada dirigida a explicar las cadenas tróficas y la incidencia del ser humano en las mismas. En la figura 1 (izquierda) se muestra una imagen capturada durante la Práctica 1 y en la figura 1 (derecha) una imagen capturada durante la Práctica 2.



Figura 1. Fotografías realizadas durante la realización de las intervenciones

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en los distintos cuestionarios aplicados. En primer lugar, se muestran los datos referidos a la variable cognitiva, distinguiendo entre la Práctica 1 y la Práctica 2. Posteriormente, se detallan los resultados emocionales.

Resultados obtenidos en la variable cognitiva

En primer lugar, se exponen los resultados cognitivos obtenidos en los tres cuestionarios aplicados en ambas intervenciones. Concretamente, en la tabla 1 se exponen los estadísticos descriptivos referidos a la Práctica 1 sobre las células y en la tabla 2 se exponen los estadísticos descriptivos referidos a la Práctica 2 sobre las cadenas tróficas.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los cuestionarios relacionados con la Práctica 1 para analizar la variable cognitiva

Cuestionario	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pre-test	4,84	1,46	0,40
Post-test I	8,00	1,63	0,45
Post-test II	6,94	1,46	0,40

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los cuestionarios relacionados con la Práctica 2 para analizar la variable cognitiva

Cuestionario	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pre-test	4,14	2,34	0,64
Post-test I	7,30	1,23	0,34
Post-test II	6,66	2,27	0,63

Como se observa en las tablas 1 y 2, los estudiantes partían con un bajo dominio conceptual sobre los temas objeto de estudio, ya que las calificaciones obtenidas en los pre-tests de ambas intervenciones fueron inferiores a cinco puntos sobre diez. Por el contrario, se pudo comprobar que al finalizar las intervenciones los estudiantes habían comprendido adecuadamente los contenidos explicados en ambas intervenciones, pues las calificaciones obtenidas en el post-test I fueron bastante satisfactorias. Finalmente, para validar la eficacia didáctica de las actividades realizadas a largo plazo, el alumnado participante en el estudio realizó un tercer cuestionario, ya que la validez didáctica a corto plazo quedó demostrada con los resultados obtenidos en el post-test I. Las calificaciones

obtenidas en el post-test II evidenciaron que los alumnos recordaban la mayoría de los contenidos trabajados dos meses después de realizar las intervenciones didácticas en el aula. No obstante, fue el análisis inferencial realizado el que verificó esta afirmación al encontrarse diferencias estadísticamente significativas ($\text{Sig.} < 0,05$) entre los cuestionarios pre-test, post-test I y postest II, a favor de los post-tests frente al pre-test en ambas prácticas. Ello pone de manifiesto la importancia que tienen las metodologías activas a la hora de asegurar un aprendizaje significativo y duradero en el alumnado de primaria (Marcos Merino et al., 2019; Mateos-Núñez et al., 2020).

Resultados obtenidos en la variable emocional

En este apartado se exponen los datos referidos al análisis emocional de la muestra participante con respecto a la intervención recibida en cada caso. En la figura 2 se muestra los resultados emocionales referidos a la Práctica 1 y en la figura 3 se presentan los resultados emocionales referidos a la Práctica 2.

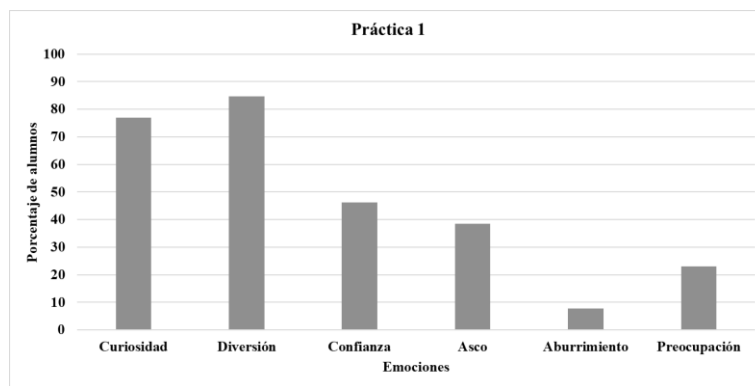


Figura 2. Emociones manifestadas por el alumnado tras la realización de la Práctica 1.

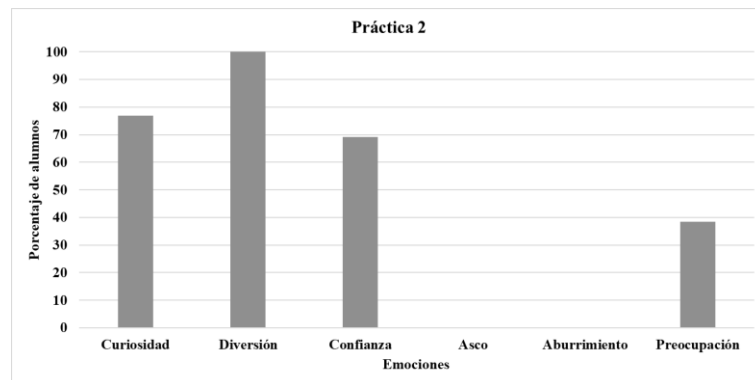


Figura 3. Emociones manifestadas por el alumnado tras la realización de la Práctica 2

El análisis de los datos emocionales determinó que predominaban las emociones positivas frente a las negativas durante las dos intervenciones didácticas, acentuándose la exhibición de emociones como curiosidad o diversión. No obstante, también se observó cierta manifestación de la emoción preocupación, debido ello a distintos motivos, según fuera la intervención. En el caso de la práctica 1, el análisis cualitativo determinó que algunos estudiantes sintieron la emoción preocupación durante la semana que debía pasar antes de analizar los resultados, debido a la presión de que la práctica no diera los resultados esperados. En el caso de la práctica 2, el análisis cualitativo concretó que los estudiantes sintieron preocupación cuando se cambiaban las normas del juego para añadir

más depredadores a la cadena trófica o alguna otra variante negativa. También se pudo conocer el momento en que los estudiantes sintieron la emoción asco durante la práctica 1. Fue, específicamente, durante la primera sesión al mostrar las fotografías del estado de las placas petri una semana después de su manipulación, y ello generó cierto rechazo en el alumnado inicialmente. Adicionalmente, el análisis cualitativo realizado también concretó los momentos en que surgían las distintas emociones positivas en el alumnado. Por ejemplo, se comprobó que los alumnos sintieron la emoción diversión durante aquellos momentos en los que participaban activamente y la docente simplemente se dedicaba a observar y guiar. La emoción curiosidad también estuvo presente durante las dos intervenciones. En el caso de la Práctica 1, los estudiantes indicaron que sentían curiosidad cada vez que se explicaba alguna cuestión nueva referida a la práctica, pero sobre todo, durante la segunda sesión en la que se analizaron los resultados obtenidos tras una semana de espera. En la práctica 2, muchos estudiantes indicaron que la emoción curiosidad surgía al cambiar las reglas del juego.

CONCLUSIONES

Los datos que hemos presentado anteriormente muestran una panorámica general sobre la importancia de las metodologías activas en la asignatura de ciencias naturales de la etapa primaria. Parece evidente que la vía educativa tradicional no puede ser la única responsable de la alfabetización, pues existen otras metodologías que pueden contribuir a completarla e incrementarla. Por ello, se concluye que las actividades prácticas y activas son una instancia valiosa para acercar al estudiantado al estudio de las ciencias naturales y consideramos que mantener el carácter contextual es fundamental para despertar el interés y lograr un adecuado desarrollo de la alfabetización científica y, por consiguiente, el pensamiento crítico (Neira, 2021). Por otro lado, se concluye que es necesario que las actividades que se planteen al alumnado en el aula de ciencias despierten su curiosidad porque un estudiante que siente curiosidad y confianza focalizará su atención sobre el objeto que la provoca, mejorando su predisposición al aprendizaje y el deseo de aprender (Mora, 2013). Por consiguiente, es imprescindible incidir en las emociones a través de la elección de las estrategias de aprendizaje porque pueden tener un efecto importante sobre el aprendizaje de los alumnos. Finalmente, consideramos necesario remarcar que la experimentación no debe limitarse a diseños controlados por el docente, éste debe proporcionar las condiciones para que la actividad se adapte al contexto y vida cotidiana del estudiante. En este sentido, es necesario continuar investigando el impacto que tiene el desarrollo de las competencias de alfabetización científica a través de la ejecución de experiencias prácticas en distintas etapas escolares.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto GR21047, financiado por la Junta de Extremadura y el “FEDER Una manera de hacer Europa”, así como del proyecto PID2020-115214RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro-Sánchez, A. y Ramírez-Gómez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia investiga*, 2(3), 30-53.
- García-Guerrero, M., Lewenstein, B., Michel Sandoval, B. G. y Esparza Manrique, V. (2020). Los talleres de ciencia recreativa y la retroalimentación acción-reflexión. *Journal of Science Communication America Latina*, 3(1), 1-23.

- García-Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(Extra), 370-392.
- Jeong, J. S., González-Gómez, D. y Cañada-Cañada, F. (2021). How does a flipped classroom course affect the affective domain toward science course? *Interactive Learning Environments*, 29(5), 707-719.
- Marcos Merino, J. M., Esteban Gallego, R. y Gómez Ochoa de Alda, J. (2019). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(1), 1602.
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G. y Naranjo-Correa, F. L. (2019). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 251-267.
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G. y Naranjo-Correa, F. L. (2020). Learning science in primary education with STEM workshops: Analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective. *Sustainability*, 12(8), 1-21.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Mora, F. (2013) *Neuroeducación*. Alianza.
- Moreno, L., Castellanos, D., Popescu, B., González, E. J., Sánchez, J. L., Groenwald, C. L. O. y González, C. S. (2019). Combining Flipped Classroom, Project-Based Learning, and Formative Assessment Strategies in Engineering Studies. *International Journal of Engineering Education*, 35(6), 1673-1683.
- Neira, J. C. R. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, 60, 102-116.
- Van Aalderen Smeets, S. I. y Van der Molen, J. H. W. (2015). Improving primary teacher' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(5), 710-734.
- Zawilinski, L. M., Richard, K. A. y Henry, L. A. (2016). Inverting instruction in literacy methods courses: Making learning more active and personalized. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 59(6), 695-708.

El concepto de fósil en escolares de 5º y 6º de Primaria

Marta Ceballos¹, José Eduardo Vílchez¹, Juan Luis Arsuaga², M^a de los Ángeles de las Heras³

¹ Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla). mceballos@ceuandalucia.es; jvilchez@ceuandalucia.es

² Centro Mixto UCM-ISCIH de Evolución y Comportamiento Humanos. jlarsuaga@iscih.es

³ Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Se presenta un estudio sobre la familiarización con el concepto de fósil en escolares de los últimos cursos de Primaria. A pesar de no aparecer en el currículo de la etapa, los estudiantes indican mayoritariamente saber qué es un fósil y haber visto alguno, especialmente en museos. Los describen como objetos antiguos, duros, de piedra, procedentes de huesos o animales. A diferencia de lo que ocurre en cursos anteriores, apenas existen diferencias entre niños y niñas en estas percepciones.

PALABRAS CLAVE: Fósil, Educación Primaria, Educación no formal, Enseñanza de la Geología, Museo.

ABSTRACT: A study on the familiarization with the concept of fossil in students in their last years of Primary Education is provided. Although this concept does not appear in the Primary curriculum, the majority of students indicate that they know what a fossil is and that they have seen one, especially in museums. They describe them as old, hard, stone objects, coming from bones or animals. Unlike what happens in previous school years, there are hardly any differences between boys and girls in these perceptions.

KEYWORDS: Fossil, Primary Education, Non-formal education, Geology teaching, Museum.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Uno de los temas que despiertan la curiosidad y disparan la imaginación de los escolares de Primaria es el de los seres del pasado (Calonge et al., 2003; Fragouli et al., 2017), pero a pesar de ello no aparece entre los contenidos curriculares de la Educación Primaria española (R.D. 126/2014) ni en los planes de estudios de otros países (Fragouli et al., 2017; Lewis y Baker, 2010; Gonçalves et al., 2016). Sin embargo, sería especialmente interesante contemplarlo, ya que tiene un marcado carácter integrador al permitir abordar contenidos de distintas disciplinas partiendo de ese centro de interés.

Parte del interés de los escolares viene del cine y los medios de comunicación (Calonge et al., 2003), y se centra especialmente en aquellas especies que resultan más espectaculares por su tamaño, su aspecto monstruoso o su supuesta peligrosidad, independientemente de que sean o no los más abundantes en el área geográfica donde ellos residen (Fragouli et al., 2017). Estos recursos no siempre son rigurosos e inducen el asentamiento de conceptos erróneos o distorsionados (Padian, 2000; Gonçalves et al., 2016). De hecho, se constatan errores frecuentes en estudiantes de distintas etapas educativas (Francek, 2013) y de Primaria en particular (Kim y Hong, 2013). Todo ello refuerza la idea de que dichos contenidos deberían ser tratados también en la escuela. Se

proporcionaría así una visión integradora de la vida evolucionando e interaccionando con la Tierra, modificándose mutuamente y de la concepción del fósil como herramienta básica para el conocimiento del pasado de nuestro planeta y de nuestra propia historia evolutiva (Pedrinaci, 2013). Los conceptos de fósil y fosilización son más complejos de lo que en un principio puede parecer al profano, planteando dificultades en niveles superiores a Primaria (Loarces, Ferrer y García, 2019). Necesitan por tanto ser entendidos en contexto, haciendo referencia a cuestiones como la formación de estratos y tipos de rocas entre otras y entendiéndolos como una herramienta que nos permite descifrar información del pasado contenida en los mismos (Lillo, 1995; Gonçalves et al., 2016).

En estudios precedentes hemos caracterizado el uso de los museos de ciencias en Primaria según la percepción de los maestros (Vílchez et al., 2016) y de los propios estudiantes (Ceballos et al., 2017), así como la concepción de los fósiles en niños de 1º a 4º de esta etapa (Ceballos et al., 2019). Presentamos ahora la continuación de este último trabajo en los niveles de 5º y 6º, con el objetivo de analizar la familiarización con el concepto de fósil, así como descubrir tendencias al comparar con las percepciones en niveles anteriores.

METODOLOGÍA

La investigación se ha desarrollado en centros escolares de Sevilla y su provincia y ha involucrado a 42 unidades-clase. El muestreo se realizó seleccionando de forma aleatoria un máximo de diez estudiantes por aula tras descartar cuestionarios con errores de cumplimentación o respuestas incompletas. De esta forma se completó una muestra de 428 estudiantes (48,9% niños y 51,1% niñas) de 5º y 6º de Educación Primaria, con edades de 10 (37,5%), 11 (43,9%), 12 (17,5%) y 13 (1,2%).

Como instrumento se ha empleado un cuestionario de elaboración propia con 5 ítems en los que se pregunta a los niños sobre si conocen lo que es un fósil, si han visto alguno y en qué lugar, así como una descripción mediante adjetivos o palabras-clave (ítems 1 a 4). Además, se ha incluido un ítem 0, a cumplimentar por el maestro o maestra, en el que se le interroga sobre si se han trabajado contenidos de geología (0a) y en concreto el concepto de fósil (0b) en clase. La toma de datos, concluida en 2019, se llevó a cabo durante el contacto con los colegios en las prácticas docentes o semanas de observación que realizaron estudiantes del Grado de Educación Primaria del Centro Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla), al que pertenecen parte de los investigadores. Se han obtenido frecuencias y porcentajes para las distintas opciones de cada ítem. En el caso de la descripción de los fósiles (ítem 4) se ha elaborado un listado de las palabras-clave más usadas (calculando el porcentaje de estudiantes que menciona cada una de ellas) y se han agrupado en una serie de categorías, elaborando una tabla de porcentajes. Se ha explorado la posible relación entre el sexo y alguno de los ítems del cuestionario. Para ello se ha recurrido a pruebas no paramétricas como la chi-cuadrado (χ^2), al tratarse de variables nominales y se ha tenido en cuenta un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el análisis del cuestionario, se ve que una inmensa mayoría de los estudiantes afirma saber qué es un fósil (91,4%, ítem 1) y haber visto alguno (70,5%, ítem 2a). En cambio, sólo en torno a la mitad de los maestros y maestras reconoce haber trabajado en clase contenidos de geología (50,2%, ítem 0a) y menos todavía el tema de los fósiles (27%, ítem 0b). Hay que recordar que este concepto no aparece en el currículo oficial de Educación Primaria, por lo que podríamos afirmar que existe una clara discrepancia entre

lo que se trabaja en las aulas de 5º y 6º de Primaria y la familiarización que los niños y niñas de estas edades afirman tener con el concepto de fósil.

El ítem 2b interroga sobre de qué era el fósil a aquellos que dicen haber visto alguno. Aunque las respuestas predominantes, como era de esperar, hacen referencia a dinosaurios (28,7%), bien al término general o alguna especie concreta, también reciben bastante consideración (25,3%) las referencias a conchas o caracoles. Incluso algunas respuestas mencionan concretamente a ammonites o trilobites (2,3%). También aluden, aunque en menor medida, a otros invertebrados como gusanos, insectos, o moluscos diferentes de ammonites y caracoles (6,0%). Otras respuestas que mencionan animales (19% en 3º-4º) indican en su mayoría el término general (animal) y, en menor medida, diversos mamíferos o aves; sólo en algún caso se menciona otro animal prehistórico (mamut). Hay que destacar que existen bastantes menos respuestas que mencionen fósiles de plantas (1,0%), huellas o impresiones (2,0%). El resto de las respuestas se refieren al material (piedra, hueso), partes del cuerpo (cabeza, esqueleto, garras, dientes), origen o hábitat (marino), así como otro variado tipo de adjetivos o comentarios.

En cuanto al lugar donde han visto los fósiles (ítem 3), los resultados se muestran en la Figura 1. Existe un predominio destacado de los museos (44,9%) sobre otras opciones como el campo, TV/cine, alguna casa o el propio colegio. Este resultado es coherente con lo encontrado en investigaciones precedentes con niños de 1º a 4º de primaria (Ceballos et al., 2019) y en otras sobre el uso de las visitas a museos de ciencias como recurso en Educación Primaria (Ceballos y Vílchez, 2017; Vílchez, et al., 2016).

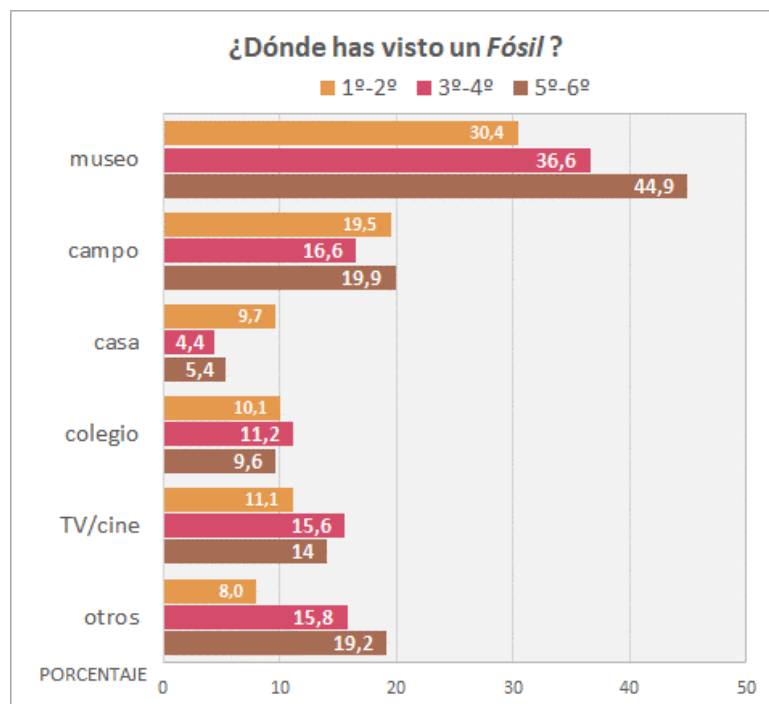


Figura 1. Lugar donde los niños/as afirman haber visto un fósil (ítem 3)

El ítem 4 pide a los estudiantes que describan los fósiles mediante palabras-clave (hasta 6). En la tabla I se resumen las principales categorías encontradas y los porcentajes de las palabras más frecuentes (usadas al menos por un 1,5% de los estudiantes). Como puede observarse, la principal palabra clave utilizada para describir los fósiles hace referencia a su carácter *antiguo* o *viejo* (53,2%). Los términos *prehistórico* o *tiempo* completan esta categoría referente a la cronología. Otro bloque importante es el que hace referencia a la

consistencia de los fósiles. En concreto los adjetivos *duro* y *piedra* son mencionados en un 28,0% y 22,4% de los casos respectivamente. En esta categoría llama la atención la apreciable consideración de los fósiles con los calificativos *frágil o delicado* (7,2%), por encima de *fuerte* o *resistente*. En cuanto a la categoría tamaño, predomina la consideración de *grande, grueso o gordo* (18,2%) frente a *pequeño/chico* y *mediano* (quizás por la identificación de los fósiles con representaciones o montajes de grandes esqueletos de animales que los estudiantes pueden haber reconocido en sus visitas a museos de ciencias). También surgen términos relacionados con el origen o procedencia de los fósiles (algunos de ellos ya mencionados en las respuestas al ítem 2b). Predominan en este sentido las referencias a *huesos* (20,1%) o *animales* (16,6%) entre otros. Tal como se observa en la Tabla 1, otras categorías agrupan términos descriptivos relacionados con el color o el aspecto, así como el aprecio (llama la atención un grupo de respuestas que consideran a los fósiles como algo *valioso, raro o interesante*; 12,4%).

En cuanto a la influencia del sexo en 5º curso, aunque no se han encontrado diferencias significativas entre niños y niñas en lo referente al conocimiento de los fósiles (ítem 1), los niños manifiestan con mayor frecuencia que las niñas haber visto alguno (ítem 2a; $\chi^2=4,907$; $g=1$; $p=0,027$). En cambio, no existen diferencias significativas entre ambos sexos en 6º curso ni en conocimiento ni en familiarización con los mismos.

Tabla 1. Frecuencia de las palabras-clave en la descripción de un fósil (ítem 4)

Palabras-clave	Porcentaje	Palabras-clave	Porcentaje	Palabras-clave	Porcentaje
CONSISTENCIA		CRONOLOGÍA		COLOR	
Duro	28,0	Antiguo/Viejo	53,2	Blanco	7,7
Piedra	22,4	Tiempo	1,9	Marrón/Amarillento	5,6
Fuerte/Resistente	2,1	Prehistórico	4,4	Gris	1,7
Frágil/Delicado	7,2			Brillo/Brillante	2,1
TAMAÑO		ASPECTO/TACTO		APRECIO	
Grande/Grueso /Gordo	18,2	Rugoso/Arrugado /Áspero/Rasposo	1,6	Raro/Valioso /Interesante	12,4
Pequeño/Chico	9,1	Sucio	6,8	Bonito/Chulo	6,5
ORIGEN/PROCEDENCIA			OTROS		
Hueso	20,1	Roca	4,7	Vivo/Ser vivo	2,3
Dinosaurio	2,8	Resto	4,7	Muerto/Extinto	3,0
Animal	16,6	Huella/Marca	3,0	Roto	2,1
Concha/Caracol	1,9			Enterrado /Bajo tierra/Excavación	3,5

Como se dispone por investigaciones anteriores (Ceballos et al., 2019) de datos de las percepciones de los niños de otros niveles de Primaria, podemos explorar algunas diferencias y tendencias debidas a la edad o nivel educativo:

- Tal como cabría esperar, los niños y niñas de 5º y 6º manifiestan en mayor porcentaje que los de 3º-4º y 1º-2º tanto conocer (ítem 1: 93,9% en 5º-6º, 88,8% en 3º-4º y 82,1% en 1º-2º), como haber visto un fósil (ítem 2a: 75,2% en 5º-6º, 70,5% en 3º-4º y 64,7% en 1º-2º).

- En relación al lugar dónde han visto los fósiles (ítem 3), y tal como se observa en la Figura 1, los estudiantes de la muestra de 5°-6° indican en tendencia creciente respecto a los otros como respuesta mayoritaria los museos.
- Los niños de 5°-6° identifican en mayor medida a los fósiles con algo antiguo o viejo, siendo el rasgo característico mayoritario en este tramo de edad (53,2% en 5°-6°, 35,8% en 3°-4° y 18,1% en 1°-2°).
- Las diferencias entre niños y niñas se van atenuando al aumentar el nivel educativo. Los niños tienen mayor conocimiento e interés por el tema que las niñas en niveles inferiores, que ya no se detectan en 6° curso.
- El término dinosaurio, con el que los escolares asocian a los fósiles, va cobrando cada vez menos importancia al aumentar el nivel educativo, siendo residual en la muestra de 5°-6°, que expresan una mayor diversidad en su descripción sobre el origen de los fósiles. También los niños de 5°-6° tienden en mayor medida que los de menor edad a describir los fósiles como algo delicado o frágil de carácter raro, interesante o valioso.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hemos comprobado en este trabajo el interés que los niños y niñas de 5° y 6° de Primaria tienen por lo relacionado con los fósiles y con los seres del pasado en general. Completamos así estudios precedentes realizados con los otros niveles de esta etapa. Llama la atención el alto porcentaje de estudiantes que dicen saber lo que es un fósil e incluso haber visto alguno, sobre todo si tenemos en cuenta que no es un concepto que aparezca en su currículum escolar. Es por otra parte un resultado coherente con lo encontrado por Gonçalves et al. (2016) en una muestra de estudiantes brasileños. Entre los contextos que han permitido esta familiarización con los fósiles, el que con más frecuencia aparece en nuestra muestra es el de los museos, lo que puede incluir tanto visitas a exposiciones como realización de talleres en los mismos. También el campo o la TV/Cine, tienen más influencia que el propio colegio. Todo ello constituye una prueba más del importante efecto de los elementos no formales en la construcción del conocimiento. Si atendemos a las palabras descriptoras más frecuentes, podemos concluir que el constructo mental combinado de fósil para los niños de 5° y 6° de Primaria tiene que ver con algo fundamentalmente antiguo, duro, constituido de piedra, que normalmente procede de huesos y de una diversidad de animales. Este reconocimiento de la antigüedad como rasgo descriptor esencial es según Lillo (1995) fundamental para comprender el proceso de fosilización. Los alumnos de nuestra muestra alcanzan así una comprensión más adecuada del mismo que los de niveles educativos anteriores. Además, tienden a considerar en menor medida una vinculación forzosa con los dinosaurios y comienzan a caracterizar a los fósiles como algo frágil, valioso o interesante. El papel de los museos en la adquisición de estos conocimientos es asimismo superior al de los niveles anteriores de Primaria.

La constatación del interés extracurricular y los conocimientos en estas edades sobre el concepto de fósil nos hace reflexionar sobre la importancia de la educación no formal, pero también nos lleva a considerar muy recomendable incluir en el currículum de Primaria contenidos científicos que son del interés natural de los niños. En definitiva, una combinación del interés natural detectado, del aprovechamiento de los entornos no formales y de la inclusión en los planes de estudio, contribuiría a que el aprendizaje fuera más significativo y a evitar ciertos sesgos o ideas previas erróneas vinculadas a la comprensión del fenómeno de fosilización que permanecen en etapas posteriores, como

la alusión casi hegemónica a restos de animales obviando los vegetales o las huellas y otras evidencias de actividad en el pasado.

Aprovechando la motivación e interés que tiene el alumnado hacia el concepto de fósil, podría vincularse y contribuir a trabajar otros contenidos de Primaria como la diversidad de los seres vivos, su clasificación, el funcionamiento de los ecosistemas o rocas y minerales. Para ello, es interesante aprovechar alguna visita a un museo o centro de naturaleza, planificando actividades para antes, durante y después de la visita. Estas podrían girar en torno al concepto de fosilización, transcurso del tiempo geológico, evolución de las especies o presencia de plantas y huellas, incluyendo simulación de excavaciones, uso de lupa o registro de observaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calonge, A., Bercial, M. T., García, J. y López, M. O. (2003). El uso didáctico de los fósiles en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Pulso*, 26, 117-128.
- Ceballos, M., Reina, M. y Vílchez, J. E. (2019). Concepto de fósil en niños de primero a cuarto de Educación Primaria: ¿cómo lo adquieren? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(2), 210-218.
- Ceballos, M. y Vílchez, J. E. (2017). Visitas de escolares de Educación Primaria a museos de ciencias. Análisis preliminar sobre sus percepciones. *Enseñanza de las Ciencias, n° extraordinario. X Congreso*. 1525-1530.
- Fragouli, S., Rokka, A. y Galani, A. (2017). The “unknown” Greek paleoenvironment and fossils: evaluating Geography curriculum proposals for Elementary School. *European Journal of Geography*, 8(2), 143-152.
- Francek, M. (2013). A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions, *International Journal of Science Education*, 35 (1), 31-64. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.736644>
- Gonçalves, S., Arai, M., Gomes, N. Z. y Wanderley, M. D. (2016). Paleontologia no Ensino Básico das escolas da Rede Estadual do Rio de Janeiro: uma avaliação crítica. *Anuário do Instituto de Geociências*, 39(2), 134-142. http://dx.doi.org/10.11137/2016_2_124_132
- Kim, D.-H. y Hong, S.-H. (2013). Elementary Students' Perception Analysis on Fossil. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32 (4), 503-514. <https://doi.org/10.15267/keses.2013.32.4.503>
- Lewis, B. E. y Baker, R. D. (2010). A call for a new geoscience education research agenda. *Journal of research in Science Teaching*, 47(2), 121-129. <https://doi.org/10.1002/tea.20320>
- Lillo (1995). Ideas de los alumnos y obstáculos epistemológicos en la construcción de los conceptos fósil y fosilización. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(3), 149-153.
- Loarces, R. G., Ferrer, G. F. y García, F. G. (2019). Evolución de los modelos mentales sobre fosilización tras el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16.2, 2102. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2102
- Padian, K. (2000). Feathers, fakes and fossil dealers: how the commercial sale of fossils erodes science and education. *Paleontologia Electronica*, 3(2), 8.
- Pedrinaci, E. (coord.) (2013). Monográfico: ¿Qué geología enseñar? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 114-217.
- Real Decreto. 126/2014, de 28 de febrero (2014), por el que se establece el currículo básico de Educación Primaria.
- Vílchez, J. E., Ceballos, M., de las Heras, M. A. y Arsuaga, J. L. (2016). Frecuencia y uso de los museos de ciencia como recurso didáctico por parte de los maestros de Primaria. En *Actas de los 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1047-1053). Universidad de Extremadura.

El fenómeno de la flotabilidad en el primer ciclo de Educación Primaria: una aproximación desde los materiales

Carlos Rodríguez Casals¹, Ana de Echave Sanz¹, Francisco Javier Serón Torrecilla¹, Jorge Martín García¹, Óscar Pueyo Anchuela¹, Jorge Barriendo Ansón², María Esther Cascarosa Salillas³

¹ Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. crodric@unizar.es; aechave@unizar.es; fjser@unizar.es; araujo@unizar.es; opueyo@unizar.es; ecascano@unizar.es

² CEIP Ramón Sáinz de Varanda. jorgebarriendo6@gmail.com

RESUMEN: Abordar la enseñanza de fenómenos como la flotabilidad desde edades tempranas requiere de la reflexión didáctica sobre los modelos escolares en juego en los distintos ciclos y etapas. Para ello, desde la perspectiva de modelos precursores, se analiza, diseña y realiza una actividad práctica experiencial orientada a la indagación para trabajar la flotabilidad en el primer ciclo de Educación Primaria, en la que han participado 56 estudiantes de 2º curso de EP y 28 maestros y maestras en formación inicial. En este trabajo se presentan algunos de los resultados y conclusiones obtenidos tras analizar las producciones de los niños y niñas participantes.

PALABRAS CLAVE: Modelos precursores, Prácticas científicas, Flotabilidad.

ABSTRACT: Addressing the teaching of phenomena such as floating from an early age requires didactic reflection on the school models at play in the different cycles and stages. To do this, from the perspective of precursor models, a practical experiential activity oriented to inquiry is analysed, designed and carried out to work on floating in the first cycle of Primary Education, in which 56 second-year EP students and 28 teachers and teachers in initial training. This paper presents some of the results and conclusions obtained after analyzing the productions of the participating children.

KEYWORDS: Precursor models, Scientific practices, Floating.

INTRODUCCIÓN

En Educación Infantil (EI) y en el primer ciclo de Educación Primaria (EP) la flotabilidad de los objetos comienza a estudiarse desde lo sensorial, analizando si un objeto flota o se hunde en el agua. El concepto de flotabilidad es difícil de entender para este alumnado ya que, tal y como indica Kallery (2000 y 2015), las observaciones de objetos grandes flotando y pequeños hundiéndose, les plantean dudas y preguntas a las que intentan dar respuestas y explicaciones a partir de sus experiencias perceptivas e ingenuas creencias intuitivas.

En este sentido, desde un modelo científico escolar, poder predecir si un objeto flota o se hunde en el agua requiere comparar las densidades relativas del objeto y del agua, y todavía no están familiarizados con la propiedad de la densidad. Lehrer et al. (2001) señalan que habitualmente a esas edades no se consigue diferenciar entre peso y densidad, combinándolos en una sensación general de pesadez. Hacer referencia al material del que están hechos los objetos, en lugar de introducir el término de densidad, puede ayudarles

a diferenciar los conceptos peso y densidad (Smith, Carey y Wiser, 1985) y a comenzar a construir un modelo precursor que les lleve a describir mejor fenómenos relacionados con la flotabilidad. Las representaciones espontáneas de los niños deben ser el punto de partida para la enseñanza de ciertos fenómenos científicos (Kalogiannakis et al., 2018). Los niños necesitan oportunidades para construir nuevas explicaciones, desarrollar modelos y realizar experimentos (Carey, 2000). Además, las interacciones sociales en el entorno de aprendizaje pueden ayudar a los niños a construir nuevas representaciones o transformar las que resultan incompatibles con los modelos científicos (Canedo-Ibarra et al., 2010). Un salto conceptual importante se produce cuando relacionan las observaciones de lo que ocurre en el agua con lo que pasa en el aire, es decir, al identificar que se trata del mismo fenómeno, la flotabilidad.

En este trabajo utilizamos el concepto de modelo precursor en el sentido dado por Kambouri-Danos et al. (2019). Así, estos modelos incluyen solo un número limitado de características y poseen un rango de aplicabilidad limitado, pero funcionan como intermediarios entre el conocimiento científico y las representaciones intuitivas de la realidad, preparando a los niños y niñas para modelos más complejos. Son modelos que se ajustan a las habilidades de los pequeños, permitiéndoles describir, predecir y explicar los fenómenos observados y a su vez, facilitan la evolución a nuevos modelos compatibles con los modelos científicos escolares.

En el caso que nos ocupa, con fenómenos relativos a la flotabilidad y para el grupo de segundo curso de Educación Primaria, las características del modelo precursor se centran en la diferenciación de los materiales que conforman los objetos a estudiar, así como las características del fluido utilizado. En ese sentido, se escoge trabajar con los dos materiales fluidos conocidos del entorno, el agua y el aire.

La metodología utilizada en el diseño y desarrollo de las experiencias prácticas se basa en poner en juego los modelos de los pequeños, prediciendo y confirmando o no su predicción sobre las distintas situaciones problemáticas. Estas situaciones son orientadas mediante preguntas y apoyadas, siguiendo un modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (2015), por los estudiantes de magisterio con el rol de tutores de cada pareja de pequeños en el laboratorio. La indagación resulta una estrategia adecuada para adquirir contenidos y desarrollar competencias y habilidades propias de la Ciencia (Postigo y Greca, 2014; Aguilera et al., 2018).

El papel del equipo investigador consiste en la supervisión y orientación del modelo científico a utilizar por los maestros y, en ese sentido, para facilitar la construcción de este primer “buen” modelo precursor en torno a la flotabilidad por parte de los pequeños, se propone indagar y centrar la mirada en la pregunta ¿flota o se hunde?, de manera que el concepto de flotabilidad sea asociado a las situaciones en las que objetos y materiales en agua o aire, no caigan al fondo. La clave del modelo está en progresar en la diferenciación de los materiales de los que están hechos los objetos y su aportación en el comportamiento observado.

El presente estudio se centra en la efectividad de la actividad diseñada, destinada a ayudar a niñas y niños de primer ciclo de EP a ajustar sus explicaciones sobre el comportamiento de los objetos en el agua y en el aire (¿flota o hunde?), orientando su atención al material del que están hechos.

METODOLOGÍA

La actividad va dirigida a alumnado de primer ciclo de EP, organizada en una secuencia de experiencias prácticas. Con ella se pretende: (1) Relacionar la flotabilidad con el tipo de material con los que están hechos los objetos y el fluido en el que se sumergen; (2) Reconocer cómo se puede modificar la flotabilidad manipulando el objeto o, en el caso del agua, alterando el medio; (3) Reconocer que en el agua y en el aire ocurre el mismo fenómeno (generalización de conocimientos).

Las experiencias prácticas se han diseñado para que los niños y niñas trabajen la flotabilidad desde lo sensorial, en un aprendizaje experiencial (Kolb, 2015) basado en la indagación. Para ello se han planteado a los maestros tres situaciones problema que les ayuda a orientar la indagación: (1) ¿Conocer el tipo material con el que está hecho un objeto es suficiente para saber si va a flotar o hundirse? (2) ¿Cómo podemos modificar la flotabilidad de un objeto? (3) ¿Ocurre lo mismo a los objetos que flotan en el aire que a los que flotan en el agua?

La actividad presenta las siguientes características:

- La secuencia de experiencias prácticas se desarrolló de forma colaborativa por un equipo de investigadores y maestros de EP, compartiendo preguntas y resultados.
- Éstas se realizaron en las aulas de la Facultad de Educación. Maestras y maestros en formación dirigieron las experiencias de flotabilidad en el agua y profesorado de Didáctica de las Ciencias Experimentales las de flotabilidad en aire.
- La preparación de los maestros y maestros en formación se llevó a cabo antes de la implementación de las actividades.
- El docente orienta la atención de los niños hacia aspectos clave en la comprensión del material como factor determinante del comportamiento de los objetos en el agua y en el aire. Los niños colaboran con sus compañeros, comparten opiniones y conocimientos, y maestros y niños trabajan juntos. Además, la discusión en grupo durante las actividades es un aspecto crucial, que puede contribuir al desarrollo de los niños y a una comprensión más científica del fenómeno de la flotación.

Contexto

Previo a su realización, la actividad se preparó en el aula de primaria. Los niños escribieron preguntas sobre qué les gustaría investigar de objetos que flotan o se hunden, hicieron dibujos y seleccionaron un objeto problema con el que experimentar la flotabilidad.

La actividad se llevó a cabo en el mes diciembre de 2021, en la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza, a la que se desplazaron 56 niños (34 niños y 22 niñas) de 2º curso de Educación primaria del CEIP Ramón Sáinz de Varanda de Zaragoza. En su desarrollo y seguimiento participaron: 4 investigadores, 4 maestros en ejercicio y 28 en formación. Se habilitaron 2 espacios (laboratorio y aula) con 14 puestos (7 por espacio); en cada uno trabajaron 4 niños y 2 maestros en formación. En el laboratorio se realizó la actividad “En el agua, ¿flota o se hunde?” y en el aula la actividad “En el aire, ¿flota o se hunde?”.

Desarrollo

Las actividades estaban estructuradas en dos sesiones que se realizaron simultáneamente: “En el agua, ¿flota o se hunde?”, centrada en la consecución de los objetivos didácticos (1) y (2) y “En el aire, ¿flota o se hunde?”, enfocada en los objetivos didácticos (2) y (3). A continuación, se detallan ambas sesiones.

Práctica de laboratorio “En el agua, ¿flota o se hunde?”

Esta sesión estuvo dirigida por los maestros en formación, supervisada por 2 de los investigadores y contó con la colaboración de 2 de los maestros del CEIP. Se realizaron diversas experiencias en las que, a través de la indagación, se exploró la flotabilidad de objetos cotidianos en el agua, la influencia que tiene el tipo de material con los que están hechos los objetos (independientemente de su tamaño y peso) y el medio en el que se sumergen. Además, se modificó la flotabilidad cambiando la forma del objeto o añadiéndole otros materiales (poniendo un “flotador” o lastre).

Actividad demostrativa En el aire, ¿flota o se hunde?

En este caso, fue conducida por 2 investigadores, manteniendo los mismos agrupamientos de niños y maestros en formación que en la sesión de laboratorio. A partir de una serie de experiencias demostrativas, que exploraban la flotabilidad en aire, y la realización de preguntas, que orientaban la atención de los niños hacia aspectos clave en su comprensión, los grupos discutían entre ellos y exponían al resto sus ideas, hipótesis o argumentos. En otras experiencias, pudieron comprobar cómo, al igual que un líquido, se modifica la flotabilidad añadiendo material. Para facilitarles el tránsito entre lo que sucede en el aire y en el líquido, se realizó una experiencia con agua, aceite y alcohol, en la que se observaba una gota de aceite suspendida en la mezcla.

Una semana después de la actividad realizada en la Universidad, los niños y niñas en su aula de primaria hicieron dibujos y respondieron preguntas sobre qué hace que las cosas floten y sobre la experiencia vivida ese día.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Las respuestas aportadas antes y después de realizar la actividad, constituyen la base del análisis para valorar una posible mejora en la comprensión del fenómeno.

Tabla 1. Objetos dibujados por los niños y niñas y sus preferencias a investigar.

	ANTES DE LA ACTIVIDAD	DESPUÉS DE LA ACTIVIDAD
Qué dibujan	<p>Algunos no relacionados con la flotabilidad</p> <p><u>Flotando en el agua:</u> objetos cotidianos (barco, tronco, flotador, juguete, envase, lápiz, submarino, jeringuilla), alimentos (manzana, plátano, pizza), seres vivos (personas, tritón, cocodrilo, tortuga, aves, peces)</p> <p><u>Flotando en el aire:</u> seres vivos (insectos, paracaidista) y globos</p> <p><u>Hundidos en el agua:</u> objetos cotidianos (ladrillo, llaves, coche, ancla, tijeras, televisor, ordenador, reloj, casa, cuchara, moneda, espada, caja fuerte).</p>	<p><u>Flotando en el agua:</u> objetos y materiales con los que han experimentado (corcho, naranja, vaso, madera, canica, su juguete, madera), seres vivos (persona, pato) y otros objetos (barco, botella, flotador, lata, piedra, regla, flotador, pelota) y hundidos (almeja)</p> <p><u>Flotando en el aire:</u> globos con helio</p> <p><u>Hundidos en el agua:</u> y materiales objetos con los que han experimentado (plastilina, naranja pelada, huevo) y otros objetos hundidos (ladrillo, llave, reloj, tenedor).</p>
Qué les gustaría investigar	<p>La flotabilidad de objetos diferentes a los dibujados (juguete, colchón, libro mascarilla, tiza, estuche, ruedas, piña, zapato) y de materiales (gasolina, pintura, pegamento, metal, lana cartón, corcho)</p> <p>¿Por qué flotan los barcos de metal?</p> <p>¿Por qué flotan los peces muertos?</p> <p>¿El aire flota?</p>	<p>Continuar con los objetos con los que se ha experimentado (naranja, huevo, goma, helio, juguetes, globo) o con barcos</p> <p>Otros temas no relacionados con la flotabilidad: cosas que pueden explotar, qué hay en el aire, las plantas, animales, insectos, robot, esqueletos de dinosaurios, la naturaleza, pociones, microscopio, volcanes, células madre.</p>

De los dibujos realizados por los niños y niñas en la sesión previa a la actividad destacan los siguientes resultados (Figura 1; Tabla 1): El 19% se centran en mostrar objetos o cosas que flotan (barcos, flotadores, personas, animales, troncos, submarinos, maderas...). La mayoría (71%) pinta también objetos y materiales cotidianos que se hunden (piedras, anclas, botellas llenas, ladrillos, gafas, llaves, conchas...). Además, el 6% incluyen la flotabilidad en aire (globos y objetos suspendidos en el aire), el 3% se representan haciendo la experiencia y otro 3% dibujan una experiencia de flotabilidad en líquidos distintos con botellas (vacías, parcialmente llenas y llenas de distintos materiales). El 10% hacen dibujos que no están relacionados con la flotabilidad o que resultan incomprensibles. Respecto a sus inquietudes por investigar sobre lo que flota o se hunde. El 68% centran su interés en otros objetos diferentes a los dibujados, pero que les resultan cotidianos (estuches, libros, juguetes, tiza, mascarillas...); el 7% quieren saber cómo pueden flotar los barcos si son de metal, pesados y grandes; el 3% si el aire flota o se hunde; y 22% no muestran un interés concreto.

Durante la realización de la actividad los niños emplearon, como criterios para clasificar la flotabilidad los objetos, la sensación de pesadez, el pequeño tamaño o su experiencia previa. Se sorprendieron al comprobar que las bolas de plastilina, independientemente de su tamaño, siempre se hundían, asociando la flotabilidad al tipo de material. Pudieron modificar la flotabilidad. Añadían material, que habían comprobado que se hundía, a objetos que flotaban o ponían “flotadores” a otros que se hundían (la piel de la naranja aun huevo), sacándolos a flote. Reconocieron que los globos flotan por el helio con el que se hinchaba (muchos ya conocían este gas) y que añadiendo material (clips metálicos) dejaban de flotar. En la experiencia de la gota de aceite suspendida en la mezcla de agua y alcohol, intentaban coger la gota con los dedos y decían “es como el globo”, considerando que se comportaba como éste.

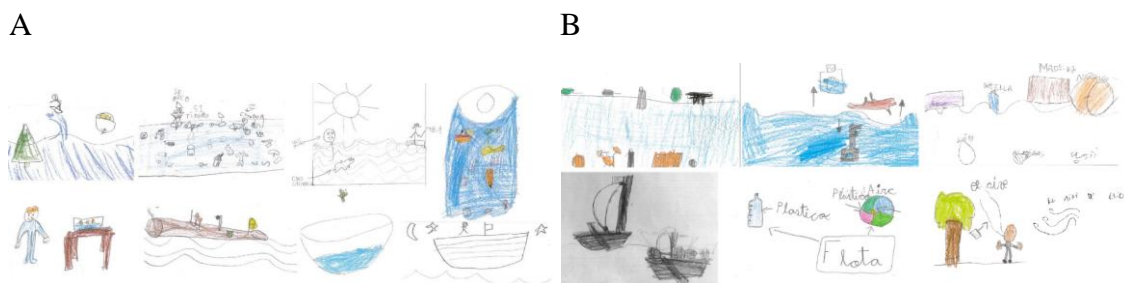


Figura 1.A. Muestra de dibujos “relacionados con que los objetos o materiales floten o se hundan” realizados por los niños y niñas en la sesión previa a la actividad. B. Representaciones de la flotabilidad. Muestra de dibujos realizados por los niños y niñas después de haber realizado la actividad en la Universidad.

De las representaciones que hacen los niños y niñas de la flotabilidad, una vez realizada la actividad en la Universidad (Figura 2; Tabla 2) se observa que: una amplia mayoría (84%) dibuja objetos que flotan o están completamente hundidos en el agua, el 8% la muestra en el aire y el 6% restante la ejemplifica en ambos medios. Los objetos representados suelen ser los utilizados en las experiencias. Un 20% dibuja un barco como símbolo de flotabilidad. El 37% indica que los objetos flotan debido a su peso, el 23% lo atribuye a que contiene aire, el 6% al tipo de material del que están hechos y un 11% señala al agua como responsable. Otro 11% habla de la flotabilidad de los globos en el aire y señala al helio como causa de que flote, lo atribuyen al tipo de material y no a que sea más pesado o ligero. Al 83% de los niños y niñas le gustaría volver a la Universidad (el 17% no contesta). El 40% querrían seguir investigando con objetos que flotan o se

hunden, con helio o aire, mientras que el 47% están más interesados en otros temas (animales, plantas, cosas que explotan, microscopios, robots).

CONCLUSIONES

El objetivo principal de la actividad consistía en centrar la atención de los niños en el papel de los distintos materiales en el comportamiento de los objetos en el agua y en el aire. Los resultados muestran una reorientación de su atención en esa dirección, lo que puede considerarse un paso prometedor en la construcción del nuevo modelo precursor, pese a lo complicado de mejorar los conocimientos en una única sesión (Aguilera et al, 2018). Esto podría ayudarles a comprender la relación entre el material del que está hecho un objeto y el fluido circundante y verlo como causa del comportamiento del objeto, lo que facilita la introducción del concepto de densidad en modelos posteriores. Se encuentra imprescindible la ayuda del maestro para guiar la indagación hacia la comprensión del mecanismo que explica el fenómeno; si no se limitan a probar muchas cosas sin entender qué ocurre. Como señalaba en su informe una maestra en formación:

“Esta actividad motiva la indagación, el interés y el descubrimiento del alumnado consiguiendo alcanzar los objetivos propuestos. A su vez fomenta la capacidad de diálogo y cooperación en grupo y la puesta en común de ideas y argumentos con que las que llegar a conclusiones.”

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación de referencia Beagle. Investigación en Didáctica de Ciencias Naturales (S27_20R). A los participantes en la actividad, al centro público de educación y a los maestros en formación del Grado en Magisterio. Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de innovación (PIIDUZ_1_204) Flotando entre la densidad y el empuje, concedido por la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., Martín, T., Valdivia, V., Ruiz, A., Williams, L., Vílchez, J. L. y Perales, F. J. Enseñar física a través de la indagación. Una experiencia didáctica con alumnos de Educación Primaria. En Martínez Losada, C. y García Barros, S. (coord.) (2018). 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo*. Universidade da Coruña. 793-797. DOI: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497496896>
- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P. y Morales-Blake, A. R. (2010) Precursor models construction at preschool education: an approach to improve scientific education in the classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(1), 41-76. DOI: <https://doi.org/10.26220/rev.134>
- Carey, S. (2000). Science Education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 13-19.
- Kallery, M. (2015). Science in early years education: introducing floating and sinking as a property of matter. *International Journal of Early Years Education*, 23:1, 31-53, DOI: <https://doi.org/10.1080/09669760.2014.999646>
- Kallery, M. (2000). Children's Science Questions and Ideas Provide an Invaluable Tool for the Early Years' Teacher. *Primary Science Review*, 61 (Jan/Feb), 18-19
- Kalogiannakis, M., Ampartzaki, M., Papadakis, S. & Skaraki, E. (2018). Teaching natural science concepts to young children with mobile devices and hands-on activities. A case study. *International Journal of Teaching and Case Studies*, 9(2), 171-183. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTCS.2018.090965>
- Kambouri-Danos, M., Ravanis, K., Jameau, A. and Boilevin, J.-M. (2019) Precursor models and early years science learning: a case study related to the water state changes. *Early*

Childhood Education Journal, 47 (4).475-488. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00937-5>

- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Pearson Education.
- Postigo, D. y Greca, I. M. (2014). Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(nº extra), 264-273.
- Lehrer, R., Schauble, L., Strom, D. & Pligge, M. (2001). Similarity of Form and Substance: Modeling Material Kind. In *Cognition and Instruction: Twenty-five Years of Progress*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 39–74.
- Smith, C., Carey, S. y Wisner, M. (1985). On Differentiation: A Case Study on the Development of Size, Weight and Density. *Cognition*, 21 (3), 177–237. DOI: [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90025-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90025-3)

Guías de campo orientadas a la Educación Primaria para la enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad

Carmen Enrique Mirón¹, Pedro Paredes Ruiz², Juan A. González García¹, Verónica Guilarte Moreno¹

¹Facultad Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. Universidad de Granada

²Consejería de Políticas Sociales, Salud Pública y Bienestar Animal. Ciudad Autónoma de Melilla

RESUMEN: El Plan de Acción Europeo para la implementación de la Agenda 2030 se basa en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre ellos se persigue el uso sostenible de los ecosistemas a través de su conocimiento y valoración. La Educación Primaria se presenta ideal para fomentar actitudes de respeto a la Naturaleza. Numerosos autores consideran que la enseñanza fuera del aula es de gran importancia en la Enseñanza de las Ciencias Naturales, al presentar indudables efectos cognitivos y afectivos positivos. Sin embargo, la realidad nos indica que las salidas de campo con fines didácticos se limitan a momentos puntuales. En este contexto presentamos un conjunto de cinco guías de campo dirigidas al profesorado de Educación Primaria, enfocadas al conocimiento de la biodiversidad del entorno próximo a Melilla y al fomento de actitudes de respeto y valoración del medio natural.

PALABRAS CLAVE: Guías de Campo, Enseñanza-Aprendizaje, Educación Primaria en Ciencias, Entorno natural Melilla.

ABSTRACT: The European Action Plan for implementing the 2030 Agency is based on 17 Sustainable Development Objectives (SOD). Among them, it is pursued the ecosystem sustainable use based on their knowledge and recognition. Primary Education is considered ideal to encourage attitudes towards nature conservation. Several authors consider that outdoors activities are of great importance in Natural Science teaching because of the positive cognitive and emotional effects. However, the actual situation suggests that fieldwork with education purpose is scarcely used in daily routine. In this context, it is presented a collection of five field guides for Primary Education teachers. They are focused on the knowledge of local biodiversity of Melilla and to encourages the attitudes towards respect and recognition of natural environment.

KEYWORDS: Field guides, Learning-Teaching, Elementary Science Education, Natural environment in Melilla.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El “Plan de Acción Europeo para la implementación de la **Agenda 2030** se basa fundamentalmente en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2019). El 4º ODS, sobre la educación de calidad, busca garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje para todos. Dentro de sus principales metas destacan: la “*Calidad de la Educación Primaria y Secundaria*” (meta 4.1), así como el propósito de impulsar la “*Educación global para el desarrollo sostenible*” (meta 4.7 a conseguir en 2025). Por ello, es necesaria la inclusión de competencias relacionadas con valores éticos

a favor de la sostenibilidad social y ambiental en los programas de educación formal a todos los niveles.

Una de las metas a destacar en el ámbito del 13° ODS es la relacionada con mejorar la educación, la sensibilización y la capacitación humana e institucional respecto a la mitigación, adaptación y reducción de los impactos del cambio climático. Por otro lado, los problemas ambientales globales ejercen una presión adicional sobre los recursos naturales y en concreto sobre la biodiversidad terrestre. En este sentido va encaminado el 15° ODS, que tiene como fin promover el *uso sostenible de los ecosistemas terrestres y frenar la pérdida de la diversidad biológica*. España cuenta con una amplia red de espacios naturales protegidos por instituciones internacionales y nacionales. Por lo tanto, es fundamental que el profesorado de Primaria conozca estos espacios, especialmente aquellos ubicados en su entorno más próximo. Si queremos formar ciudadanos que inviertan en la conservación de la diversidad de la flora y fauna de su territorio, es necesario empezar por la educación, promoviendo su conocimiento y valoración.

En relación con las competencias del siglo XXI (UNESCO 2016), uno de los modelos más sólidos acerca de la competencia profesional es la del proyecto COACTIV (Kunter et al., 2013), que considera cuatro dimensiones que estructuran esa competencia: conocimiento profesional; creencias, valores y metas; orientaciones motivacionales; y autorregulación. En esta propuesta, se destaca el carácter organizador del conocimiento en la competencia profesional, pero además es importante la puesta en juego de tal conocimiento para dar respuesta a las demandas y actuaciones propias de su actividad profesional. Un docente de ciencias evidencia su competencia profesional cuando aborda tareas relativas a la enseñanza de las ciencias, en contextos escolares reales.

Los seres vivos en el currículo

Teniendo en cuenta el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, además de los borradores del desarrollo curricular de la LOMLOE, se presenta un bloque de contenidos relacionado con los seres vivos y los ecosistemas. Entre sus estándares de aprendizaje se hace un especial hincapié en la “*observación directa*”, en la “*identificación de características*” y en la “*clasificación*”, tanto de animales como de vegetales. Adicionalmente, el currículo incluye aspectos de “*observación de los diferentes hábitats de los seres vivos*”, “*observación de ecosistemas e identificación de sus componentes*”, “*la utilización de guías*” en la identificación de animales y plantas, sin olvidar aspectos relacionados con el “*respeto y cuidado de los seres vivos*”. En este sentido, se pone de relieve la idoneidad y necesidad del empleo de recursos didácticos en el propio medio natural.

Importancia de la enseñanza práctica fuera del aula en el aprendizaje de las Ciencias Naturales

La enseñanza fuera del aula es de gran importancia en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Foster y Shield-Rolle, 2011; Martin, 2003) y presenta numerosos efectos beneficiosos cognitivos y afectivos en los estudiantes hacia las clases de biología y ciencias de la naturaleza (Drissner et al., 2010). Esta enseñanza conlleva una mejora de la comprensión de los conceptos de las ciencias de la naturaleza (Tas y Gülen, 2019), además de un mejor conocimiento del medio ambiente y una actitud más responsable hacia la naturaleza (Martin, 2003). Además, se sugiere que el aprendizaje fuera del aula mediante la observación, exploración y la interpretación, motiva a los estudiantes hacia un aprendizaje activo, construyendo los nuevos conceptos a partir de la observación de los ecosistemas (Yildirim, 2020). Por otro lado, otro objetivo a destacar es que permite lograr una alfabetización científica y el desarrollo de habilidades para aplicar el método científico por parte del alumnado. La enseñanza en el medio natural puede tener lugar en distintos entornos, tales como los alrededores del centro escolar, parques nacionales,

granjas, parques, distintas ubicaciones del patrimonio urbano y cultural y museos, entre otras.

Sin embargo, a pesar del potencial de las salidas al campo y las experiencias fuera del aula, la frecuencia con la que se realizan en las áreas de Ciencias Experimentales es bastante baja (Lloyd et al., 2012; Pedrinaci, 2012), limitándose frecuentemente a visitas o excursiones puntuales. Varios estudios sugieren que factores que presenta una gran influencia en la enseñanza fuera del aula están relacionados con la elección pedagógica del profesor (Lavie y Tal, 2017). Adicionalmente, distintos estudios indican los escasos conocimientos del contenido de ciencias de la naturaleza por los maestros de educación primaria, y su dificultad en diseñar materiales y actividades adecuados para una docencia fuera del aula (Ayotte-Beaudet et al., 2017). Por otro lado, la mayoría de los docentes de Educación Primaria, tampoco recibieron en primera persona un aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza fuera del aula. En este contexto, el profesorado en activo demanda la presencia de materiales didácticos para una enseñanza práctica en contacto con la naturaleza.

ZONAS DE ESPECIAL CONSERVACIÓN (ZEC) EN MELILLA

La Unión Europea planteó a través de la Directiva Hábitat 92/43/CEE (1992) una propuesta de red ecológica denominada *Red Natura 2000* con el objetivo de confeccionar un mapa con zonas de especial conservación (ZEC), donde especies de flora y fauna, y hábitats autóctonos, alcancen la protección adecuada ante las amenazas que, fundamentalmente a través del desarrollo incontrolado del hombre, se están introduciendo en el medio natural.

Por estar situada en el continente africano y presentar un clima mediterráneo semiárido, Melilla cuenta con una flora y una fauna especiales dentro del contexto general de España. Esto nos llevó a realizar estudios de campo por parte de la Universidad de Granada (Campus de Melilla) y la Consejería de Medio Ambiente de la Ciudad Autónoma, encaminados a solicitar la creación de 2 zonas protegidas: la marítimo-terrestre de los “Acantilados de Aguadú” y la terrestre del “Barranco del río Nano”. Ambas fueron declaradas ZEC en 2013 ante la presencia de algunos de los hábitats protegidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat, entre los que destacan: *9570 Bosquetes de Tetraclinis articulata*, *5330 Matorrales termomediterráneos y predesérticos* y *1170 Arrecifes*. Enlazando ambas zonas protegidas nos encontramos con el Parque “Periurbano de Rostrogordo” y al sur del barranco del Nano con la “Zona Periférica de las Adelfas”.

Por otro lado, los trabajos científicos sobre la percepción y conocimientos del profesorado de Primaria de los Espacios Naturales Protegidos (ENP) o las Zonas de Especial Conservación (ZEC) son prácticamente inexistentes, quizás porque estos contenidos no forman parte explícita del currículo de Educación Primaria. Además, desde el año 2007, la Comisión Europea ha lanzado el cuestionario: “*Attitudes of Europeans towards the issue of biodiversity*”, donde algunas de las preguntas están relacionadas con los espacios naturales, concretamente con la *Red Natura 2000*. La evolución temporal de los resultados relativos al conocimiento de dichos espacios resulta alarmante. En 2018, tan solo el 11% de los europeos encuestados afirmaron saber qué es la Red Natura 2000, de manera que casi un 90% de los ciudadanos desconocen este tipo de espacios naturales (Comisión Europea, 2018).

DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO: GUÍAS DE CAMPO

Los profesores de Ciencias de la Naturaleza que formamos a los futuros maestros en Melilla llevamos tiempo orientando nuestra docencia hacia el conocimiento de la biodiversidad en el entorno natural de la ciudad, siempre pensando que el estudio a través del contacto directo con lo local es el método idóneo para ir abriendo horizontes cada vez más extensos hacia el conocimiento y la comprensión de la diversidad de la vida. Además, nuestras líneas de investigación siempre han estado enfocadas al estudio de las especies, hábitats y ecosistemas que caracterizan a la región biogeográfica en la que está ubicada nuestra ciudad: *El Magreb*, con abundancia de endemismos norteafricanos. De estos trabajos han ido surgiendo publicaciones (Enrique et al., 2012; González-García et al., 2003; González-García et al., 2005); informes de seguimientos de las ZEC, derivados de convenios suscritos entre la Consejería de Medio Ambiente de la Ciudad Autónoma y la UGR (González-García y Enrique, 2018, 2019, 2020). Sin embargo, el profesorado de Educación Primaria siempre ha echado de menos materiales didácticos que les sirvieran de enlace entre lo estrictamente científico y su aplicación en el diario de su labor pedagógica.

En este contexto, se han elaborado las guías de campo (Figura 1) centradas fundamentalmente en las dos ZEC de Melilla y zonas periféricas, aunque adicionalmente se hagan incursiones por todo el litoral melillense, incluidas las zonas portuarias, o por parques y jardines urbanos, donde también vamos a encontrar especies de interés.



Figura 1. Guías de campo elaboradas (5 volúmenes)

En relación con la divulgación de estos materiales didácticos hay que destacar que las guías han sido proporcionadas en el académico 2021-22 a todos los centros públicos y concertados de la ciudad. Adicionalmente, las guías de campo se encuentran disponibles para todo el público interesado en: <https://faedumel.ugr.es/pages/transferencia> y en <https://granjamelilla.es/guias-de-campo/>

Esta colección de guías de campo pretende acercar al profesorado y al alumno de los últimos niveles de Educación Primaria a la biodiversidad y la ecología de su entorno natural. A través de los 5 volúmenes que la componen (1. Aspectos Introdutorios, 2. Flora Terrestre, 3. Litoral Marino, 4. Invertebrados y 5. Vertebrados) se recogen las especies más abundantes e importantes de la flora y fauna del territorio melillense. Del profesorado se espera una labor de apoyo, seguimiento y guía del proceso de aprendizaje

y de concienciación conservacionista en un lugar como Melilla (12 km²) donde el deterioro ambiental pide a gritos actitudes más respetuosas y más comprometidas con el futuro.

Excepto en el caso de la primera, donde se contemplan aspectos generales y se dan ideas sobre cómo trabajar las Ciencias de la Naturaleza con niños de Primaria, cada una de las guías restantes incluye 40 fichas que comprenden un total de 193 especies: 45 de flora, 48 del litoral, 54 de invertebrados terrestres y 46 de vertebrados terrestres. Son una representación seleccionada, real y bien visible de la biodiversidad melillense. El orden en el que se muestran las especies sigue, en la medida de lo posible, el recorrido del itinerario propuesto en cada una de las guías. Por supuesto, no queremos decir que una determinada especie solo pueda ser localizada en el punto concreto en que se muestra en el itinerario, pero sí que la hemos situado en la zona donde esa especie forma las poblaciones más importantes y mejor observables. En algunas ocasiones, como es el caso de unas pocas especies autóctonas, endémicas o escasas, que se encuentran en peligro de extinción en Melilla, sí se señalan exactamente los lugares donde, de forma casi exclusiva, pueden localizarse. Las fichas de estas últimas quedan resaltadas por un logo específico que magnifica su importancia y/o escasez.

En cada ficha se encuentra información relevante sobre aspectos morfológicos y vitales de cada una de las especies seleccionadas. Comenzamos indicando los nombres científico y vulgar, así como su inclusión taxonómica, el origen y la distribución geográfica propia de la especie, y por último se presentan datos concretos de las poblaciones en Melilla. Completamos la información con detalles referentes a la peligrosidad del manejo o sobre los usos que el hombre hace de algunas de ellas o de sus productos. Esto último sólo lo indicamos a grandes rasgos, a veces mediante simples pictogramas.

CONCLUSIONES

Las guías de campo de flora y fauna del entorno natural cercano al alumnado pueden constituir un extraordinario recurso de aprendizaje. En primer lugar, favorecen la mejora del conocimiento de los ecosistemas propios de la región por parte del profesorado. En segundo lugar, las guías constituyen una herramienta idónea para la transmisión de conocimiento al alumnado de Educación Primaria, a través de salidas de campo que les ayudarán a descubrir la flora y fauna de su región, y a valorar su conservación y protección.

Durante este curso 2021/2022 se han puesto en marcha actividades formativas con profesores de Primaria de distintos CEIP de Melilla con la idea de que en próximos cursos académicos puedan formar parte de sus prácticas fuera del aula. Los futuros resultados sobre el empleo de estas guías nos permitirán valorar su aceptación y repercusión didáctica en profesores y alumnos de Primaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayotte-Beaudet, J.-P., P. Potvin, H. G. Lapierre, and M. Glackin. (2017). Teaching and Learning Science Outdoors in Schools' Immediate Surroundings at K-12 Levels: A Meta-Synthesis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 13 (8), 5343-5363. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00833a>
- Directiva Hábitat (92/43/CEE) del Consejo (1992). Relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (Nº L 206/7).

- Drissner, J., H.-M. Haase, and K. Hille. 2010. "Short-Term Environmental Education-Does It work?-An Evaluation of the 'Green Classroom'". *Journal of Biological Education*, 44 (4), 149-155. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656215>
- Enrique, C., González, J.A., Cabo, J.M. y Sánchez, S. (2012). *Hablemos de Biodiversidad. Tratamiento Didáctico de la Biodiversidad: el caso de Melilla*. GEEPP Ediciones.
- González-García, J.A., García, H., Cabo, J.M. 2003). *La Flora Silvestre de Melilla*. Ciudad Autónoma de Melilla: Consejería de Medio Ambiente.
- González-García, J.A., García, H. y Bueno del Campo, I. (2005). *Especies singulares y protegidas de la flora y fauna de Melilla e islas Chafarinas*. Fundación Gaselec.
- González-García, J.A. y Enrique, C. (2018, 2019, 2020). Estudio de hábitats y especies protegidas de las ZEC de Melilla y el litoral. 1er, 2º, 3º, 4º y 5º Informes Convenio UGR-Ciudad Autónoma de Melilla. <https://medioambientemelilla.es/areas-de-actividad/biodiversidad/>
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss S. y Neubrand, M. (Eds.) (2013). *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers. Results from the COACTIV Project*. New York: Springer
- Lavie Alon, N., and T. Tal. 2017. "Field Trips to Natural Environments: How Outdoor Educators Use the Physical Environment." *International Journal of Science Education, Part B* 7 (3), 237-252. doi:10.1080/21548455.2016.1250291
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264
- Lloyd, R., R. Neilson, S. King, and M. Dyball. 2012. *Review of Informal Science Learning*. Wellcome Trust.
- Martin, S. C. (2003). The influence of outdoor schoolyard experiences on students' environmental knowledge, attitudes, behaviours, and comfort levels. *Journal of Elementary Science Education*, 15(2), 51-63. <https://www.jstor.org/stable/43155742>
- Ministerio de Asuntos Exteriores, unión Europea y Cooperación (2019). *Plan de Acción para la Implementación de la Agenda 2030. Hacia una Estrategia Española de Desarrollo Sostenible*. Dirección General de Políticas de Desarrollo Sostenible. Administración General del Estado.
- Pedrinaci E. (2012) Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique* 71, 81-89. Taş, E., & Gülen, S. (2019). Analysis of the influence of outdoor education activities on seventh grade students. *Participatory Educational Research*, 6(2), 122-143. <http://dx.doi.org/10.17275/per.19.17.6.2>
- UNESCO (2016). *UNESCO Science Report. Towards 2030*. UNESCO Publishing
- Yildirim, H. I. (2020). The effect of using out-of-school learning environments in science teaching on motivation for learning science. *Participatory Educational Research*, 7(1), 143-161. <http://dx.doi.org/10.17275/per.20.9.7.1>

Estudio comparativo de secuencias de actividades sobre el fenómeno de flotación

Castillo Hernández, Francisco José¹; Jiménez-Liso, María Rut¹; Martínez-Chico, María¹; López-Gay, Rafael¹

¹ Universidad de Almería. fch123@ual.es; mrjimene@ual.es; mmartinez@ual.es; rlucio@ual.es

RESUMEN: Presentamos un estudio didáctico sobre el fenómeno de flotación que va desde el análisis de la literatura hasta el proceso de diseño y evaluación de una secuencia y que nos ha permitido reflexionar sobre nuestras herramientas de diseño y sobre su operativización. Hemos seguido las tres fases propias de la Investigación Basada en el Diseño: 1) análisis del problema; 2) diseño de la secuencia de actividades; 3) evaluación del diseño. Los resultados muestran, por un lado, la falta de consenso generalizada en la literatura didáctica sobre aspectos claves para la enseñanza de la flotación y, por otro lado, la necesidad de realizar investigaciones de diseño donde, además de diseñar secuencias de actividades fundamentadas en la literatura didáctica, se evalúe su efectividad y se expliciten las herramientas de diseño utilizadas, que en nuestro caso han sido: clarificación conceptual, selección de objetos útiles y enfoque de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: Flotación, Revisión sistemática, Diseño de secuencias, Herramientas de diseño.

ABSTRACT: We present an educational study on the phenomenon of floating that goes from the analysis of the literature to the process of design and assess the effectivity of a sequence, which has allowed us to reflect on our design tools and their operationalization. We have followed the three phrases of Design-Based Research 1) analysis of the problem; 2) design of the instructional sequence; 3) assess the effectivity of the instructional sequence designed. The results show, on the one hand, the lack of generalized consensus in the Science Education literature on key aspects for the teaching of floating and, on the other hand, the need to conduct design research in which, in addition to designing instructional sequences based on the Science Education literature, we assess their effectiveness and make explicit the design tools used, which in our case have been: conceptual clarification, selection of useful objects and teaching approach.

KEYWORDS: Flotation, Systematic review, Instructional sequence design, Design tools.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de flotación está presente en la vida cotidiana de nuestros alumnos, ya sea cuando ven un barco en el mar, un globo aerostático en el cielo o cuando en la bañera introducen objetos que flotan o se hunden. La literatura científica muestra que, antes de comenzar la escolaridad obligatoria, el alumnado ya posee explicaciones intuitivas o concepciones alternativas sobre este fenómeno (Parker y Heywood, 2000; Yin et al., 2008). Tras la escolaridad muchas de esas ideas se mantienen (Potvin y Cyr, 2017), lo que podría deberse a una enseñanza que no promueve otras formas de generar y validar el conocimiento (Martínez-Torregrosa et al., 1999). Algunos ejemplos de enfoques que sí lo promueven son la indagación (Jiménez-Liso, 2020), la modelización (Couso, 2020) y la argumentación (Jimenez-Aleixandre, 2020), ya que además de tener en cuenta las concepciones alternativas del alumnado, promueven prácticas propias de la ciencia.

Diversas investigaciones muestran que, aunque muchos docentes tienen interés y entusiasmo a la hora de plantear una enseñanza que mejore el aprendizaje de su alumnado, no encuentran ejemplos concretos fundamentados en la investigación (como secuencias de actividades, en adelante SEA) con los que mejorar su propia práctica en torno a un tema concreto (Romero-Ariza et al., 2020). El fenómeno de flotación es un ejemplo pues, a pesar de que ha sido ampliamente estudiado en la literatura didáctica desde la década de los 70 (Rowell y Dawson, 1977), los resultados de las investigaciones didácticas resultan lejanos, densos o inútiles para el profesorado y para su alumnado. Para salvar esta distancia entre investigación-aula y, de esta forma, conectar ambas, surge la necesidad de que, tanto maestros como investigadores, trabajemos conjuntamente para diseñar SEAs fundamentadas en la investigación didáctica con las que mejorar la capacidad del alumnado para explicar, en nuestro caso, el fenómeno de flotación. En esta investigación, que forma parte de una tesis doctoral, pretendemos, por un lado, analizar si hay consensos en la abundante literatura didáctica sobre flotación acerca de las dificultades del alumnado o las posibles estrategias de enseñanza y, por otro lado, experimentar el proceso de diseño de una SEA sobre flotación para Ed. Primaria (utilizable en formación inicial de docentes) obteniendo con ello nociones sobre cómo operativizar el diseño de SEAs que resulten verdaderamente útiles para docentes, futuros docentes y sus formadores. En esta comunicación resumiremos los principales resultados en torno a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué consensos arroja la investigación didáctica sobre la enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de flotación? ¿Son transferibles al aula?
- ¿Qué herramientas de diseño pueden ser extraídas del análisis de la literatura didáctica?
- Al diseñar nuestra SEA de flotación ¿cómo podemos operativizarlo y evaluarlo?

MARCO METODOLÓGICO

La investigación basada en el diseño (IBD en adelante) amplía una línea de investigación didáctica recurrente (con antecedentes en la investigación-acción, el refinamiento de SEAs, o los estudios evaluativos de caso) sobre dos grandes objetivos: por un lado, dar respuesta a las problemáticas reales del aula en cuanto a secuencias concretas fundamentadas en investigación y, por otro lado, generar conocimiento didáctico sobre el diseño mediante la validación de teorías y principios de diseño (Plomp y Nieveen, 2013), siendo este último aspecto el más diferenciador en relación a la investigación precedente. En otras palabras, además de diseñar materiales didácticos efectivos, la IBD plantea la necesidad de explicar cuáles son las razones que hacen al material didáctico funcionar y hacer recomendaciones para que pueda ser adaptado a diferentes contextos (Guisasola et al., 2021).

Para alcanzar ambos objetivos, existe un consenso generalizado entre los distintos autores, considerando a la IBD como una investigación de carácter cíclico que comienza con una investigación preliminar donde se revisa la literatura especializada; se propone un primer diseño de SEA y su pilotaje, para finalizar con su evaluación (Plomp, 2013).

En la tabla 1 mostramos las tres fases propias de la IBD planteadas en la tesis doctoral en desarrollo y la asociamos con los diferentes estudios y preguntas de investigación descritas en esta comunicación.

Tabla 1. Principales características de la investigación

Fase en IBD	Pregunta de investigación	Metodología	Recursos utilizados
Análisis del problema	¿Qué consensos arroja la investigación didáctica sobre el fenómeno de flotación? ¿Son transferibles al aula?	Revisión sistemática	71 artículos de investigación (1970-actualidad)
	¿Qué aspectos (herramientas de diseño) pueden ser extraídos del análisis de la literatura didáctica?	Método comparado de SEAs y videograbaciones	6 SEAs sobre flotación, videograbaciones del simposio ESERA
Diseño de la SEA	Al diseñar nuestra SEA de flotación, ¿qué características tiene el proceso y cómo podemos operativizarlo?	Estudio de un caso. Documentos, videograbaciones	3 SEAs iniciales para confluir en un diseño colectivo propio, implementación y evaluación (actualidad)
	En aras de operativizarlo ¿qué refinamientos se han producido?	Desarrollo histórico de SEA de flotación para Formación de Maestros	3 Refinamientos sucesivos de una SEA sobre flotación para formación inicial de maestros (2010-actualidad)
Evaluación de la SEA	¿Cómo podemos evaluar la SEA sobre flotación?	Metodología cuantitativa: no experimental, descriptiva, comparativa y correlacional	Producciones del alumnado. Tarea de su reflexión sobre sus aprendizajes y emociones

DESARROLLO Y AVANCE DE RESULTADOS

La fase inicial (o preliminar) de la IBD comenzó con el análisis de lo publicado sobre flotación, adaptando los pasos propuestos por PRISMA (Moher et al., 2009) para la selección de 71 artículos entre 1970 y la actualidad. Hemos agrupado los artículos en función de los objetivos de investigación que plantean; si proponen actividades sueltas o SEAs y sus características: los objetos que proponen utilizar, el enfoque de enseñanza empleado, y, por último, si son evaluadas o no. Pese a la extensión temporal de este tema en la investigación didáctica, no hemos encontrado consensos básicos ni en torno a los conceptos a utilizar para abordar la temática (unos se centran en densidad y otros en fuerzas), ni sobre los objetos, o incluso los enfoques de enseñanza a utilizar. Son escasas las propuestas de SEAs sobre flotación y, además, pocas evalúan su efectividad. Esto nos indica que, a pesar de la longevidad de las investigaciones sobre flotación, pocos resultados podrían ser útiles para los docentes o transferibles a sus aulas de ciencias, lo que muestra que no solo hay una brecha entre la investigación y la práctica docente, sino también en la propia investigación didáctica.

Para la segunda fase de la IBD comparamos seis SEAs de flotación que aparecen en artículos científicos, centrándonos en apartados similares a los de la revisión sistemática de la literatura (objetivos, conceptos, enfoque de enseñanza, objetos utilizados, etc.). El análisis nos llevó a determinar que cuatro de las SEAs emplearon la indagación como enfoque de enseñanza, mientras que las otras dos utilizaron modelización. Asimismo, también observamos una predominancia del concepto de densidad (en cuatro de las SEAs) frente al de fuerzas (en dos) para explicar el fenómeno de flotación, lo que coincide con la tendencia observada en la revisión sistemática de la literatura didáctica.

Dadas las dificultades descritas en la literatura sobre el uso de la densidad (proporcionalidad inversa del volumen, densidad media, etc.), comenzamos el proceso de diseño de la SEA consensuando dos aspectos: por un lado, la necesidad de que el alumnado construyese el modelo de fuerzas frente al de densidad para abordar el fenómeno de flotación y, por otro lado, que lo hiciesen mediante el enfoque de enseñanza por indagación. Partiendo de estas premisas, tres investigadores planteamos de forma independiente un diseño y nos reunimos hasta en tres ocasiones para consensuarlo (sesiones videograbadas). Este proceso nos ha permitido explicitar las decisiones tomadas en relación al diseño y, por tanto, generar conocimiento didáctico sobre el diseño de SEAs (objetivo propio de las IBD). Hemos observado que, además de coincidir los tres en la pertinencia de usar del modelo de fuerzas para abordar el fenómeno, ha sido necesario tomar algunas decisiones concretas para facilitar la adaptación a Primaria. El objeto propuesto por dos de los investigadores fue un bote transparente de cristal (con cierre hermético y que podía llenarse o vaciarse de arena u otro material), mientras que la tercera propuso una lata de Cola Light. Esta decisión se debió a que, por un lado, la Cola Light ni flota ni se hunde, siendo, por tanto, un fenómeno paradigmático controlado y, por otro lado, por su cotidianeidad para el alumnado. El enfoque de enseñanza que emplearon los tres investigadores se basaba en las prácticas científicas de indagación, aunque las fases (Jiménez-Liso, 2020) fueron flexibles y difusas en dos de las propuestas y más rígidas (y evidentes) en la tercera. Esta última justificaba su propuesta afirmando que *el ciclo de indagación era la herramienta de diseño y guía para seleccionar los tipos de actividades a incluir en la secuencia y su orden*. La tercera propuesta y su organización (con fases más rígidas y evidentes) convenció más al grupo diseñador, dejando a un lado la escasa operativización que se vislumbró en los otros dos diseños, pues, como reconoció uno de sus diseñadores, cuando plantea una secuencia *primero me planteo qué quiero que aprendan y después elijo el tipo de actividad que considero más adecuada para ello*.

El estudio histórico de nuestra SEA sobre flotación, que va desde su versión inicial (2010) hasta la actual, nos ha permitido analizar cómo han evolucionado aspectos tan relevantes para el diseño como los conceptos utilizados para abordar el fenómeno de flotación o los objetos empleados para contextualizarlo. Gracias a dicho estudio, hemos podido detectar algunos consensos que consideramos muy relevantes para el diseño: en primer lugar, la decisión de usar el modelo de fuerzas por su capacidad para describir, explicar, predecir y evitar dificultades asociadas a la densidad, así como el contexto de flotación para iniciar la construcción del modelo en cuestión (habitualmente asociado a Educación Secundaria) en Educación Primaria; en segundo lugar, la utilidad de seguir las fases del enfoque de enseñanza por indagación (Jiménez-Liso, 2020) y su flexibilización posterior atendiendo a las formas de enseñar de cada docente; en tercer y último lugar, la importancia de la elección del objeto con el que contextualizar el fenómeno de la flotación, pues puede llevar al alumnado a centrar su atención o, por el contrario, distraerlo. En nuestro caso concreto, pasamos de botellas aleatorias (las que trajera el alumnado, con diferentes tamaños y formas) y botes herméticos transparentes que permitían el llenado-vaciado, a una lata de Cola Light (última versión de la SEA).

Junto con el diseño de la SEA, nos parece imprescindible desarrollar un método que evalúe su efectividad, que sea sencillo y útil tanto para investigadores y docentes y que esté centrado en las producciones del alumnado (su hipótesis, sus propuestas de diseños experimentales, la tarea de reflexión sobre sus aprendizajes y emociones). Por motivos de espacio, en esta comunicación presentaremos resultados de una actividad de autorreflexión sobre aprendizaje y emociones. Los resultados relativos a la percepción de aprendizaje (Figura 1) indican los momentos en los que los estudiantes reconocen haber

aprendido menos (M1 y M2), que se corresponden con repaso de contenidos como la diferencia entre el volumen y capacidad o entre masa y peso; y los que consideran haber aprendido más (M4 y M5), relacionados con la construcción del modelo de fuerzas y su uso en otros contextos.

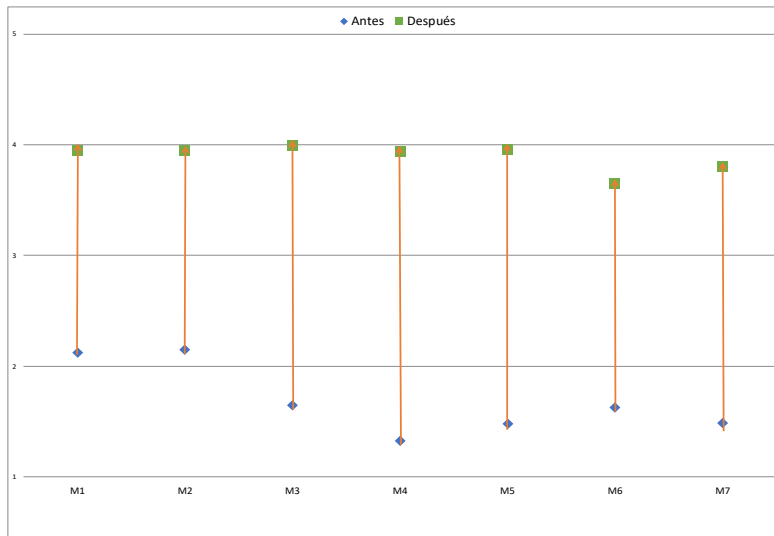


Figura 1. Percepción de aprendizaje antes y después de vivir la secuencia

Es importante destacar, asimismo, que esta percepción de aprendizaje positiva ha sido asociada, al mismo tiempo, con emociones tales como la confianza, satisfacción, concentración e interés y, en menor medida, vergüenza, rechazo, aburrimiento e insatisfacción (Figura 2).

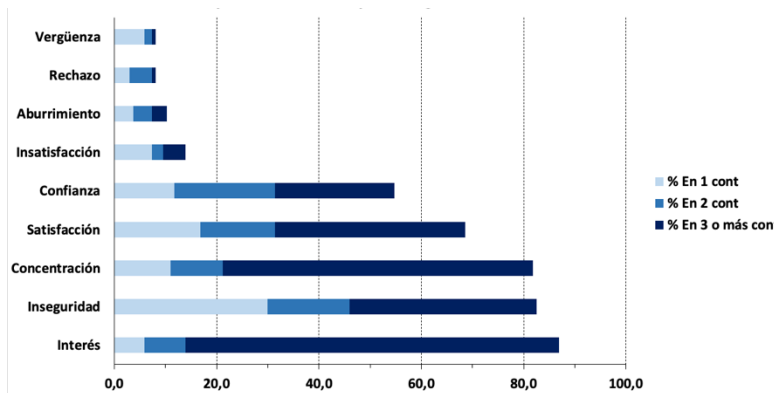


Figura 2. Porcentaje de estudiantes que han percibido las distintas emociones

Con esta comunicación, resumen de una tesis doctoral amplia, queremos mostrar resultados sobre el estado actual de los estudios didácticos sobre flotación, el proceso llevado a cabo para diseñar una SEA sobre este tópico, nuestras herramientas de diseño y cómo operativizar el proceso de diseño para la formación de docentes (inicial o permanente).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de los proyectos UAL2020-SEJ-D1784 (Universidad de Almería), SensoDoCiencia PID2020-116097RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación (AEI/10.13039/501100011033/), P20_00094 de la Junta de Andalucía, así como al Ministerio de Universidades por la beca FPU (convocatoria 2018) y por las ayudas complementarias de movilidad (convocatoria 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo, y J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 70-81). Penguin Random House Grupo Editorial.
- Guisasola Aranzabal, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(1), 1801. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Jimenez-Aleixandre, M. P. (2020). ¿Cómo sabemos lo que sabemos? Mediante la argumentación y el uso de pruebas, herramientas para aprender y desarrollar el pensamiento crítico. En D. Couso, M. R. Jiménez-Liso, C. Refojo, y J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 82-93). Penguin Random House Grupo Editorial.
- Jiménez-Liso, M. R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento (indagación). En D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, J. A. Sacristán, y C. Refojo (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 53-62). Penguin Random House Grupo Editorial.
- Martínez-Torregrosa, J., Doménech, J. L., y Verdú-Carbonell, R. (1999). Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: la epistemología de la ciencia como criterio organizador de la enseñanza en las ciencias física y química. *Curriculum*, 7(2), 22-34.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., y Group, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), 1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Parker, J., y Heywood, D. (2000). Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces. *International Journal of Science Education*, 22(1), 89-111. <https://doi.org/10.1080/095006900290019>
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En T Plomp y N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 9-35). Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO.
- Plomp, T, y Nieveen, N. (2013). *An Introduction to Educational Design Research*. Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO.
- Potvin, P., y Cyr, G. (2017). Toward a durable prevalence of scientific conceptions: Tracking the effects of two interfering misconceptions about buoyancy from preschoolers to science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(9), 1121-1142. <https://doi.org/10.1002/tea.21396>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A., Sorensen, P., y Oliver, M. (2020). Highly Recommended and Poorly Used: English and Spanish Science Teachers' Views of Inquiry-based Learning (IBL) and its Enactment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1-16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Rowell, J. A., y Dawson, C. J. (1977). Teaching About Floating and Sinking: An Attempt to Link Cognitive Psychology with Classroom Practice. *Science Education*, 61(2), 245-253. <https://doi.org/10.1002/sce.3730610215>
- Yin, Y., Tomita, M., y Shavelson, R. (2008). Diagnosing and Dealing with Student Misconceptions: Floating and Sinking. *Science Scope*, 31(8), 34-39.

Estudio del modelo de volcán en alumnado de primaria mediante el análisis de dibujos

Araceli García-Yeguas^{1,2}, Rosa Rojo-Sabio¹, Mercedes Vázquez-Vílchez¹, Javier Carrillo-Rosúa^{1,3}, Javier Perales-Palacios¹.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universidad de Granada). araceligy@ugr.es; estudiante@correo@ugr.es; mmvazquez@ugr.es; fperales@ugr.es

² Instituto Andaluz de Geofísica (Universidad de Granada).

³ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). fjcarril@ugr.es

RESUMEN: La actividad volcánica afecta a diversas zonas de la Tierra, con gran impacto sobre los humanos y el medio natural. En España, en el último año se ha creado una gran expectación debido a la erupción volcánica producida en la Isla de la Palma. En este trabajo se pretende estudiar la imagen de volcán que posee el alumnado de Primaria en distintos lugares de la Tierra, con volcanes (con alta o baja actividad) y sin ellos. Los resultados de este estudio, a partir de una muestra de 251 dibujos de escolares de cinco centros educativos de España e Italia, indican que el modelo mental de volcán del alumnado de Primaria está más influenciado por lo que ven en los medios audiovisuales, especialmente de los medios de comunicación, que por la existencia o no de volcanes en la región donde habitan.

PALABRAS CLAVE: Modelo mental, Ideas previas, Volcanes, Erupción, Manifestación geológica.

ABSTRACT: Volcanic activity affects various areas of the Earth, with great impact on humans and the natural environment. In Spain, in the last year a great expectation has been created due to the volcanic eruption produced in the Island of La Palma. The aim of this paper is to study the image of a volcano that the primary school students have in different places on Earth, with volcanoes (with high or low activity) and without them. The results of this study with a sample of 251 drawings of schoolchildren from five schools in Spain and Italy, indicate that the mental model of volcano of primary school students is more influenced by what they see in the audiovisual media, especially of the media, than for the existence or not of volcanoes in the region where they live.

KEYWORDS: Mental model, Misconceptions, Volcanoes, eruption, Geological manifestation.

INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre de 2021 el volcán de La Palma entró en erupción. Esta ha sido la primera erupción aérea en 50 años en España (la anterior tuvo lugar en El Hierro, pero fue submarina). Como era de esperar, el alumnado de Primaria lo ha vivido con gran curiosidad y asombro, debido a la espectacularidad del fenómeno. En este caso se han visto grandes coladas, un cono que ha nacido desde cero y algunas columnas de ceniza, que es lo que han mostrado los medios de comunicación día a día.

Los niños en muchos casos, como ha mostrado el constructivismo, son capaces de desarrollar modelos mentales que intentan explicar estos fenómenos, entendidos como representaciones de una realidad externa que, aunque con limitaciones, les sirven para

interaccionar con el mundo. Las fuentes primarias que poseen aquellos son la escuela, los medios de comunicación y el pensamiento analógico. En este caso se puede hablar de una doble dimensión del constructivismo, el social y el personal, que se complementan entre sí (Bächtold, 2013). No obstante, desvelar los conocimientos del alumnado no es sencillo, sobre todo, por la fluctuación y la dependencia de las herramientas de evaluación usadas (Vílchez y Perales, 2002).

En este trabajo intentamos evidenciar las ideas previas (entendidas como manifestaciones de sus modelos mentales) sobre los volcanes de una muestra de estudiantes de Primaria de dos franjas de edad diferentes, mediante dos instrumentos: un cuestionario de respuesta abierta y un dibujo. Los resultados obtenidos en este trabajo permitirían mejorar a nuestro juicio el conocimiento en relación a las ideas previas sobre el fenómeno volcánico, con la intención de que el profesorado pueda tenerlas en cuenta en su actuación docente, orientando a sus estudiantes hacia un modelo científicamente fundamentado.

MARCO TEÓRICO

Perales et al. (2021) analizan el concepto de volcán desde una perspectiva científica, didáctica y social. En particular establecen las dimensiones científicas que engloba el concepto de volcán, por ejemplo, la dimensión “Ubicación y distribución” se relaciona con cómo la tectónica de placas explica la distribución de los volcanes. Dichos autores describen algunas ideas previas implicadas al respecto: a) Los volcanes solo ocurren en islas, que están asociados con climas cálidos. b) Los volcanes solo se forman cerca de cuerpos de agua. c) Aparecen volcanes en zonas de terreno rocoso. Estos podrían servir como una primera guía para delimitar las ideas previas de los escolares de Primaria en nuestro estudio.

Existen en la literatura algunos trabajos que han estudiado las ideas previas sobre los volcanes en estudiantes de Primaria utilizando diversas metodologías e instrumentos. Por ejemplo, Blake (2005) realizó un estudio con 115 niños de 7 a 11 años, de distintas capacidades. Las técnicas de diagnóstico fueron dibujos previos a una entrevista y un cuestionario de proceso. Los resultados mostraron que los estudiantes tenían un nivel protocientífico (asociaban los volcanes con eventos naturales, pero no como algo sucedido en el pasado). Dal (2006) tomó una muestra de 130 estudiantes de Primaria (6º grado), de Secundaria (3º de ESO) y estudiantes de profesorado. Los instrumentos que usó fueron la asociación de ideas, una prueba Q-Sort y un cuestionario con preguntas abiertas. En este estudio evidenciaron que los estudiantes y los futuros profesores tenían ideas previas sorprendentemente similares a pesar de que estos últimos recibieron más instrucción sobre este tema.

Una búsqueda bibliográfica en “Google Académico” usando como palabras clave: “conceptions about volcanoes in primary education” y restringida a los grados de 1º a 6º (6 a 12 años), nos permitió comprobar el escaso número de investigaciones en esta etapa educativa, comparado con otros niveles como Secundaria o formación del profesorado. Algunos de estos trabajos fueron el de Dove (1998) y Cheek (2010), que realizaron una revisión bibliográfica; Chartrainy Caillot (2002), que realizó un estudio con 28 estudiantes de 5º grado; Daropoulos y Solomonidou (2007), que llevó a cabo un estudio con 50 estudiantes de 5º y 6º grado usando un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, escenarios hipotéticos y tareas de dibujo. El trabajo más reciente encontrado fue el de Capps et al. (2013), que usó una muestra de 105 estudiantes de 5º y 38 de 6º grado, como instrumentos usó dibujos y entrevistas. Estos estudios evidenciaron ideas previas como: “los volcanes no tienen nieve”, “los volcanes no se encuentran en climas fríos”,

“el magma fluye desde el centro de la Tierra”, o “la confusión entre lava y magma”, entre otras.

Los resultados mostrados anteriormente, nos proporcionan una serie de ideas previas del alumnado, en general, y de Primaria, en particular, sobre la naturaleza de los volcanes.

En cuanto a las técnicas de diagnóstico utilizadas para identificarlas, el dibujo ha sido una herramienta frecuente (Gonzalez-Hernando, 2015), pero también como instrumento de enseñanza (Vílchez y Perales, 2002). Así, en el caso de los volcanes, en la revisión de Cheek (2010) de los 14 trabajos analizados seis utilizan dibujos y cuatro tareas escritas, en algunos casos en combinadas entre sí o con entrevistas. De todo esto se puede deducir que los dibujos son uno de los instrumentos más usados para estos estudios.

MÉTODO

Muestra

El número total de alumnado de la muestra es $N=251$. Estos estudiantes pertenecían a dos colegios de la Isla de Tenerife: Colegio Internacional Costa de Adeje (CICA) ($N=60$, 2º grado) y Colegio Público Integrado Guajara (Fasnia) (CPIG) ($N=12$, 5º grado). Estos colegios están ubicados en una región volcánica con muy poca actividad geológica actual asociada al vulcanismo. Por otro lado, se eligieron dos colegios de Catania: Scuola Madre Teresa de Calcutta ($N=78$, 2º grado) y Scuola XX Settembre ($N=60$, 2º grado). Este alumnado vive diariamente con un volcán activo con continuas erupciones. Por último, se eligió un colegio en el País Vasco, donde no hay ni actividad volcánica ni sísmica. Este colegio se llama Itxaropena Ikastola (II) ($N=39$, 2º grado), en el Valle de Trapaga-Trapagaran (Bizkaia). Estos cuestionarios se realizaron, coincidiendo con un proyecto de investigación sobre sísmica activa en terrenos volcánicos a nivel europeo, liderado por la Universidad de Granada, para investigar la estructura interna del Etna. Se eligió el 2º grado de Primaria por cuanto los alumnos ya empiezan a escribir con la suficiente soltura como para responder el cuestionario escrito; el 5º grado se escogió para disponer de datos de esta etapa de enseñanza con suficiente separación del 2º grado de cara a contrastar los resultados con éste.

Instrumento

En esta investigación se ha utilizado un cuestionario con seis preguntas y además, se les pedía que dibujaran un volcán de forma libre.

Para el análisis de estas imágenes se ha seguido una categorización mixta, deductiva e inductiva, resultando un total de 12 categorías: forma del volcán, estructura interna, asociación de volcanes, color del volcán, cráter, productos volcánicos, color de la lava, procesos eruptivos, contexto (geológico, presencia de seres vivos, presencia de seres humanos, desastre).

En esta comunicación se analizarán únicamente las categorías “forma de volcán” y “estructura interna”, que a su vez relacionan con las categorías “Tipos de erupciones y tipos de volcanes” y “Ubicación y distribución” de Perales et al. (2021)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la categoría “forma del volcán”, hay 210 casos que aportan información, mientras que en relación a la categoría “estructura interna” hay 240 casos válidos.

En los colegios ubicados en Catania (Italia), sobre un 80% (Fig. 1a) de los niños pinta el volcán como un triángulo isósceles-acutángulo elongado. Estos alumnos tienen muy

cerca el volcán Etna, que está en erupción con mucha frecuencia. También tienen otros volcanes en su país como el de la Isla de Estrómboli, que muestra actividad continuamente. La forma de estos volcanes corresponde realmente a un triángulo isósceles-obtusángulo, lo que nos indica que el modelo mental de volcán del alumnado difiere de lo que perciben en su día a día. Entre el 15 y 20% lo dibujan isósceles obtusángulo y un pequeño porcentaje cilíndrico-triangular.

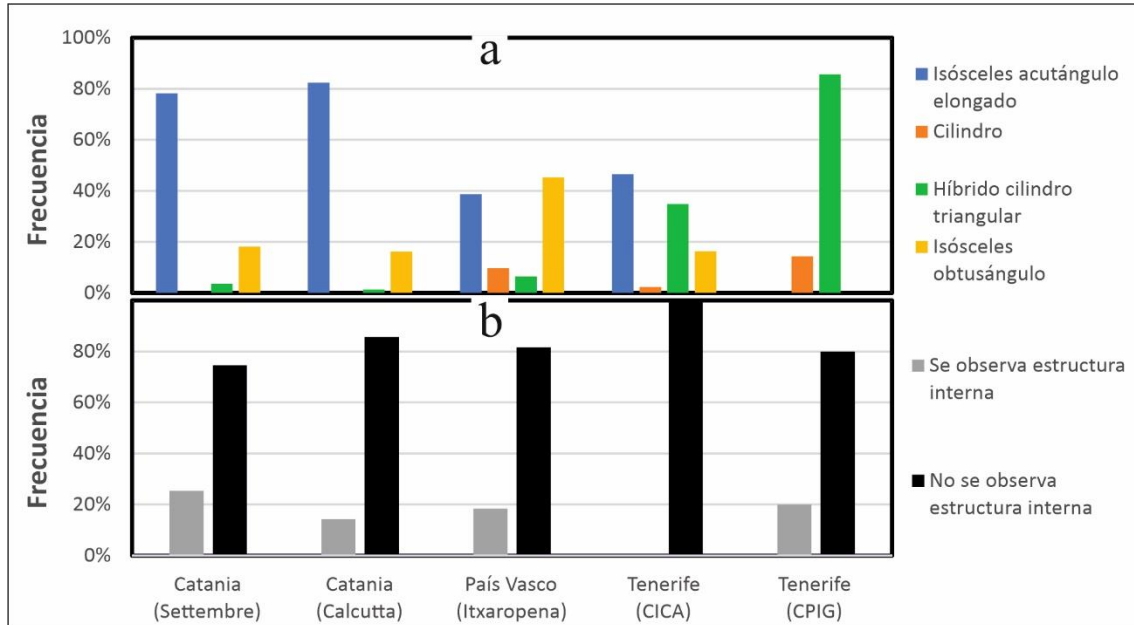


Figura 1. Histogramas de frecuencias del porcentaje de alumnado de cada centro educativo que (a) ha dibujado el volcán de una forma determinada y (b) con y sin estructura interna

Los discentes del colegio del País Vasco lo dibujan de forma mayoritaria (45,0%) de forma isósceles-obtusángulo; el 38,0% lo dibujan isósceles acutángulo elongado, el 9,7% como un cilindro y apenas un 6,5% cilíndrico-triangular. Este alumnado probablemente ha recibido la información al respecto a través del colegio y de los medios de comunicación (tv, redes sociales, etc.). Sin embargo, dibujan un volcán de forma parecida al Etna o el Estrómboli, sin tenerlos cerca. En el caso del alumnado del CICA de Canarias (Fig. 2), el 46,5% dibujó un volcán con forma isósceles acutángulo-elongado (Fig. 2a), frente a un 39,0% que lo hizo de forma cilíndrico-triangular (Fig. 2b), un 16% isósceles obtusángulo y un 2,0% de forma cilíndrica (Fig. 2c). Como ocurre en el caso del Etna, el volcán Teide es un estratovolcán con forma isósceles-obtusángulo, lo que contrasta con la forma de dibujar el volcán de este alumnado. En el caso del CPIG, también de Canarias, el 85,7% lo dibujaron cilíndrico-triangular y un 14,3% como cilíndrico. Este hecho vuelve a ser llamativo, pues no concuerda con la imagen del volcán Teide. Como podemos observar en estos resultados, el alumnado no considera la forma del volcán que tiene cerca, excepto en el caso del colegio de País Vasco, donde cabe pensar que no han visto un volcán de forma presencial, la mayoría de los alumnos, consideran formas isósceles acutángulo-elongado y cilíndrico, en el caso del colegio CPIG. Parece, por tanto, que el modelo mental del alumnado no se ve afectado por el hecho de vivir al lado de un volcán.



Figura 2. Ejemplos de dibujos de volcanes del colegio CICA: a) forma isósceles acutángulo-elongado; b) forma cilíndrico-triangular; c) forma cilíndrica.

A este respecto Kirby (2022) hace una recopilación de ideas previas, incluidas las posibles fuentes de las mismas, y apunta a que se suelen considerar los volcanes como picos altos con un cráter en la cumbre. Considera que esto se suele deber a las fotografías de volcanes espectaculares asociados generalmente a procesos de subducción, que suelen tener este tipo de forma. Esto hace pensar que el alumnado está más afectado por lo que ve en imágenes en los medios de comunicación (y eventualmente en el ámbito escolar) que lo que puede observar en su entorno natural día a día. O desde otra perspectiva, sería necesario ayudar a los escolares a mejorar su observación de su medio natural como vía para mejorar también su conocimiento del medio y el propio desarrollo de la competencia científica.

Respecto a los resultados sobre si en el dibujo muestran o no estructura interna (Fig. 1a), podemos observar que en todos los casos la mayoría no dibujan estructura interna. En el caso del CICA llama la atención que ningún discente lo haga (Fig. 2), viviendo cerca de un volcán como es el Teide. En este resto de casos sí hay un porcentaje que varía del 14 al 25% que la dibujan. Esto concuerda también con los resultados obtenidos por Dal (2006) en su estudio. El 16% del alumnado de 6º grado de primaria y grado 9º de secundaria que participó en su estudio pintó el volcán sin estructura.

CONCLUSIONES

El alumnado participante en este estudio, en su mayoría e independientemente de su ubicación, dibuja el volcán con forma de triángulo isósceles-acutángulo elongado. Esto nos indica que el modelo mental de volcán está más influenciado por lo que ven en las imágenes de los medios audiovisuales (medios de comunicación, colegio...) que por el propio volcán que, en el caso de los que viven en zonas próximas, ven cada día en su entorno natural. Por tanto se hace preciso reforzar la capacidad de observación del medio natural de los escolares. El alumnado, en su mayoría, e independientemente de si viven cerca de un volcán con actividad frecuente o no, no consideran la estructura interna del mismo. Esto corrobora los resultados obtenidos por otros estudios, como Dal (2006). Los resultados preliminares obtenidos de nuestro estudio nos inducen a pensar en la gran influencia que tienen los medios y cómo el entorno natural cotidiano puede llegar a ignorarse o tomar otro tipo de modelo.

AGRADECIMIENTOS

Financiado con el Proyecto PID2019-106260GB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bächtold, M. (2013). What do students “construct” according to constructivism in science education? *Research in Science Education*, 43(6), 2477-2496. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9369-7>.
- Blake A. (2005). Do young children's ideas about the Earth's structure and processes reveal underlying patterns of descriptive and causal understanding in earth science? *Research in Science and Technological Education*, 23(1), 59-74. <https://doi.org/10.1080/02635140500068450>.
- Capps, D. K., Meredith Mc A. y Boone, W. J. (2013). Alternative conceptions concerning the earth's interior exhibited by Honduran students. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), 231-239. <https://doi.org/10.5408/12-317.1>.
- Chartrain, J. L. y Caillot, M. (2002). Conceptual change and student diversity: The case of volcanism at primary school. En: H. Behrendt et al. (eds). *Research in Science Education - Past, Present, and Future* (pp. 265-270). Kluwer.
- Cheek, K. A. (2010). A Summary and Analysis of Twenty-Seven Years of Geoscience Conceptions Research. *Journal of Geoscience Education*, 58(3), 122-134.
- Dal, B. (2006). The origin and extent of student's understandings: The effect of various kinds of factors in conceptual understanding in volcanism. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1), 38-59.
- Daropoulos, A. y Solomonidou, C. (2007). Learning about earthquakes - volcanoes and safety measures with the use of ICT in primary school. En V. Uskov (ed.) *Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. CATE 2007*(pgs. 419-424). Acta Press
- Dove, J. E. (1998). Students' alternative conceptions in Earth science: A review of research and implications for teaching and learning. *Research Papers in Education*, 13(2), 183-201. <https://doi.org/10.1080/0267152980130205>
- González-Hernando, E. (2015). *Dibujo infantil como medio de diagnóstico*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/12050>.
- Kirby, K. (29 de enero 2022). ‘Easier to address’ earth science misconceptions. http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception_list.html
- Perales-Palacios, F. J., Carrillo-Rosúa, J., García-Yeguas, A., & Vázquez-Vílchez, M. (2021). Los volcanes: algunas perspectivas para un conocimiento científico y didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3105. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3105
- Rule, A. C., Sallis, D. A. y Donaldson, J. A. (2008). *Humorous Cartoons Made by Preservice Teachers for Teaching Science Concepts to Elementary Students*. Open Educational Resources, 311. <https://scholarworks.uni.edu/oermaterials/311>
- Vílchez, J. M. y Perales, F. J. (2002). Teaching physics by means of cartoons: A qualitative study in secondary education. *Physics Education*, 37(5), 400-406.

Estudio del modelo de volcán en alumnado de primaria mediante el análisis de dibujos

Araceli García-Yeguas^{1,2}, Rosa Rojo-Sabio¹, Mercedes Vázquez-Vílchez¹, Javier Carrillo-Rosúa^{1,3}, Javier Perales-Palacios¹.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universidad de Granada). araceligy@ugr.es; estudiante@correo@ugr.es; mmvazquez@ugr.es; fperales@ugr.es

² Instituto Andaluz de Geofísica (Universidad de Granada).

³ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). fjcarril@ugr.es

RESUMEN: La actividad volcánica afecta a diversas zonas de la Tierra, con gran impacto sobre los humanos y el medio natural. En España, en el último año se ha creado una gran expectación debido a la erupción volcánica producida en la Isla de la Palma. En este trabajo se pretende estudiar la imagen de volcán que posee el alumnado de Primaria en distintos lugares de la Tierra, con volcanes (con alta o baja actividad) y sin ellos. Los resultados de este estudio, a partir de una muestra de 251 dibujos de escolares de cinco centros educativos de España e Italia, indican que el modelo mental de volcán del alumnado de Primaria está más influenciado por lo que ven en los medios audiovisuales, especialmente de los medios de comunicación, que por la existencia o no de volcanes en la región donde habitan.

PALABRAS CLAVE: modelo mental, ideas previas, volcanes, erupción, manifestación geológica.

ABSTRACT: Volcanic activity affects various areas of the Earth, with great impact on humans and the natural environment. In Spain, in the last year a great expectation has been created due to the volcanic eruption produced in the Island of La Palma. The aim of this paper is to study the image of a volcano that the primary school students have in different places on Earth, with volcanoes (with high or low activity) and without them. The results of this study with a sample of 251 drawings of schoolchildren from five schools in Spain and Italy, indicate that the mental model of volcano of primary school students is more influenced by what they see in the audiovisual media, especially of the media, than for the existence or not of volcanoes in the region where they live.

KEYWORDS: mental model, misconceptions, volcanoes, eruption, geological manifestation.

INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre de 2021 el volcán de La Palma entró en erupción. Esta ha sido la primera erupción aérea en 50 años en España (la anterior tuvo lugar en El Hierro, pero fue submarina). Como era de esperar, el alumnado de Primaria lo ha vivido con gran curiosidad y asombro, debido a la espectacularidad del fenómeno. En este caso se han visto grandes coladas, un cono que ha nacido desde cero y algunas columnas de ceniza, que es lo que han mostrado los medios de comunicación día a día.

Los niños en muchos casos, como ha mostrado el constructivismo, son capaces de desarrollar modelos mentales que intentan explicar estos fenómenos, entendidos como representaciones de una realidad externa que, aunque con limitaciones, les sirven para

interaccionar con el mundo. Las fuentes primarias que poseen aquellos son la escuela, los medios de comunicación y el pensamiento analógico. En este caso se puede hablar de una doble dimensión del constructivismo, el social y el personal, que se complementan entre sí (Bächtold, 2013). No obstante, desvelar los conocimientos del alumnado no es sencillo, sobre todo, por la fluctuación y la dependencia de las herramientas de evaluación usadas (Vílchez y Perales, 2002).

En este trabajo intentamos evidenciar las ideas previas (entendidas como manifestaciones de sus modelos mentales) sobre los volcanes de una muestra de estudiantes de Primaria de dos franjas de edad diferentes, mediante dos instrumentos: un cuestionario de respuesta abierta y un dibujo. Los resultados obtenidos en este trabajo permitirían mejorar a nuestro juicio el conocimiento en relación a las ideas previas sobre el fenómeno volcánico, con la intención de que el profesorado pueda tenerlas en cuenta en su actuación docente, orientando a sus estudiantes hacia un modelo científicamente fundamentado.

MARCO TEÓRICO

Perales et al. (2021) analizan el concepto de volcán desde una perspectiva científica, didáctica y social. En particular establecen las dimensiones científicas que engloba el concepto de volcán, por ejemplo, la dimensión “Ubicación y distribución” se relaciona con cómo la tectónica de placas explica la distribución de los volcanes. Dichos autores describen algunas ideas previas implicadas al respecto: a) Los volcanes solo ocurren en islas, que están asociados con climas cálidos. b) Los volcanes solo se forman cerca de cuerpos de agua. c) Aparecen volcanes en zonas de terreno rocoso. Estos podrían servir como una primera guía para delimitar las ideas previas de los escolares de Primaria en nuestro estudio.

Existen en la literatura algunos trabajos que han estudiado las ideas previas sobre los volcanes en estudiantes de Primaria utilizando diversas metodologías e instrumentos. Por ejemplo, Blake (2005) realizó un estudio con 115 niños de 7 a 11 años, de distintas capacidades. Las técnicas de diagnóstico fueron dibujos previos a una entrevista y un cuestionario de proceso. Los resultados mostraron que los estudiantes tenían un nivel protocientífico (asociaban los volcanes con eventos naturales, pero no como algo sucedido en el pasado). Dal (2006) tomó una muestra de 130 estudiantes de Primaria (6º grado), de Secundaria (3º de ESO) y estudiantes de profesorado. Los instrumentos que usó fueron la asociación de ideas, una prueba Q-Sort y un cuestionario con preguntas abiertas. En este estudio evidenciaron que los estudiantes y los futuros profesores tenían ideas previas sorprendentemente similares a pesar de que estos últimos recibieron más instrucción sobre este tema.

Una búsqueda bibliográfica en “Google Académico” usando como palabras clave: “conceptions about volcanoes in primary education” y restringida a los grados de 1º a 6º (6 a 12 años), nos permitió comprobar el escaso número de investigaciones en esta etapa educativa, comparado con otros niveles como Secundaria o formación del profesorado. Algunos de estos trabajos fueron el de Dove (1998) y Cheek (2010), que realizaron una revisión bibliográfica; Chartrainy Caillot (2002), que realizó un estudio con 28 estudiantes de 5º grado; Daropoulos y Solomonidou (2007), que llevó a cabo un estudio con 50 estudiantes de 5º y 6º grado usando un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, escenarios hipotéticos y tareas de dibujo. El trabajo más reciente encontrado fue el de Capps et al. (2013), que usó una muestra de 105 estudiantes de 5º y 38 de 6º grado, como instrumentos usó dibujos y entrevistas. Estos estudios evidenciaron ideas previas como: “los volcanes no tienen nieve”, “los volcanes no se encuentran en climas fríos”,

“el magma fluye desde el centro de la Tierra”, o “la confusión entre lava y magma”, entre otras.

Los resultados mostrados anteriormente, nos proporcionan una serie de ideas previas del alumnado, en general, y de Primaria, en particular, sobre la naturaleza de los volcanes.

En cuanto a las técnicas de diagnóstico utilizadas para identificarlas, el dibujo ha sido una herramienta frecuente (Gonzalez-Hernando, 2015), pero también como instrumento de enseñanza (Vílchez y Perales, 2002). Así, en el caso de los volcanes, en la revisión de Cheek (2010) de los 14 trabajos analizados seis utilizan dibujos y cuatro tareas escritas, en algunos casos en combinadas entre sí o con entrevistas. De todo esto se puede deducir que los dibujos son uno de los instrumentos más usados para estos estudios.

MÉTODO

Muestra

El número total de alumnado de la muestra es $N=251$. Estos estudiantes pertenecían a dos colegios de la Isla de Tenerife: Colegio Internacional Costa de Adeje (CICA) ($N=60$, 2º grado) y Colegio Público Integrado Guajara (Fasnia) (CPIG) ($N=12$, 5º grado). Estos colegios están ubicados en una región volcánica con muy poca actividad geológica actual asociada al vulcanismo. Por otro lado, se eligieron dos colegios de Catania: Scuola Madre Teresa de Calcutta ($N=78$, 2º grado) y Scuola XX Settembre ($N=60$, 2º grado). Este alumnado vive diariamente con un volcán activo con continuas erupciones. Por último, se eligió un colegio en el País Vasco, donde no hay ni actividad volcánica ni sísmica. Este colegio se llama Itxaropena Ikastola (II) ($N=39$, 2º grado), en el Valle de Trapaga-Trapagaran (Bizkaia). Estos cuestionarios se realizaron, coincidiendo con un proyecto de investigación sobre sísmica activa en terrenos volcánicas a nivel europeo, liderado por la Universidad de Granada, para investigar la estructura interna del Etna. Se eligió el 2º grado de Primaria por cuanto los alumnos ya empiezan a escribir con la suficiente soltura como para responder el cuestionario escrito; el 5º grado se escogió para disponer de datos de esta etapa de enseñanza con suficiente separación del 2º grado de cara a contrastar los resultados con éste.

Instrumento

En esta investigación se ha utilizado un cuestionario con seis preguntas y además, se les pedía que dibujaran un volcán de forma libre.

Para el análisis de estas imágenes se ha seguido una categorización mixta, deductiva e inductiva, resultando un total de 12 categorías: forma del volcán, estructura interna, asociación de volcanes, color del volcán, cráter, productos volcánicos, color de la lava, procesos eruptivos, contexto (geológico, presencia de seres vivos, presencia de seres humanos, desastre).

En esta comunicación se analizarán únicamente las categorías “forma de volcán” y “estructura interna”, que a su vez relacionan con las categorías “Tipos de erupciones y tipos de volcanes” y “Ubicación y distribución” de Perales et al. (2021)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la categoría “forma del volcán”, hay 210 casos que aportan información, mientras que en relación a la categoría “estructura interna” hay 240 casos válidos.

En los colegios ubicados en Catania (Italia), sobre un 80% (Fig. 1a) de los niños pinta el volcán como un triángulo isósceles-acutángulo elongado. Estos alumnos tienen muy

cerca el volcán Etna, que está en erupción con mucha frecuencia. También tienen otros volcanes en su país como el de la Isla de Estrómboli, que muestra actividad continuamente. La forma de estos volcanes corresponde realmente a un triángulo isósceles-obtusángulo, lo que nos indica que el modelo mental de volcán del alumnado difiere de lo que perciben en su día a día. Entre el 15 y 20% lo dibujan isósceles obtusángulo y un pequeño porcentaje cilíndrico-triangular.

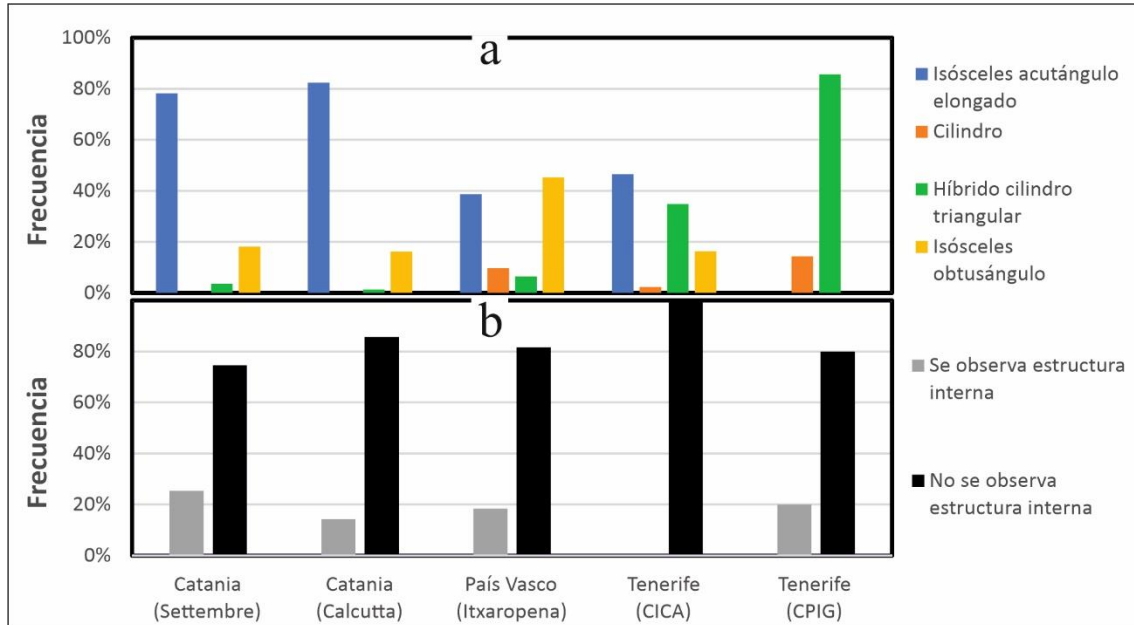


Figura 1. Histogramas de frecuencias del porcentaje de alumnado de cada centro educativo que (a) ha dibujado el volcán de una forma determinada y (b) con y sin estructura interna

Los discentes del colegio del País Vasco lo dibujan de forma mayoritaria (45,0%) de forma isósceles-obtusángulo; el 38,0% lo dibujan isósceles acutángulo elongado, el 9,7% como un cilindro y apenas un 6,5% cilíndrico-triangular. Este alumnado probablemente ha recibido la información al respecto a través del colegio y de los medios de comunicación (tv, redes sociales, etc.). Sin embargo, dibujan un volcán de forma parecida al Etna o el Estrómboli, sin tenerlos cerca. En el caso del alumnado del CICA de Canarias (Fig. 2), el 46,5% dibujó un volcán con forma isósceles acutángulo-elongado (Fig. 2a), frente a un 39,0% que lo hizo de forma cilíndrico-triangular (Fig. 2b), un 16% isósceles obtusángulo y un 2,0% de forma cilíndrica (Fig. 2c). Como ocurre en el caso del Etna, el volcán Teide es un estratovolcán con forma isósceles-obtusángulo, lo que contrasta con la forma de dibujar el volcán de este alumnado. En el caso del CPIG, también de Canarias, el 85,7% lo dibujaron cilíndrico-triangular y un 14,3% como cilíndrico. Este hecho vuelve a ser llamativo, pues no concuerda con la imagen del volcán Teide. Como podemos observar en estos resultados, el alumnado no considera la forma del volcán que tiene cerca, excepto en el caso del colegio de País Vasco, donde cabe pensar que no han visto un volcán de forma presencial, la mayoría de los alumnos, consideran formas isósceles acutángulo-elongado y cilíndrico, en el caso del colegio CPIG. Parece, por tanto, que el modelo mental del alumnado no se ve afectado por el hecho de vivir al lado de un volcán.



Figura 2. Ejemplos de dibujos de volcanes del colegio CICA: a) forma isósceles acutángulo-elongado; b) forma cilíndrico-triangular; c) forma cilíndrica.

A este respecto Kirby (2022) hace una recopilación de ideas previas, incluidas las posibles fuentes de las mismas, y apunta a que se suelen considerar los volcanes como picos altos con un cráter en la cumbre. Considera que esto se suele deber a las fotografías de volcanes espectaculares asociados generalmente a procesos de subducción, que suelen tener este tipo de forma. Esto hace pensar que el alumnado está más afectado por lo que ve en imágenes en los medios de comunicación (y eventualmente en el ámbito escolar) que lo que puede observar en su entorno natural día a día. O desde otra perspectiva, sería necesario ayudar a los escolares a mejorar su observación de su medio natural como vía para mejorar también su conocimiento del medio y el propio desarrollo de la competencia científica.

Respecto a los resultados sobre si en el dibujo muestran o no estructura interna (Fig. 1a), podemos observar que en todos los casos la mayoría no dibujan estructura interna. En el caso del CICA llama la atención que ningún discente lo haga (Fig. 2), viviendo cerca de un volcán como es el Teide. En este resto de casos sí hay un porcentaje que varía del 14 al 25% que la dibujan. Esto concuerda también con los resultados obtenidos por Dal (2006) en su estudio. El 16% del alumnado de 6º grado de primaria y grado 9º de secundaria que participó en su estudio pintó el volcán sin estructura.

CONCLUSIONES

El alumnado participante en este estudio, en su mayoría e independientemente de su ubicación, dibuja el volcán con forma de triángulo isósceles-acutángulo elongado. Esto nos indica que el modelo mental de volcán está más influenciado por lo que ven en las imágenes de los medios audiovisuales (medios de comunicación, colegio...) que por el propio volcán que, en el caso de los que viven en zonas próximas, ven cada día en su entorno natural. Por tanto se hace preciso reforzar la capacidad de observación del medio natural de los escolares. El alumnado, en su mayoría, e independientemente de si viven cerca de un volcán con actividad frecuente o no, no consideran la estructura interna del mismo. Esto corrobora los resultados obtenidos por otros estudios, como Dal (2006). Los resultados preliminares obtenidos de nuestro estudio nos inducen a pensar en la gran influencia que tienen los medios y cómo el entorno natural cotidiano puede llegar a ignorarse o tomar otro tipo de modelo.

AGRADECIMIENTOS

Financiado con el Proyecto PID2019-106260GB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bächtold, M. (2013). What do students “construct” according to constructivism in science education? *Research in Science Education*, 43(6), 2477–2496. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9369-7>.
- Blake A. (2005). Do young children's ideas about the Earth's structure and processes reveal underlying patterns of descriptive and causal understanding in earth science? *Research in Science and Technological Education*, 23(1), 59-74. <https://doi.org/10.1080/02635140500068450>.
- Capps, D. K., Meredith Mc A. y Boone, W. J. (2013). Alternative conceptions concerning the earth's interior exhibited by Honduran students. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), 231–239. <https://doi.org/10.5408/12-317.1>.
- Chartrain, J. L. y Caillot, M. (2002). Conceptual change and student diversity: The case of volcanism at primary school. En: H. Behrendt et al. (eds). *Research in Science Education - Past, Present, and Future* (pp. 265–270). Kluwer.
- Cheek, K. A. (2010). A Summary and Analysis of Twenty-Seven Years of Geoscience Conceptions Research. *Journal of Geoscience Education*, 58(3), 122-134.
- Dal, B. (2006). The origin and extent of student's understandings: The effect of various kinds of factors in conceptual understanding in volcanism. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1), 38-59.
- Daropoulos, A. y Solomonidou, C. (2007). Learning about earthquakes - volcanoes and safety measures with the use of ICT in primary school. En V. Uskov (ed.) *Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. CATE 2007*(pgs. 419-424). Acta Press
- Dove, J. E. (1998). Students' alternative conceptions in Earth science: A review of research and implications for teaching and learning. *Research Papers in Education*, 13(2), 183-201. <https://doi.org/10.1080/0267152980130205>
- González-Hernando, E. (2015). *Dibujo infantil como medio de diagnóstico*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/12050>.
- Kirby, K. (29 de enero 2022). 'Easier to address' earth science misconceptions. http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception_list.html
- Perales-Palacios, F. J., Carrillo-Rosúa, J., García-Yeguas, A., & Vázquez-Vílchez, M. (2021). Los volcanes: algunas perspectivas para un conocimiento científico y didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3105. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3105
- Rule, A. C., Sallis, D. A. y Donaldson, J. A. (2008). *Humorous Cartoons Made by Preservice Teachers for Teaching Science Concepts to Elementary Students*. Open Educational Resources, 311. <https://scholarworks.uni.edu/oermaterials/311>
- Vílchez, J. M. y Perales, F. J. (2002). Teaching physics by means of cartoons: A qualitative study in secondary education. *Physics Education*, 37(5), 400-406.

Evolución del conocimiento sobre la herencia biológica entre el alumnado de Primaria

Isabel Zudaire Ripa¹, Enrique Ayuso Fernández², Irantzu Uriz Doray¹, María Napal Fraile¹

¹ Universidad Pública de Navarra. mariaisabel.zudaire@unavarra.es;

iranzu.uriz@unavarra; maria.napal@unavarra

² Universidad de Murcia. ayuso@um.es

RESUMEN: Son escasas las investigaciones realizadas en el campo de la enseñanza de la genética y la herencia en educación primaria. Por ese motivo, hemos llevado a cabo una investigación con 514 estudiantes de primaria para conocer su grado de comprensión, previo a la instrucción, de dos ideas esenciales: a) la diferencia entre rasgos heredados y adquiridos, y b) el mecanismo de transmisión genética de los caracteres. La investigación se llevó a cabo mediante un cuestionario de 13 preguntas. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en relación a la primera idea. Los resultados muestran que un elevado porcentaje del alumnado es capaz de distinguir rasgos heredados de adquiridos, y que aumenta progresivamente con la edad (rango 33%-88% según curso y rasgo estudiado). Con este punto de partida, consideramos que es posible introducir en la educación primaria conceptos básicos que les permita reconstruir su modelo inicial de herencia.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, Herencia, Ideas previas.

ABSTRACT: There are few pieces of research dealing with the learning of inheritance in primary education. For that reason, we investigated 514 elementary students' understandings, prior to instruction, of two core ideas: a) the difference between inherited and acquired traits, and b) the mechanism of genetic transmission of the characters. The data were gathered using a test comprised of 13 questions. In this publication we select the results related to the idea "what is inherited-what is learned". The results show that a high percentage of students is able to distinguishing inherited from acquired traits, and that this percentage increases with the age of students (range 33%-88% depending on the course and trait studied). Given this initial pre-instructional knowledge, we believe that it is possible to introduce notions about inheritance at this educational stage.

KEYWORDS: Inheritance, Previous ideas, Primary school

INTRODUCCIÓN

Una de las ramas de la Biología que mayor avance ha experimentado en las últimas décadas ha sido la Genética. Esta disciplina está presente en muchos aspectos de la vida cotidiana de la ciudadanía siendo los medios de comunicación uno de los principales responsables de la popularización de los términos ADN, genes, pruebas genéticas. Así, periódicos, informativos o redes sociales difunden sus avances y contribuyen al debate social relacionado con esta área de la ciencia (alimentos transgénicos, terapias génicas, clonación, vacunación, etc.). Por ello, se hace necesario una alfabetización científica que

forme ciudadanos que puedan participar y dar respuestas en una sociedad con un alto grado de desarrollo científico y tecnológico (Abril y Muela, 2015).

Sin embargo, a pesar de la indiscutible relevancia de poseer unos conocimientos mínimos en el campo de la genética, son numerosas las investigaciones que han demostrado que, de manera general, los estudiantes que comienzan a estudiar estos contenidos a finales de la etapa secundaria (a partir de los 15-16 años en el sistema educativo español) muestran dificultades para comprender e integrarlos. Las investigaciones ponen de relieve que estos temas son difíciles de aprender para los estudiantes porque son complejos y abstractos (Lewis y Wood-Robinson, 2000); implican simultáneamente distintos niveles de organización biológica (molecular, celular, organismo) (Duncan y Reiser, 2007); y derivan en una comprensión fragmentada en la que no se relacionan los contenidos principales relativos a la localización o a la transmisión de la información hereditaria (Ruiz-González et al., 2017).

Por otra parte, aunque hay un cuerpo de investigación centrado en las etapas de primaria y primeros años de la secundaria que ha informado sobre la comprensión de la herencia y el parentesco, podemos constatar que estos estudios son escasos, en comparación con las etapas finales de secundaria y bachillerato. En este aspecto, debemos ser conscientes de que las dificultades de los más pequeños pueden convertirse en un obstáculo en niveles superiores, puesto que se puede construir un conocimiento sobre una base inestable que puede generar dificultades para comprender conceptos más avanzados (Duncan et al., 2009; Ibourk et al., 2018).

INVESTIGACIONES SOBRE CONOCIMIENTOS DE HERENCIA BIOLÓGICA ENTRE LOS ESCOLARES MÁS PEQUEÑOS

Los estudios realizados con niños y niñas de edad preescolar (5-6 años) muestran que tienen algún conocimiento incipiente de la herencia biológica sobre aspectos diversos como diferenciar rasgos físicos y mentales, que la descendencia tiende a parecerse a sus progenitores o que los bebés provienen del vientre de su madre (Solomon y Johnson, 2000).

Para Springer y Keil (1989), los escolares de los primeros cursos de primaria (6-7 años) esbozan una teoría sobre el parentesco, al ser conscientes de la similitud física entre los progenitores y sus descendientes. Otros trabajos han establecido que no es hasta los 7 años, cuando los escolares muestran capacidad para diferenciar entre herencia biológica y transmisión cultural (Solomon et al., 1996) y es a partir de esa edad en la que construyen un modelo diferenciado. Por otra parte, otros estudios establecen que una proporción considerable de estudiantes de 10 años podrían reconocer las contribuciones de ambos padres a la descendencia (Cisterna et al., 2013).

En cuanto a las teorías sobre parentesco entre los escolares de primaria, cabe destacar que los trabajos de Venville et al. (2005) muestran que la mayoría de los estudiantes de edades entre los 9 y 15 años diferencian entre características heredadas socialmente (lenguaje, preferencias por alimentos, etc.) y genéticamente (tales como el color de piel o el tipo de pelo). Si bien estos estudiantes, aunque han oído hablar de los conceptos de gen y ADN, desconocen dónde están los genes y qué hacen. Además, los estudiantes de secundaria son conscientes de la contribución de los dos progenitores en la descendencia, pero consideran una contribución diferente cuando la descendencia se parece más a uno de ellos. Además, admiten que la descendencia puede presentar rasgos que estuvieran

“ocultos o inactivos en los progenitores”, siempre que estuvieran en generaciones anteriores ((Lewis y Kattmann, 2004; Ibáñez y Martínez-Aznar, 2005).

En resumen, las investigaciones sobre los conocimientos de herencia biológica entre estudiantes de primaria y primera etapa de secundaria muestran evidencias de que son capaces de elaborar explicaciones sobre algunos aspectos básicos del parentesco y la herencia, si bien con cierto nivel de confusión y sin un conocimiento detallado de los mecanismos biológicos que los sustentan (Solomon y Johnson, 2000; Ibourk et al., 2018).

OBJETIVOS

La mayor parte de las investigaciones en educación primaria descritas anteriormente se han llevado a cabo en países donde ya existe una propuesta curricular para introducir estos contenidos en esta etapa escolar. Esto no ocurre en el currículo español. Por ello, con el fin de realizar una propuesta de aprendizaje efectiva en esta etapa, nuestro objetivo inicial ha sido la caracterización del conocimiento previo a la instrucción de nuestro alumnado de primaria acerca de la diferenciación entre caracteres hereditarios y caracteres de transmisión cultural, social o ambiental y su posible evolución según la edad de los escolares a lo largo de la Educación Primaria.

PARTICIPANTES

En este estudio participaron 514 alumnos de primaria (Tabla 1) pertenecientes a dos centros educativos públicos, de dos comunidades autónomas diferentes. De uno de los centros únicamente participaron 48 alumnos y alumnas de 6º curso. El estudio se llevó a cabo durante el curso académico 2020/2021.

Tabla 1. Resumen de la muestra.

CURSO	1º	2º	3º	4º	5º	6º
N.º de alumnos	72	83	74	96	73	116
% del total	14	16	14	19	14	23

METODOLOGÍA

Con anterioridad a este estudio, se elaboró un cuestionario inicial de 22 preguntas que fue respondido por un total de 300 alumnos de todos los cursos de educación primaria (1º a 6º) de dos centros educativos. Algunas de las preguntas fueron modificadas de preguntas del cuestionario de Ibourk y colaboradores (2015) y otras fueron elaboradas por el equipo investigador.

El análisis de las respuestas del cuestionario piloto y las sugerencias de docentes de primaria permitió reelaborar el cuestionario final que consta de 13 preguntas (6 para el alumnado de 1º a 3º, 6 preguntas adicionales para el alumnado de 4º y 5º curso, y una pregunta extra para el alumnado de 6º curso). Las preguntas están dirigidas a los dos conceptos señalados: ¿qué se hereda? y ¿cómo se hereda? (Tabla 2).

En este trabajo se presenta únicamente el análisis inicial de las preguntas relativas a la idea “qué se hereda- qué se aprende” respondidas por la totalidad del alumnado, es decir, las preguntas 1, 2, 5 y 6 (Tabla 2).

En la pregunta 1, el alumnado debe elegir entre 4 rasgos distintos de un perro (solo uno heredable) para seleccionar cuál de ellos hereda de sus progenitores. En la pregunta 2, debe elegir la flor que con más probabilidad es la descendiente de una flor inicial

presentada, entre 4 imágenes de flores (con distinto grado de semejanza morfológica). En la pregunta 5, debe valorar la posibilidad de que, si a un perro se le corta la cola, sus cachorros nazcan con ella. Y, por último, en la pregunta 6, debe indicar si 4 rasgos típicos de los gatos son aprendidos o heredados (sólo uno de ellos adquirido).

Tabla 2. Resumen de las preguntas incluidas en el cuestionario.

PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1°-3°													
4°-5°													
6°													
¿Qué?													
¿Cómo?													
Tipo ¹	OM	OM	C	C	PA	SÍ/NO	PA	OM	OM	PA	OM	PA	PA

1 OM: opción múltiple; C: pregunta abierta que se responde coloreando; PA: pregunta abierta.

Para el análisis de las respuestas a los cuestionarios, las preguntas de opción múltiple (P1, P2 y P6) se han categorizado de forma dicotómica (correcta/incorrecta). Las respuestas a la pregunta 5 se clasificaron en categorías definidas de modo inductivo. Cada respuesta fue codificada por dos investigadores de forma independiente. En caso de desacuerdo se llevó a cabo un proceso iterativo de discusión para alcanzar un consenso final. (Tabla 3).

Tabla 3. Ejemplos de respuestas a la pregunta 5, indicando el criterio de clasificación.

CATEGORÍA	CRITERIO	EJEMPLO (CURSO)
Con cola	Cualquier respuesta que no indique un argumento concreto que justifique la elección.	No les tiene que faltar la cola, les faltará cuando se la corten.
Con cola-perros	Esencialismo. Todos los perros deben tener cola porque son perros.	No [...] porque los perros nacen con cola así porque sí. (3°)
Con cola-H	Utiliza términos relacionados con la herencia, la genética o indica que lo que ha ocurrido es un "accidente/enfermedad" que no pasa a la descendencia. Los caracteres adquiridos no se heredan.	"No, porque da igual si tienes cola o no [...], si le amputaron la cola a la madre fue por una enfermedad" (4°) "No, porque los genes del perro llevan todavía la cola" (6°)
Sin cola	Indica que los cachorros nacerán sin cola, heredando el carácter adquirido.	"Sí porque nacen los hijos como son los padres" (4°) "Sí, porque los genes de la cola no los tiene" (3°)

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo mediante el software RStudio. Se utilizó el estadístico d de Somers para medir la intensidad de la asociación entre los cursos y la frecuencia de cada una de las categorías de respuesta.

RESULTADOS

El análisis global de los resultados muestra que el 93% de los estudiantes tienen claro que los descendientes se parecen a sus progenitores (P2).

El análisis por cursos muestra progresión desde los cursos iniciales. Conforme aumenta la edad de los estudiantes, estos son capaces de diferenciar con mayor claridad entre la transmisión genética y la transmisión social-ambiental (Tablas 4 y 5).

Tabla 4. Porcentaje de respuestas correctas por curso y ciclo a las P1 y P5 (herencia de caracteres “innatos” y adquiridos).

CURSO/CICLO	PREGUNTA 1*		PREGUNTA 5#	
1°	33,3	30,95	59,7	71,0
2°	29,6		83,5	
3°	64,9	65,7	86,5	83,5
4°	66,3		87,8	
5°	54,2	69,0	87,7	87,8
6°	78,6		87,9	
d Somers [rango]	0.278 [0.275-0.281]		0.308 [0.304-0.312]	

Considerando como respuesta correcta: * que reconozcan el color del pelo del perro como el único carácter que se hereda y # que no se hereda un carácter adquirido como “que le corten la cola a un perro” (categorías “con cola” de la tabla 3).

En la pregunta 5 se aprecia que las explicaciones que asumen la herencia de caracteres adquiridos, para casos en los que los efectos se aprecian en una sola generación, disminuyen conforme la edad de los escolares es mayor. Sin embargo, un elevado porcentaje del alumnado afirmaba que el carácter “tener la cola cortada” es algo que no “pasa” a los hijos, sólo un 25% utilizó términos y expresiones relacionadas con la herencia o la genética para explicarlo (categoría con cola-H).

Tabla 5. Porcentaje de las respuestas correctas por cursos y ciclos a las opciones de la P6 (caracteres heredables y aprendidos)

CURSO/CICLOS	OÍR BIEN SE HEREDA		VIVIR 10-12 AÑOS SE HEREDA		COLOR PELO SE HEREDA		LIMPIARSE SE APRENDE	
1°	54,2		56,9		70,8	72,7	63,9	65,6
2°	53,7	53,9	63,4	66,2	74,4		67,1	
3°	60,8		55,4		79,7	81,0	78,4	76,2
4°	71,6	69,2	62,8	62,5	81,9		74,5	
5°	78,9		76,1		88,7	89,2	77,5	82,0
6°	72,1	76,3	75,0	78,4	89,7		86,8	
D Somer [rango]	0.233 [0.229-0.236]		0.104 [0.101-0.108]		0.214 [0.210-0.218]		0.195 [0.192-0.199]	

Las respuestas a la pregunta 6 muestran que, aun con un elevado porcentaje de acierto, el alumnado tiene más facilidad para identificar un rasgo heredado que determina el aspecto físico del organismo (color del pelo) que otros rasgos que tienen que ver con una característica fisiológica (oír, longevidad).

CONCLUSIONES

Tal y como se ha publicado en estudios previos realizados entre estudiantes de primaria (Venville et al., 2005), podemos confirmar que, sin instrucción previa, nuestro alumnado de primaria tiene conocimientos incipientes acerca de qué rasgos se heredan biológicamente y cuales son adquiridos socialmente. El análisis de las respuestas ha mostrado que, a lo largo de los sucesivos cursos de primaria, los estudiantes van diferenciando con más claridad estos dos aspectos, aunque con dificultades variables en función de la naturaleza del rasgo estudiado. Las explicaciones que se podrían categorizar como lamarquistas van disminuyendo con la edad de los estudiantes encuestados, y en sentido contrario, el alumnado de mayor edad es capaz de utilizar un modelo incipiente

de herencia en sus explicaciones. Con este punto de partida, consideramos que es posible introducir en la educación primaria conceptos básicos que les permita reconstruir su modelo inicial de herencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, A.M. y Muela, F.J. (2015). Significados sobre genética transmitidos por el cine y la educación formal. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 29, 195-214. <https://doi.org/10.7203/dces.29.3908>
- Cisterna, D., Williams, M. y Merritt, J. (2013). Students' understanding of cells & heredity: Patterns of understanding in the context of a curriculum implementation in fifth & seventh grades. *The American Biology Teacher*, 75(3), 178-184. <https://doi.org/10.1525/abt.2013.75.3.6>
- Duncan, R.G. y Reiser, B.J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 938-959. <https://doi.org/10.1002/tea.20186>
- Duncan, R.G., Rogat, A.D. y Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th–10th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 655-674. <https://doi.org/10.1002/tea.20312>
- Ibourk, A., Williams, M., Opperman, A., Cisterna, D., Nazar, C. R. y Xie, Y. (2018). Young students' understanding of the relationship between inheritance and variation of traits using structural equation modeling. *Science Education*, 102(6), 1201-1238. <https://doi.org/10.1002/sc.21470>
- Ibáñez, M. T. y Martínez-Aznar, M.M. (2005). Solving problems in Genetics II. Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495-1519. <https://doi.org/10.1080/09500690500186584>
- Lewis, J. y Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195. <https://doi.org/10.1080/095006900289949>
- Lewis, J. y Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: Re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195-206, <https://doi.org/10.1080/0950069032000072782>
- Ruiz-González, C., Banet, E. y López-Banet, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 550-569. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.04
- Springer, K. y Keil, FC (1989). On the development of biologically specific beliefs: The case of inheritance. *Child Development*, 60(3), 637-648. <https://doi.org/10.2307/1130729>
- Solomon, G.E., Johnson, S.C., Zaitchik, D. y Carey, S. (1996). Like father, like son: Young children's understanding of how and why offspring resemble their parents. *Child Development*, 67(1), 151-171. <https://doi.org/10.2307/1131693>
- Solomon, G.E. y Johnson, S.C. (2000). Conceptual change in the classroom: Teaching young children to understand biological inheritance. *British Journal of Developmental Psychology*, 18, 81-96. <https://doi.org/10.1348/026151000165580>
- Venville, G., Gribble, S. J. y Donovan, J. (2005). An Exploration of Young Children's Understandings of Genetics Concepts from Ontological and Epistemological Perspectives. *Science Education*, 89(4), 614-633. <https://doi.org/10.1002/sc.20061>

Hacer ciencia con semillas en primer ciclo de primaria: la importancia de implicar al alumnado en el diseño del experimento y en la discusión de los resultados

Lidia Caño Pérez¹, Maria Teresa Gómez Sagasti², Josu Sanz Alonso³, Alazne Arriola Larreta⁴

¹⁻⁴ Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

¹ lidia.cano@ehu.eus

² mariateresa.gomez@ehu.eus

³ josu.sanz@ehu.eus

⁴ alazne.ehu@gmail.com

RESUMEN: Este trabajo analiza las discusiones de un grupo de alumnos/as de segundo curso de Educación Primaria implicados/as en una actividad de indagación experimental. Se han analizado de manera simultánea las preguntas la docente y las operaciones epistémicas realizadas por los/as niños. Nuestros resultados muestran que las preguntas del/la maestro/a son determinantes para promover que los/as niños/as realicen prácticas científicas durante una actividad de indagación. Además, la comparación entre grupos con diferente grado de implicación en el diseño del experimento y en la discusión de los resultados ha mostrado que es el hecho de involucrar al alumnado en dichos procesos lo que facilita la interiorización del método científico por parte de los niños/as. Por último, la propia metodología o herramienta de análisis empleada nos ha permitido extraer conocimiento relevante acerca del papel de las preguntas del/la maestro/a en la estructuración de la práctica científica del alumnado.

PALABRAS CLAVE: indagación experimental con semillas; operaciones epistémicas; preguntas productivas; metodología científica.

ABSTRACT: This study analyzes the discussions of a group of students in the second-year of primary school who were involved in an experimental inquiry-based activity. We have simultaneously analyzed the teacher's questions and children's epistemic operations. Our results show that teacher's questions are crucial to encourage children to perform scientific practices during an inquiry activity. Furthermore, by comparing groups involved to different extents in the experimental design and discussion of results, we found that being involved in those processes facilitates the internalization of the scientific method at that early age. Finally, the methodology or analysis tool used allowed us to extract relevant knowledge about the role of the teacher's questions in structuring students' scientific practices.

KEYWORDS: experimental inquiry with seeds; epistemic operations; productive questions; scientific methodology.

INTRODUCCIÓN

Diferentes estudios indican que la ciencia debe enseñarse a través de la implicación de los estudiantes en las prácticas científicas encaminadas a la generación de conocimiento, tales como generar evidencias, justificar y evaluar afirmaciones (Lemke, 1990; Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Kelly, 2008). Estas prácticas incluyen diversas operaciones epistémicas o procesos científicos implicados en la puesta en marcha de una investigación –formular preguntas, plantear hipótesis o diseñar experimentos–, en la generación de datos –observar, describir o comparar– y en el uso de esos datos para extraer conocimiento –construir explicaciones, cuestionar o evaluar– (Lemke, 1990; Kelly, 2008, NRC, 2012). Cierta tipo de actividades dirigidas a la observación intencional o a la indagación permiten implicar a los/as estudiantes en estas operaciones epistémicas y proporcionan un marco para establecer relaciones explícitas entre la evidencia y la conclusión, activando el discurso argumentativo de los niños incluso a edades tempranas (Monteira y Jiménez-Alexandre, 2016; Benedict-Chambers et al., 2017). Y es que desde los 4-6 años los/as niños/as son capaces de explorar diferentes fenómenos y generar predicciones, observar y recoger datos y usar las observaciones como evidencia cuando están implicados en actividades de indagación (Siry et al., 2012). Por tanto, desde la Educación Primaria la escuela debe ofrecer la oportunidad a los estudiantes de participar en actividades que les ayuden a comprender cómo funciona la ciencia y cómo se genera el conocimiento científico.

Es responsabilidad de los educadores implicar a sus estudiantes en las prácticas científicas y en el discurso epistémico desde las primeras edades. Sin embargo, no existe un consenso a la hora de definir cuáles son las primeras edades para trabajar con el alumnado el uso de la evidencia, de forma que algunos docentes subestiman la capacidad de los niños para iniciarse en la indagación. A esto se le suma la falta de preparación de los docentes para desarrollar unas prácticas auténticas. En muchas ocasiones el docente no es plenamente consciente de las estrategias pedagógicas y dialógicas que utiliza para guiar esas discusiones por lo que es necesario investigar y analizar actividades reales en clase, sobre todo en contextos de iniciación a la actividad científica en primaria, como la que se propone en este trabajo. En este trabajo se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué operaciones epistémicas son capaces de hacer los/as niños/as de primer ciclo de Educación Primaria?, ¿Cómo puede fomentar el/la docente la realización de estas operaciones?
- ¿Cuáles son los beneficios de implicar al alumnado de Educación Primaria en el diseño y discusión de la tarea indagativa?

Metodología

En el presente estudio de caso se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de discusiones de un aula de 2º curso de Educación Primaria (N=21) que llevó a cabo una actividad de indagación experimental durante 6 semanas. El experimento analizó el efecto del agua y la luz en la germinación y crecimiento de plantas de guisante dentro del aula y en el exterior. La intervención consistió en: (1) detectar ideas previas, (2) exponer la pregunta investigable (“¿*Qué necesita una planta para nacer?*, ¿*Y para crecer?*”), (3) implicar al alumnado en el diseño del experimento, (4) recoger los datos en una plantilla simple e (5) interpretar y explicar los resultados mediante la discusión en grupo. Durante las sesiones de discusión el grupo se dividió en dos subgrupos (A y B). Se reporta el

análisis de seis discusiones de 15-20 minutos de duración realizadas durante la fase de diseño (2 subgrupos), durante la primera interpretación de resultados (2 subgrupos) y durante la conclusión con el grupo completo y con un grupo “control” del mismo centro y curso. Este grupo control realizó un seguimiento del crecimiento de las plantas pero no estuvo implicado en el diseño del experimento ni en las discusiones previas de los resultados. Se categorizaron las preguntas productivas de la maestra y las operaciones epistémicas realizadas por los/las escolares (Tabla 1).

Tabla 1. Tipo de operaciones epistémicas realizadas por los/las escolares y preguntas realizadas por la maestra durante los procesos de diseño del experimento y discusión de resultados.

OPERACIONES EPISTÉMICAS	EJEMPLOS	PREGUNTAS DEL MAESTRO/A	EJEMPLOS
Recopilación de información previa	<i>“Las plantas nos dan oxígeno y vitaminas”</i>	Pregunta conceptual ¹	<i>“¿Qué sale de la semilla?”</i>
Formulación de hipótesis/predicción	<i>“Las plantas crecerán si las ponemos con tierra, agua y luz”</i>	Pregunta para la formulación de hipótesis/predicción ²	<i>“¿Qué sucederá si ponemos unas semillas en un bote sin tierra?”</i>
Diseño del experimento	<i>“No hay que echarles demasiada agua porque si no se van a ahogar”; “Hay que hacer un agujero en tierra y poner ahí la semilla”</i>	Pregunta para plantear el diseño ²	<i>“¿Cómo podemos poner la semilla en la maceta?”</i>
Observación	<i>“Estas plantas están sanas”; “Están débiles”</i>		
Descripción	<i>“Estas tienen las hojas verdes, pero aquellas las tienen amarillas y marchitas”</i>	Pregunta de enfoque ^{1,3,4}	<i>“¿Qué habéis visto? ¿Qué ha pasado?”</i>
Comparación	<i>“Las plantas que están en oscuridad han crecido más rápido que estas otras que están con luz”</i>	Pregunta de comparación ³	<i>“¿Estas plantas son diferentes a esas otras que no tienen agua?”</i>
Interpretación	<i>“Creo que todas las plantas necesitan agua”</i>		
Explicación	<i>“Las plantas que están en oscuridad han crecido rápido porque quieren encontrar la luz”</i>	Pregunta de razonamiento ^{1,3}	<i>“¿Por qué crees que ha pasado esto?; ¿Cómo sabéis que las plantas son seres vivos?”</i>
Evaluación de explicaciones	<i>“Sí y también...” “Y además necesitan...”</i>	Pregunta de “reenvío”(toss) ⁵	<i>“¿Estáis de acuerdo con eso?”</i>
Evaluación del experimento	<i>“(igual todas no necesitan agua)... porque aquí no están todas las plantas”</i>	Pregunta o comentario relativo a la naturaleza de la Ciencia ²	<i>“¿Creéis que con este experimento podemos saber...?”</i>

¹Benedict-Chambers et al. (2017); ²Propia; ³Martens (1999); ⁴Oliveira (2010); ⁵van Zee y Minstrell (1997).

resultados y discusión

En la Figura 1 se recoge la frecuencia de los diferentes tipos de preguntas realizadas por la maestra y de las operaciones epistémicas realizadas en cada subgrupo A y B. En la fase de diseño, la maestra realizó preguntas de tipo conceptual y preguntas para fomentar el enunciado de hipótesis y la planificación del experimento, lo que condujo a que los alumnos recordaran o recopilaran información previa conocida, formularan hipótesis o predicciones y/o propusieran los elementos del diseño experimental, como se puede observar en la Figura 1 y en los siguientes extractos:

(A) #29 – Maestra: ¿Sabéis lo que son las semillas? [Conceptual]

(A) #30 – Ane: Una cosa de dentro de la fruta [Recopilación de información previa]

(A) #151 – Maestra: ¿Y qué podemos hacer con la semilla? [Planteamiento de diseño]

- (A) #152 – Amaia: pues echar en la tierra un poco de agua. Poner la tierra y luego poner la semilla y echar agua. [Diseño experimental]
- (B) #225 – Maestra: ¿Qué creéis que pasaría si ponemos una planta en oscuridad? [Formulación de hipótesis/predicción]
- (B) #226 – Iker: Morirá. [Hipótesis/predicción]

Además, en la fase de diseño también se identificaron una serie de intervenciones que denotan la incorporación de elementos de la cultura científica por parte de los niños/as (Jiménez-Aleixandre et al., 1998):

- (A) #65 – Maestra: ¿Cómo podemos saber qué necesita una planta para crecer? ¿Qué podemos hacer en la escuela?
- (A) #66 – Ainara: ¡Nosotros podemos hacer uno!
- (A) #83 – Ainara: A lo mejor crecerá...
- (A) #84 – Maestra: A lo mejor sí. No sabemos.
- (A) #85 – Lide: “¡Lo veremos!”
- (A) #93 – Julen: Creemos que sí.
- (A) #94 – Maestra: Pero como no lo sabemos seguro...
- (A) #95 – Maite: ¡Lo probaremos!
- (A) #98 – Maestra: ¿Qué creéis que pasará?
- (A) #99-101 – Varios/as: No crecerá...Morrá...¡lo tendremos que probar!
- (B) #81 – Maestra: ¿Necesitará el sol?, ¿Cómo podemos saber si necesita el sol o no?
- (B) #82 – Mikel: Preguntando a un campesino.
- (B) #83 – Ander: Buscando información.

Si bien en las tres primeras intervenciones la maestra invita a reflexionar sobre la importancia del propio método empleado, en las dos últimas son los/las niños/as quienes proponen la investigación como medio de adquisición de conocimiento.

En la fase de discusión de resultados, la maestra utilizó sobre todo preguntas de razonamiento y en menor medida de enfoque y conceptuales (Figura 1A). Por un lado, las preguntas de enfoque promovieron la realización de observaciones y descripciones por parte de los alumnos (Figura 1B). De este modo, los niños obtuvieron evidencias sobre el efecto del agua, la luz y la tierra, sobre las semillas y las plantas, permitiéndoles así abordar diferentes componentes del modelo de ser vivo.

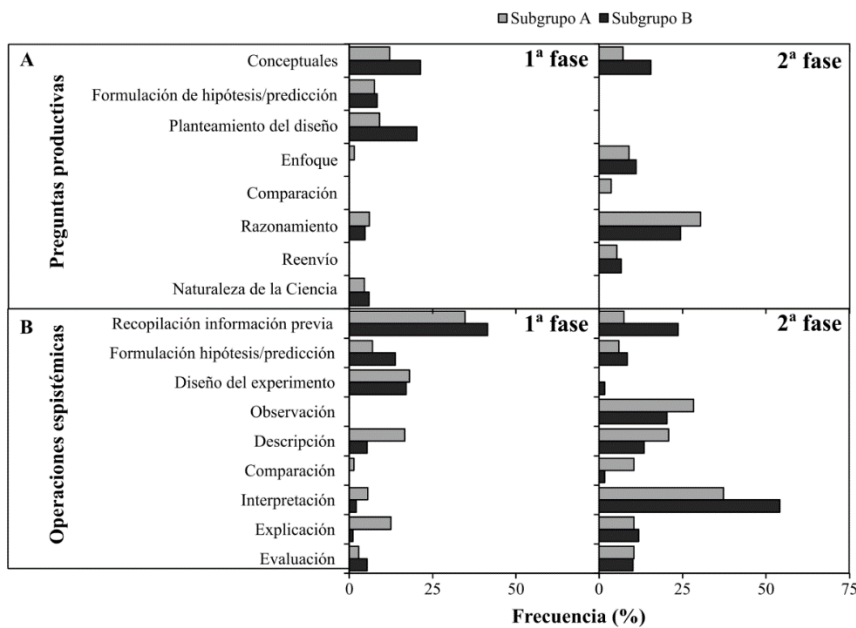


Figura 1. Frecuencias (%) de (A) las preguntas productivas realizadas

por la maestra y (B) las operaciones realizadas por los/as escolares durante el proceso de diseño del experimento (1ª fase) y de discusión de los resultados (2ª fase).

Por otro lado, las preguntas de razonamiento condujeron a que los niños elaboraran interpretaciones y explicaciones de lo observado, es decir, los niños fueron capaces de usar las evidencias para dotar de significado a lo observado y responder así a la pregunta investigable. La mayor parte de las explicaciones se basaron en la causalidad (efecto de la luz y agua). Sin embargo, hasta en tres ocasiones elaboraron una explicación apelando a un posible nuevo factor *a priori* no incluido en el experimento: la temperatura (“*igual la planta crece más lenta en el frío*” (refiriéndose a planta creciendo en el exterior), la tierra (“*Parece que (se mantiene tiesa) porque tiene tierra*”) y la posibilidad de que algunas plantas (p. ej. el cactus) no necesiten agua o necesiten menos agua (“*¿Y los cactus que viven en el desierto (necesitan agua)?... Creo que no necesitan agua obligatoriamente*”). Son capaces, por lo tanto, de establecer relaciones de causalidad no planteadas en el experimento pero plausibles que podrían comprobarse con nuevos experimentos. Esto no solo indica que los/as niños/as de edades tempranas son capaces de “formular preguntas”, como se ha observado en estudios previos (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016), sino que además pueden abrir nuevos interrogantes plausibles (y relacionar variables dependientes/independientes) a partir de las evidencias obtenidas en una actividad previa. Además, los/as alumnos/as también fueron capaces de evaluar las explicaciones de los demás lo que pudo ser fomentado por la maestra al usar preguntas de “reenvío” (definido como “toss” por van Zee y Minstrell (1997)), es decir, al recuperar enunciados formulados por un/a alumno/a para reenviárselo a otro/a.

Tabla 2. Extractos de las discusiones de conclusión con el grupo de estudio y con el grupo control. En negrita y cursiva elementos que denotan comprensión de la metodología científica.

GRUPO DE ESTUDIO	GRUPO CONTROL
<i>Maestra: “¿Os acordáis de que hemos hecho estos días?”</i>	
Niño/a: Investigar plantas	Niño/a: Lo de las plantas
Maestra: Investigar las plantas, muy bien ¿Y qué hemos investigado en las plantas?	Maestra: Eso es ¿Qué hemos hecho? ¿Alguien lo puede decir?
Niño/a: Qué necesitan para nacer y para crecer. Pregunta investigable	Niño/a: trabajo sobre plantas, cuidar las plantas
Maestra: ¿Qué hemos investigado?, ¿Qué hemos hecho?”	Maestra: Cuidar las plantas...¿Aquí hemos puesto unos botes no?
Niño/a: Hemos visto las plantas, cómo están , y luego hemos escrito lo que se nos ha ocurrido	Niño/a: Plantar plantas
Variable dependiente	
Maestra: Habéis hecho una observación ¿Y para ver eso, ¿Qué habéis puesto aquí?	Maestra: ¿Qué más hemos hecho?
Niño/a: Plantar muchas plantas, de muchas maneras y a ver quién crece mejor Variable independiente- Patrón	Niño/a: Todos los días...esto...ver cómo están las plantas y escribir en un papel

Por último, tras analizar las sesiones finales del grupo completo y del grupo “control”, observamos que el grupo que estuvo implicado en las discusiones del diseño del experimento y de los resultados (y no solo en el seguimiento del experimento una vez iniciado), demostró una mayor interiorización del método científico y utilizó un vocabulario más científico aludiendo indirectamente a elementos del método científico como la pregunta investigable o las variables dependientes/independientes (Tabla 2). De hecho, durante la fase de discusión con el grupo de estudio se dieron episodios en los que

algunos/as alumnos/as llegaban a cuestionar la validez y/o representatividad del experimento, como se puede ver en este extracto:

- (A) #31 – Maite: Depende de cual sí (necesita agua).
 (A) #32 – Ane: Las que tenemos nosotros sí.
 (A) #33 – Maestra: ¿Creéis que alguna planta crecerá sin agua?
 (A) #34 – Maite: Yo creo que no.
 (A) #35 – Maestra: Entonces, ¿Por qué decís que algunas necesitan agua y otras no?
 (A) #36 – Ane: Porque aquí no están todas las plantas.

conclusiones e implicaciones educativas

Los/as escolares que trabajan el diseño experimental y la discusión de los resultados no solo pueden construir conocimiento de forma más eficaz, si no también comprender la naturaleza del conocimiento científico y trabajarlo de forma más creativa y crítica. Sin embargo, promover la práctica científica y el pensamiento científico desde edades tempranas es todo un reto. Como hemos visto en este estudio de caso, la estrategia dialógica adoptada por el/la docente es clave a la hora de facilitar el aprendizaje por indagación y promover espacios de discusión activa y colaborativa.

REFERENCIAS

- Benedict-Chambers, A., Kademian, S.M., Davis, E.A., y Palincsar, A.S. (2017). Guiding students towards sensemaking: teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, 39(15), 1977-2001. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366674>
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Bustamante, J., y Duschl, R. (1998). Scientific Culture and School Culture: Epistemic and Procedural Components. *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*. San Diego, CA.
- 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. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F).
- Kelly, G. (2008). Inquiry, Activity and Epistemic Practice Teaching Scientific Inquiry Recommendations for Research and Implementation (pp. 99-117). Leiden, The Netherlands: Brill.
- Lemke, J. L. (1990). Talking Science: Language, Learning, and Values. Norwood: Ablex Publishing Corporation.
- Martens, M. L. (1999). Productive Questions: Tools for Supporting Constructivist Learning. *Science and Children*, 24-53.
- Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232-1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- National Research Council (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. (D. o. B. a. S. S. a. E. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education Ed.). Washington, DC: The National Academies Press.
- Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.20345>.

- Siry, C., Ziegler, G., y Max, C. (2012). Doing science through discourse-in-interaction: Young children's science investigations at the early childhood level. *ScienceEducation*, 96, 311-326.
- van Zee, E., y Minstrell, J. (1997). Using Questioning to Guide Student Thinking. *Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 227-269. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0602_3.

Indagando con caracoles y lombrices en Educación Primaria: características morfológicas y movimiento

Óscar González Iglesias¹, María Jesús Fuentes Silveira², Juan-Carlos Rivadulla-López³, Yolanda Golías Pérez⁴

¹ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. oscar.gonzalezi@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. m.j.fuentes@udc.es

³ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. juan.rivadulla@udc.es

⁴ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. y.golias@udc.es

RESUMEN: La enseñanza de los seres vivos, y más concretamente el de los animales, esté contemplada en todos los niveles educativos. Por su parte, los niños, suelen tener un concepto limitado de los animales, restringido a los mamíferos terrestres. Este trabajo se enmarca en una propuesta didáctica sobre la indagación con organismos vivos, concretamente con lombrices y caracoles. Participaron 49 estudiantes de 4º de Educación Primaria. Para la recogida de datos, se elaboraron cuatro actividades relacionadas con las características observables de cada animal (morfología y movimiento). Los resultados muestran que el alumnado identificó de forma más o menos correcta las características morfológicas del cuerpo de ambos animales e identificó los lugares por los que se mueven con más facilidad y cómo hacen para conseguirlo.

PALABRAS CLAVE: seres vivos, animales, indagación, Educación Primaria.

ABSTRACT: The teaching of living beings, and more specifically of animals, is contemplated at all educational levels. For their part, children tend to have a limited concept of animals, restricted to land mammals. This work is part of a didactic proposal on the inquiry with living organisms, specifically with earthworms and snails. 49 students from 4th year of Primary Education participated. For data collection, four activities related to the observable characteristics of each animal (morphology and movement) were developed. The results show that the students more or less correctly identified the morphological characteristics of the body of both animals and identified the places through which they move more easily and how they do so.

KEYWORDS: living beings, animals, inquiry, Primary Education.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los seres vivos y más concretamente el de los animales encierra un alto valor educativo, de ahí que su enseñanza esté contemplada en todos los niveles educativos (García Barros y Martínez Losada, 2010). Tradicionalmente la enseñanza del modelo de ser vivo se realizó de forma excesivamente aislada y descriptiva, dando especial relevancia a clasificaciones que tenían escaso sentido para el alumnado. Sin embargo, las últimas tendencias proponen que el estudio de los seres vivos se lleve a cabo desde una perspectiva sistémica (Pujol y Márquez, 2005). Este es un tema que atrae a alumnado y suscita curiosidad, por lo que es importante que se trabajen las ideas y experiencias que tienen sobre los animales y vegetales, ya que se consideran valiosas para su desarrollo

integral (Cañal, 2003). Asimismo, su estudio requiere tratarlo de una manera continua y progresiva, de forma que el alumno vaya asimilando e incorporando en su mente un modelo cada vez más complejo y coherente en relación al avance del conocimiento científico en determinada época (Garrido, 2007). Según Garrido y Martínez (2009), en Educación Primaria es conveniente profundizar en que los seres vivos son diversos y están adaptados al medio, que cambian y modifican el medio, que tienen necesidades, que se perpetúan y que se “enteran”, es decir, reaccionan ante determinados cambios a su alrededor.

Por otro lado, las ideas previas de los estudiantes son particularmente relevantes en la enseñanza y aprendizaje de ciencias, puesto que, para parte importante del conocimiento científicamente aceptado que se ha definido socialmente que debe ser aprendido, los estudiantes ya sostienen visiones basadas en su experiencia cotidiana y en el uso no especializado del lenguaje (Larrain *et al.*, 2021). Concretamente, en relación a los animales, los niños, tienen un concepto limitado a los mamíferos terrestres. Estos autores también afirman que esta concepción está influenciada por el significado que en el ámbito familiar y social se le atribuye a la palabra animal, ya que se asocia a mamíferos terrestres, es decir, animales que se puede tener en el hogar o en una granja (Tomkins y Tunnicliffe, 2007). Además, los niños tienen dificultades para percibir la idea de interacción e identificar esas relaciones entre ellos y también con el medio (Puig y Jiménez, 2009). Otras investigaciones han trabajado sobre los criterios que utiliza el alumnado de Educación Primaria para conceptualizar la vida animal: el movimiento, la alimentación (búsqueda activa de alimento), la respiración activa, tener diferentes partes visibles en el cuerpo (cabeza, extremidades), vivir en un lugar conocido, reproducción, crecimiento, tener sensaciones, tener padres y morir (Keil, 1992 citado en González García, 2015).

OBJETIVO

Explorar las ideas del alumnado sobre el conocimiento que tiene acerca de las características del caracol y de la lombriz (morfología y movimiento) tras un proceso de exploración guiada.

METODOLOGÍA

Participaron 49 estudiantes (38,8% niñas y 61,2% niños) que cursaba 4º de Educación Primaria de un CEIP público de la ciudad de A Coruña en el curso 2019-2020.

Como instrumento de recogida de datos se elaboraron fichas especialmente diseñadas con tareas de lápiz y papel. Concretamente, se incluyeron cuatro actividades relacionadas con las características observables de cada animal (morfología y movimiento). Dichas actividades están incluidas en un proyecto más amplio relacionado con los seres vivos. Para su diseño se plantearon desde observaciones más concretas hasta más generales incluyendo preguntas cerradas, semiabiertas y abiertas como la elaboración de un dibujo. Además, decir que la temática de los animales era nueva para los estudiantes en este curso, pues antes habían estudiado las plantas. Las actividades se desarrollaron en pequeños grupos (4-5 alumnos/as) con el fin de fomentar el trabajo colaborativo del alumnado, aunque de forma escrita se realizaron de manera individual con el fin de poder analizar los datos de forma más concreta.

Se analizaron las respuestas aportados por los participantes en las actividades realizadas. Cabe indicar que las respuestas cerradas se analizan directamente y las abiertas, se categorizan. La elaboración de las categorías se hizo de forma empírica, teniendo en cuenta las producciones aportadas, agrupando las respuestas por similitud, considerando las posibilidades de más a menos adecuadas. El análisis se realizó por dos investigadores consensuando los resultados.

RESULTADOS

En relación a las características morfológicas observables del caracol, la mayoría indica que su cuerpo es blando, sobre todo antes de la observación (57,1%), ya que posteriormente el porcentaje desciende considerablemente (32,7%) De hecho, después de la observación, una ligera mayoría indica que el cuerpo del caracol no es todo duro ni todo blando (34,7%). Aunque son pocos participantes, cabe destacar que el 14,3% y el 18,4% antes y después de la observación respectivamente, consideran que el cuerpo del caracol es duro. Cuando se le pide al alumnado que dibuje el caracol (figura 1), todos los participantes reconocen partes diferenciadas. Así, el 100% cita la concha, el 89,8% los ojos y el 61,2% la boca. En menor medida también dibujan/citan el pie/cuerpo del caracol (34,7%) y los cuernos (12,2%). Otros participantes se refieren al ano (18,4%), a la cabeza (16,3%) o a la cola (6,2%).

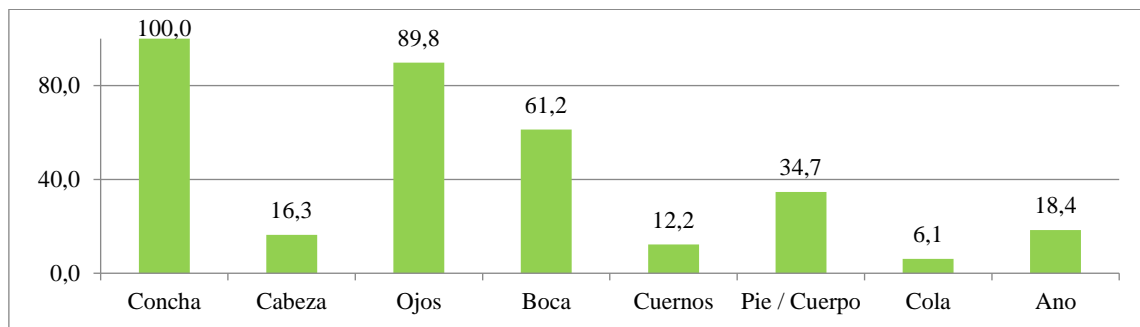


Figura 1. Características observables en el dibujo del caracol

Con referencia a la concha del caracol (tabla 1), los participantes identifican ventajas e inconvenientes de la misma. Así, la mayoría de ellos piensa que la concha es una ventaja como defensa y protección (79,6%), aunque también consideran que es un inconveniente, sobre todo por su peso (55,1%).

Tabla 1. Características de la concha del caracol

CARACTERÍSTICAS		RESULTADOS (%)	CARACTERÍSTICAS		RESULTADOS (%)
Ventajas	Protección	79,6	Inconvenientes	Lentitud	22,4
	Escondite	12,2		Peso	55,1
	Otros	8,2		Fragilidad	14,3
	NS/NC	4,1		Otros	6,1
				NS/NC	10,2

Respecto al movimiento del caracol, la mayoría coincide en que éste se mueve mejor por el cristal, tanto antes (75,5%) como después de la observación (81,6%) (figura 2). En menor medida, aunque un porcentaje también elevado, los participantes consideran que este animal se mueve bien por la tierra (65,3%) y por el plástico rugoso (53,1%). Solo el 16,3% consideran que el caracol se mueve bien por una hoja de papel seca, aspecto que desciende después de la observación (12,2%).

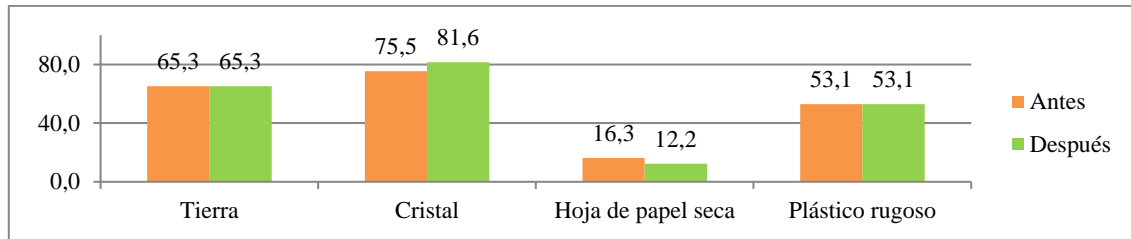


Figura 2. Materiales por donde se desliza mejor el caracol

En lo que respecta al movimiento del caracol (tabla 2), la mayor parte de los participantes opinan que se deslizan resbalando por la baba (40,8%), que lo hacen arrastrándose (24,5%) o que se trata de un movimiento lento (24,5%). En lo que respecta tanto al movimiento en vertical como sobre superficies invertidas, coinciden igualmente en que esto es posible gracias a que el animal se pega a dichas superficies con la baba (69,4% y 63,3% respectivamente) o que se adhiere porque hace ventosa (40,8% y 59,2% respectivamente).

Tabla 2. Características del movimiento del caracol

		CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS (%)
Tipo		Arrastrándose	24,5
		Contrayendo los músculos	14,3
		Resbalando por la baba	40,8
		De forma lenta	24,5
Justificación posición	Vertical	Fácilmente	8,2
		Ventosa	40,8
		Baba	69,4
	Invertida	Arrastrándose	10,2
		Ventosa	59,2
		Baba	63,3

En relación a las características morfológicas observables de la lombriz, más del 90% del alumnado considera, tanto antes como después de la observación, que el cuerpo de este animal es blando y húmedo. Solo el 8,2% indica que el cuerpo está seco. En cuanto al tamaño de la lombriz y a sus anillos, antes de realizar la observación la mayoría (57,1%) considera que la lombriz mide menos de 10cm, resultado que se invierte cuando realizan la observación, ya que pasan a indicar que mide más de 10cm (85,7%). Tanto antes como después de la observación, más del 90% de los participantes especifican un número concreto de anillos, mientras que menos del 10% en ambos casos hacen referencia a la diferencia de anillos en el cuerpo.

Tabla 3. Características morfológicas de la lombriz en cuanto a su tamaño y anillos

		RESULTADOS (%)	
CARACTERÍSTICAS		ANTES	DESPUÉS
Tamaño	Menos de 10 cm	42,9	12,2
	10 cm o más	57,1	85,7
Anillos	Especifica el número	91,8	93,9
	Observa anillos diferenciados	8,2	6,1

Cuando se le pide al alumnado que dibuje la lombriz (tabla 4), la mayoría reconoce partes diferenciadas, refiriéndose sobre todo a los extremos (75,5% la parte final y 40,8% la cabeza), Además, un 26,5% de los participantes identifican erróneamente ojos en la lombriz. En cuanto a los anillos, el 85,7% los incluye, el 4,1% hace referencia al ensanchamiento correspondiente al clitelo, mientras que el 10,2% no incluye ningún anillo.

Tabla 4. Características morfológicas observables en el dibujo de la lombriz

CARACTERÍSTICAS		RESULTADOS (%)
Diferencia	Cabeza	40,8
	Ojos	26,5
	Boca	36,7
	Parte final	75,5
	No diferencia	16,3
Anillos	Diferencia anillos	85,7
	Diferencia el clitelo	4,1
	No diferencia	10,2

En relación al movimiento de la lombriz, la mayoría coincide en que ésta se mueve mejor por la tierra, aunque el porcentaje desciende después de la observación (91,8% y 81,6% respectivamente) (gráfico 2). Por el contrario, el cristal inicialmente es menos considerado como material idóneo para moverse (42,9%), mientras que cuando se produce la observación el porcentaje aumenta considerablemente (65,3%). La hoja de papel seca y el plástico rugoso son menos considerados por los participantes tanto antes como después de la observación.

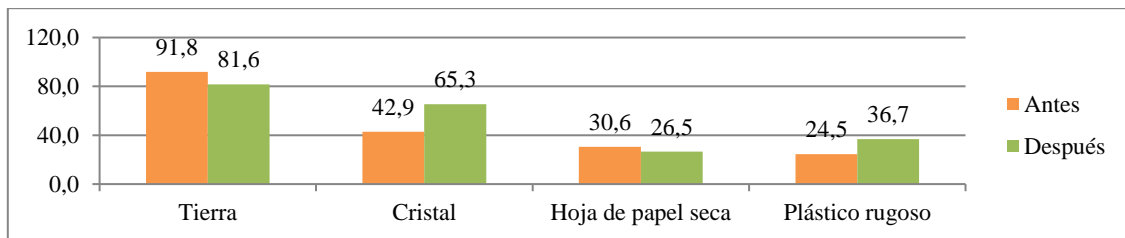


Figura 3. Materiales por donde se desliza mejor la lombriz

Por su parte, la mayoría coincide en que para poder moverse la lombriz hace túneles (63,3%). Además, consideran que tienen alguna característica propia (sobre todo anillos -87,8%-) que les facilita el movimiento, aunque algunos citan características del medio que favorecen dicho movimiento (la tierra húmeda -6,1%-) (tabla 5).

Tabla 5. Características del movimiento de la lombriz

CARACTERÍSTICAS		RESULTADOS (%)	
Tipo	Haciendo túneles	63,3	
	Se arrastra	18,4	
	Lento	6,1	
	Fácilmente	14,3	
Referencia a las causas del movimiento	Elementos del propio animal	Anillos	87,8
		Es pringosa/baba	8,2
	Elementos externos al animal	Huesos	4,1
		Tierra húmeda	6,1

CONCLUSIONES

Los estudiantes fueron capaces de predecir lo que creían que sucedería y, a nivel general, elaboraron conclusiones coherentes con las observaciones realizadas. En términos generales, identificaron de forma más o menos correcta las características morfológicas del cuerpo de ambos animales e identificaron los lugares por los que se mueven con más facilidad y cómo hacen para conseguirlo. Así, de forma más concreta:

- En cuanto a las características morfológicas, el estudiante predice con más facilidad las características morfológicas del caracol que de la lombriz, en este sentido la actividad favorece la observación en relación a su tamaño, aunque en bastantes

dibujos sitúan ojos y en algunos no hay anillos lo que pone de manifiesto la idea de “animal”, construida a partir del ser humano.

- Respecto al movimiento de ambos animales los materiales utilizados han ayudado al alumnado a predecir y a reflexionar sobre las causas del movimiento relacionándolo principalmente con características anatómicas de los animales.

En este sentido, cabe destacar que, aunque en los libros de texto los aspectos referidos a la anatomía o a la adaptación de los animales son poco abordados (Rodríguez Miranda *et al.*, 2014), el alumnado no tuvo grandes dificultades para identificar las características morfológicas y el movimiento de un animal invertebrado. Por otro lado, a pesar de que, tal y como indican Tomkins y Tunnicliffe (2007), el alumnado asocia los animales casi exclusivamente a mamíferos terrestres, ya que son animales que se puede tener en el hogar o en una granja, podemos decir que trabajar los caracoles o lombrices en el aula no supuso ningún problema, y ellos supieron clasificar claramente el tipo de animal que era (aunque en este trabajo ese aspecto no se incluya en los resultados). Además, estos animales son sencillos y conocidos, fáciles de obtener y mantener en el aula (García Barros y Martínez Losada, 2010). lo cual permitió incrementar las experiencias de los alumnos y, al mismo tiempo, introducirlos en la indagación.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-I00).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cañal, P. (2003). ¿Qué investigar sobre los seres vivos? *Investigación en la escuela*, 51, 27-38.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2010). Indagando con animales pequeños en el aula de Primaria. *Padres y Maestros*, 334, 19-25.
- Garrido, M. (2007). *La evolución de las ideas de los niños sobre los seres vivos*. (Tesis Doctoral). Universidade da Coruña. Recuperado de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/7330>
- Garrido, M. y Martínez, C. (2009). ¿Qué enseñar sobre los seres vivos en los niveles educativos iniciales? *Aula de Innovación Educativa*, 183-184, 34-36.
- González García, F. (2015). Introducción a la Didáctica de las Ciencias. En González García, F. (Ed.) *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. II. Ciencias de la Vida* (pp. 15-34). Ediciones Pirámide.
- Larrain A., López P., Gómez M., Verdugo S., Freire P., Grau V., Cosmelli D. y Bonhomme A. (2021). Las ideas de estudiantes chilenos acerca de la evolución de los seres vivos: ¿qué piensan al término de la enseñanza primaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18 (1), 1106.
- Puig, B. y Jiménez, M. P. (2009). ¿Qué considera el alumnado que son pruebas de la evolución? *Alambique*, 62, 43-50.
- Pujol, R. M. y Márquez, C. (2005). L'estudi del cos humà a l'escola Infantil i Primària. *Perspective Escolar*, 292, 12-18.
- Rodríguez Miranda, F., De las Heras Pérez, M^a.A., Romero Fernández, R. y Cañal de León, P. (2014). El conocimiento escolar sobre los animales y las plantas en primaria: Un análisis del contenido específico en los libros de texto. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 97-114.

Tomkins, S. y Tunnicliffe, S. D. (2007). Nature tables: stimulating children's. *Journal of Biological Education*, 41(4), 150-155.

La construcción de explicaciones sobre la flotabilidad de objetos macizos en niños de cuatro años

Isabel García-Rodeja Gayoso¹, María Lorenzo Flores², Vanessa Sesto Varela³

¹ Facultad de Educación (Campus Norte) USC. isabel.garcia-rodeja@usc.es

² CRA Rianxo. maria.lorenzo.flores@edu.xunta.gal

³ IES A Pinguela, Monforte de Lemos. vanessa.sesto@rai.usc.es

RESUMEN: Se describen las explicaciones de siete niños de cuatro años sobre la flotabilidad de objetos macizos y su evolución durante la implementación de una propuesta. Se utilizó la estrategia POE (Predecir-Observar-Explicar). Los datos se recogieron a través de entrevistas semiestructuradas que se grabaron en audio y vídeo. Los resultados indican que al inicio de la intervención los niños parten de explicaciones referidas a la fuerza del objeto, el tamaño o la presencia de aire. Las experiencias provocan, en algunos casos, la diversificación de criterios introduciendo la contradicción y adoptando explicaciones incompatibles. Al final de la secuencia mejoran a la hora de hacer predicciones, y algunos niños empiezan a utilizar propiedades más relevantes en sus explicaciones como el peso, e incluso el “peso del material” o el material del que están hechos los objetos. Estas últimas explicaciones están basadas en ideas que pueden entenderse como aproximaciones válidas al concepto densidad.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil; modelos precursores; explicación, flotación.

ABSTRACT: The objective of this work was to describe the explanations of seven four-year-old children about the buoyancy of solid objects and their evolution during the implementation of a teaching sequence. This sequence consisted of a set of POE (Predict-Observe-Explain) activities. The data was collected through semi-structured interviews that were recorded on audio and video. The results indicate that, at the beginning of the proposal, the preschool age children use ideas that refer to the force of the object, its size or the presence of air to explain why the objects float. The experiences caused, in some cases, the diversification of criteria introducing the contradiction and adopting incompatible explanation. At the end of the sequence, in general, children improve in making predictions about the buoyancy of objects and some of them begin to use more relevant properties in their explanations such as weight, and even the “weight of the material” or the material from which the objects are made. These final explanations are based on concepts that can be understood as valid approximations to the density concept.

KEYWORDS: Early Childhood Education; precursor models; explanation; floating.

INTRODUCCIÓN

Existen estudios sobre las explicaciones de los niños sobre la flotabilidad de los objetos que refieren explicaciones que pueden ser de diferente tipo: razones animistas o de naturaleza moral en los de menor edad, razones de naturaleza dinámica, razones que tienen que ver con propiedades de los objetos como la forma, el tamaño, el peso, la dureza

o el material (p. ej. Butts et al., 1993). Según los estudios de Piaget (1934) y Inhelder y Piaget (1972) no es hasta los nueve años que los niños conceptualizan la idea de densidad. La progresión del desarrollo en la comprensión ha sido revisada por otros investigadores (p. ej. Smith et al., 1985). Explicaciones como las descritas por Piaget se han observado también en investigaciones posteriores (Pramling y Pramling-Samuelsen, 2001). El concepto de densidad, que se requiere para entender cómo flota un objeto, no puede ser entendido por niños en edades tempranas, aunque parece que una idea intuitiva de densidad comienza a desarrollarse después de los 5 ó 6 años de edad (Smith et al., 1985). Aunque una comprensión completa sobre la flotación no sería un objetivo adecuado para estas edades, se ha mostrado que es posible diseñar intervenciones sobre flotación que supongan algún tipo de desarrollo en la comprensión conceptual de los niños (Canedo-Ibarra et al., 2010; Kallery, 2015). En la intervención que se presenta se recurre la estrategia Predicción-Observación-Explicación (White y Gunstone, 1992) en la que se anima a los niños a emitir predicciones sobre un fenómeno que luego tendrán la oportunidad de observar y contrastar experimentalmente. Se necesitan más trabajos que describan cómo los niños y las niñas en edades tempranas construyen explicaciones en actividades de ciencias específicamente diseñadas para que se produzca un avance conceptual. Este trabajo tiene por objetivo describir las explicaciones de siete niños de cuatro años sobre la flotabilidad de objetos macizos durante la implementación de una propuesta didáctica y analizar si hay cambios en las explicaciones durante la realización de las tareas.

METODOLOGÍA

En este trabajo se adopta un enfoque metodológico de tipo cualitativo, en concreto un estudio de caso. En este estudio han participado cuatro niñas y tres niños de 4 años. Para preservar el anonimato de los participantes, sus nombres fueron sustituidos por seudónimos (Dina, Jaime, María, Ramón, Tati, Xoana, Zara) en los que únicamente se conservó el género. En el momento de la intervención los niños estaban cursando el segundo ciclo de Educación Infantil en un CPI situado en un entorno rural. Para este estudio se diseñó una intervención que se implementó a modo de entrevista grupal semiestructurada. Este método de recogida de datos permite un mayor intercambio de ideas entre los participantes, y facilita la recogida de datos para un análisis más profundo. Como se puede observar en la Tabla 1 la intervención consta de seis actividades, una primera actividad de exploración de ideas a través de preguntas que se llevó a cabo en una sesión de 20 minutos, cuatro actividades tipo POE y una actividad de recapitulación de lo aprendido que se llevaron a cabo en sesiones de 50 minutos. En las transcripciones se analizó cómo fueron evolucionando las explicaciones sobre porqué los objetos flotan o se hunden atendiendo a los criterios que utiliza cada niño en cada actividad.

Tabla 1. Secuencia de actividades implementadas durante la intervención

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
¿Qué sabemos de la flotación?	Se plantea a los niños preguntas como: ¿Qué objetos conoces que se hundan? ¿Sabes qué quiere decir que algo flote? ¿De qué depende que las cosas floten? ¿De qué depende que las cosas se hundan?
Actividad POE 1	A continuación, se les proporcionan objetos de diferentes materiales, tamaños y formas. Se les da la oportunidad de que hagan predicciones, y se les pide que las justifiquen y que registren las predicciones en una tabla. Posteriormente realizan las observaciones, registran en la tabla lo que

	ocurre con cada objeto y explican lo ocurrido. Materiales: Cubo de madera, cubo de metal, esfera de goma, tornillo de metal pequeño y tapón de corcho grande. Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.
Actividad POE 2	Se les proporcionan diferentes objetos, algunos del mismo material y de diferentes tamaños. Se procede como en la POE 1. Materiales: Tapón de corcho grande, tapón de corcho pequeño, tapón de goma grande, tapón de goma pequeño, tornillo de metal grande y tornillo de metal pequeño. Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.
Actividad POE 3	Se les proporcionan objetos de diferente material y del mismo tamaño y forma. Se procede como en la POE 1. Materiales: Esferas macizas de PVC, metal, poliespán. Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.
Actividad POE 4	Se les proporcionan diferentes objetos, algunos del mismo material y forma. Se procede como en la POE 1. Materiales: Cubo de madera, cubo de metal, cubo de poliespán, esfera de madera, esfera de metal y esfera de poliespán. Tablas para registrar las predicciones y las observaciones.
Actividad de recapitulación	Se les proporcionan objetos macizos de diferentes tamaños, materiales y formas. Se plantea a los niños preguntas acerca de la flotación: ¿Todos los tapones flotan? ¿Todos los objetos pequeños flotan? ¿Todos los objetos ligeros flotan? ¿De qué depende que un objeto flote? Materiales: Cubo de poliespán, esfera de metal, tornillo de plástico, tornillo de metal grande, tapón de corcho pequeño, tapón de plástico grande y tapón de plástico pequeño.

RESULTADOS

En la primera actividad, los niños, aunque tienen dificultades para explicar qué quiere decir flotar o hundirse, sí son capaces de poner ejemplos de objetos que flotan y de objetos que se hunden. En la actividad POE 1 se les da la oportunidad de que hagan predicciones y se les pide que las justifiquen y que registren las predicciones en una tabla. A continuación, resumimos los resultados obtenidos en esta actividad en la que Tati apenas interviene. En general hacen predicciones acertadas para el cubo de madera y para el tapón de corcho. Sin embargo, todos predicen erróneamente que el tornillo de metal va a flotar, y tres creen que también va a flotar el cubo de metal. Dina utiliza como criterio para predecir si un objeto flota o se hunde si el objeto tiene fuerza –si tiene fuerza flota y si no tiene fuerza se hunde–. Jaime dice que las cosas flotan porque tienen fuerza, pero no sabe justificar por qué las cosas se hunden. María cree que las cosas flotan porque tienen aire o porque tienen fuerza. Ramón cree que los objetos flotan porque son grandes o porque tienen fuerza. Al inicio también justifica que puedan hundirse porque tienen fuerza. Xoana considera que un objeto flota si tiene fuerza, y se hunde si no tiene aire. Zara cree que las cosas flotan porque tienen fuerza, porque pesan o porque tienen aire.

Maestra: ¿El cubo de madera pensabais que iba a flotar?

Zara: Sí.

Maestra: ¿Y flotó?

Zara: Sí, porque pesaba. (...)

Ramón: Porque tiene fuerza

En la actividad POE 2 los niños comprueban la flotabilidad de distintos objetos macizos, algunos del mismo material, pero de diferentes tamaños. En la mayoría de los casos las predicciones se confirman por lo que no ven la necesidad de dar más justificaciones. Del análisis de las intervenciones podemos decir que Dina y María utilizan el mismo criterio–si tiene fuerza flota y si no tiene fuerza se hunde–. Ramón utiliza también la fuerza de los objetos–si tiene fuerza, flota–. Para los objetos que se hunden utiliza como justificación el tamaño –se hunde porque es grande–. Jaime no interviene. Interviene Tati, pero no sabe justificar sus observaciones. Xoana también justifica que las cosas flotan porque tienen fuerza. Zara, sin embargo, justifica que los objetos flotan porque no tienen fuerza o porque

pesan, y si se hunden es porque tienen fuerza o porque pesan (se observa que no captan las contradicciones).

- Maestra: ¿El tapón de corcho grande creéis que va a flotar?
 Zara A quedarse arriba porque pesa.
 Ramón: Se va a hundir porque es grande.

En la actividad POE 3, los niños predicen y comprueban el comportamiento de esferas macizas del mismo tamaño y diferentes materiales (PVC, metal, poliespán). Dina no interviene en esta actividad. Todos están de acuerdo en que la esfera de poliespán va a flotar y la esfera de metal se va a hundir. La esfera de PVC genera mayores desacuerdos. María argumenta que la bola de poliespán flota porque tiene fuerza y la bola de metal se hunde porque también tiene fuerza (no percibe la contradicción). Ramón en esta actividad utiliza como criterio la fuerza para los objetos que flotan –si tiene fuerza flota–, y el peso –si pesa flota–; e introduce el material –si es de poliespán flota–. Para los objetos que se hunden utiliza como justificación que no tiene fuerza o que pesa. En este momento la contradicción se vuelve explícita pero no la percibe como tal. Jaime utiliza el argumento de que tiene fuerza, tanto para objetos que flotan como para objetos que se hunden. Tati no sabe justificar sus predicciones ni las observaciones. Xoana justifica que las cosas floten porque tienen fuerza y se hunden porque pesan. Zara justifica que los objetos floten porque no tienen fuerza o porque pesan, y si se hunden es porque tienen fuerza o porque pesan (no captan las contradicciones).

- Maestra: ¿La esfera de metal va a flotar?
 Jaime Se va a hundir.
 Ramón: Porque pesa.
 Jaime: Porque tiene fuerza.

En la actividad POE 4 los niños predicen y comprueban el comportamiento de esferas y cubos del mismo tamaño y diferentes materiales. Todos hacen predicciones acertadas para el cubo de madera, el de metal. Jaime y María en esta actividad utilizan diferentes criterios. La diversificación de criterios introduce antes o después la contradicción de modo que la experiencia lleva a un pensamiento en estado de desequilibrio tal y como mencionan Inhelder y Piaget (1972).

- Maestra: ¿El cubo de madera que le va a pasar?
 María Va a hundirse porque no tiene aire. (...)
 Maestra: ¿El cubo de metal?
 María: Se va a hundir porque tiene fuerza. (...)
 Maestra La esfera de poliespán
 María: Flota porque tiene fuerza.

Ramón hace todas las predicciones de forma correcta aduciendo al material del que está hecho el objeto. Las observaciones las justifica haciendo referencia al peso –si flota es porque no pesa y si no flota es porque pesa–, pero parece estar haciendo referencia al “peso” del material del que están hechos los objetos. Tati no es capaz de justificar las predicciones ni las observaciones. Xoana en la observación refuerza el criterio de que flotan los que tienen fuerza y se hunden los que no tienen fuerza. Zara dice que el cubo

de madera se hundirá porque pesa, pero después dice que flotará porque no pesa. En general utiliza el criterio de que flotan si no pesan y se hunden si pesan.

La actividad de recapitulación consistió en una conversación con los niños donde se les dio la oportunidad de que hicieran predicciones sobre la flotabilidad de una serie de objetos. Dina y Jaime hacen algunas predicciones incorrectas. Dina y Xoana consideran que los objetos van a flotar si tienen fuerza y a hundirse si no la tienen. Jaime utiliza el criterio contrario. María comete errores en las predicciones e incurre en múltiples contradicciones. Ramón hace predicciones correctas y las justifica –los objetos se hunden porque pesan y si flotan es porque son ligeros–. Tati hace las predicciones correctas, pero no es capaz de justificarlas. Zara hace predicciones correctas. Explica que los objetos se hunden si pesan y explica que cuando habla de fuerza hace referencia al peso. Zara dice que el poliespán no pesa y por eso flota haciendo referencia al “peso” del material.

Estos resultados se resumen en la Tabla 2. Dina utiliza una explicación que mantiene durante todas las actividades en las que participa. Jaime, en sus primeras explicaciones, hace referencia a la fuerza de los objetos para flotar, pero no es hasta la última actividad que se ve algo de consistencia en la utilización del criterio. María, al inicio de la propuesta, da explicaciones que parecen consistentes y que hacen referencia a la fuerza del objeto y a la presencia de aire. Sin embargo, en la tercera y cuarta actividad, incurre en contradicciones adoptando explicaciones incompatibles. Ramón hace referencia a la fuerza y al tamaño del objeto, pero en la tercera y en la cuarta actividad POE, introduce el peso y el material del que están hechos los objetos. Tati es un niño con dificultades de aprendizaje que no fue capaz de justificar sus predicciones, pero sí mejoró a la hora de hacer predicciones acertadas. Xoana empieza utilizando el criterio de la fuerza para explicar que los objetos floten, y la presencia de aire para explicar que los objetos se hundan. En la tercera actividad introduce el peso –si pesa se hunde–. En la cuarta actividad POE introduce también el criterio del aire y empieza a incurrir en contradicciones. Zara empieza utilizando la explicación que hace referencia a la fuerza de los objetos para explicar que floten, si tiene fuerza flotan, y al peso, –si pesan se hunden, pero si no pesan también–. En las sucesivas actividades introduce más criterios incurriendo en un uso contradictorio de los mismos. Al final de la secuencia de actividades utiliza únicamente el criterio del peso y en algún caso el “peso del material. Zara y Ramón son los niños que más avanzaron desde el punto de vista conceptual.

Tabla 2. Criterios a los que se hace referencia en las explicaciones de los niños en cada actividad

	POE1	POE2	POE3	POE4	RECAPITULACIÓN
DINA	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza se hunde	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza se hunde	(No interviene)	(No interviene)	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza se hunde
JAIME	Si tiene fuerza flota	(No interviene)	Si tiene fuerza flota/Si tiene fuerza se hunde	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza flota/Si pesa flota/ Si tiene fuerza se hunde/ Si no tiene fuerza se hunde	Si no tiene fuerza flota/Si tiene fuerza se hunde
MARÍA	Si tiene fuerza flota/ Si tiene aire flota/ Si no tiene fuerza se hunde/ Si no tiene aire se hunde	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza se hunde	Si tiene fuerza flota/Si no tiene fuerza flota	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza flota/ Si tiene aire flota/ Si tiene fuerza se hunde/ Si no tiene aire se hunde	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza flota/ Si tiene fuerza se hunde
RAMÓN	Si tiene fuerza flota/ Si es grande flota Si no tiene fuerza se hunde	Si tiene fuerza flota/ Si es grande se hunde	Si tiene fuerza flota/ Si pesa flota/ Si es de poliespán flota / Si no tiene fuerza se hunde/ Si pesa se hunde	Si es de madera flota/ Si es de poliespán flota/ Si es de metal se hunde/ Si flota es porque el material es ligero/ Si se hunde es porque el material es pesado	Si es ligero flota/Si pesa se hunde
TATI	(No interviene)	(No justifica)	(No justifica)	(No justifica)	(No justifica)
XOANA	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene aire se hunde	Si tiene fuerza flota	Si tiene fuerza flota/ Si pesa se hunde	Si no tiene fuerza flota/ Si tiene fuerza flota/ Si no tiene fuerza se hunde/ Si tiene aire flota	Si tiene fuerza flota/ Si no tiene aire se hunde
ZARA	Si tiene fuerza flota/ Si pesa flota/ Si tiene aire flota/ Si pesa se hunde/ Si no pesa se hunde	Si no tiene fuerza flota/ Si pesa flota/ Si tiene fuerza se hunde/ Si pesa se hunde	Si no tiene fuerza flota/ Si pesa flota/ Si tiene fuerza se hunde/ Si pesa se hunde	Si no pesa flota/ Si pesa se hunde	Si es ligero flota/ Si pesa se hunde

CONSIDERACIONES FINALES

Diversos estudios han mostrado que, aunque los niños muy pequeños suelen usar una propiedad o característica del objeto (p. ej., peso, tamaño o forma) para explicar la flotación, las intervenciones pueden tener éxito en el sentido de que los niños pueden combinar más de una propiedad o característica (Havu-Nuutinen, 2005, Koliopoulos et al., 2004). En este trabajo, al inicio de la propuesta, los niños de cuatro años parten de explicaciones que hacen referencia a la fuerza del objeto, el tamaño, o la presencia de aire para explicar que los objetos floten. Las experiencias provocan, en algunos casos, la diversificación de criterios introduciendo la contradicción y adoptando explicaciones incompatibles, cuestión que ya ha sido descrita en otros estudios (Inhelder y Piaget, 1972). Al final de la secuencia mejoran a la hora de hacer predicciones sobre la flotabilidad de los objetos y algunos niños empiezan a utilizar propiedades más relevantes como el peso, e incluso el “peso del material” o el material del que están hechos los objetos, explicaciones estas últimas basadas en conceptos que pueden entenderse como aproximaciones al concepto densidad.

AGRADECIMIENTOS:

PGC2018-096581-B-C22 financiado por FEDER/ Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades - Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto ESPIGA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Butts, D. P., Hofman, H., y Anderson, M. (1993) Is hands-on experience enough? A study of young children's view of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50–64. <https://doi.org/10.1007/BF03170644>
- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P., y Morales-Blake, A. R. (2010). Precursor models construction at preschool education: An approach to improve scientific education in the classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(1), 41-76. <https://doi.org/10.26220/rev.134>
- Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International journal of science education*, 27(3), 259-279. <https://doi.org/10.1080/0950069042000243736>
- Inhelder, B., y Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescent*. Paidós.
- Kallery, M. (2015). Science in early years education: introducing floating and sinking as a property of matter. *International Journal of Early Years Education*, 23(1), 31-53.
- Koliopoulos, D., Tantaros, S., Papandreou, M., y Ravanis, K. (2004). Preschool children's ideas about floating: a qualitative approach. *Journal of Science Education*, 5(1), 21-24.
- Piaget, J. (1934). *La causalidad física en el niño*. Espasa-Calpe.
- Pramling, N., y Pramling-Samuelson, I. (2001). It is floating "cause there is a hole": A young child's experience of natural science. *Early Years*, 21(2), 139-149.
- 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, 177–237.
- White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. The Falmer Press.

Las preguntas del/la docente fomentan la argumentación temprana: una propuesta de metodología de análisis de discusiones en el aula de primaria

Lidia Caño Pérez¹, Josu Sanz Alonso², Iñaki Zaldúa Sarasola³, Alazne Arriola Larreta⁴, Ainara Peña Illarramendi⁵

¹ Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). lidia.cano@ehu.eus

² Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). josu.sanz@ehu.eus

³ Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). izaldua012@ikasle.ehu.eus

⁴ Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). alazne.ehu@gmail.com

⁵ Orioko Herri Ikastola. ainara@oriokoikastola.eus

RESUMEN: Este trabajo analiza las discusiones de un grupo de alumnos/as de primer ciclo de Educación Primaria implicados/as en actividades de indagación durante dos cursos. Se ha analizado de manera simultánea las preguntas del/la docente y las respuestas de los/as niños/as, desde el doble ámbito de las operaciones epistémicas y de la argumentación. Nuestro estudio aporta resultados relevantes acerca de cómo el desarrollo de operaciones epistémicas en edades tempranas, en especial las de un mayor nivel cognitivo, es decir, de aquellas que implican el uso de pruebas y la evaluación de razonamientos, pueden enriquecer la argumentación de los/as niños/as. Además, la contribución principal de este trabajo es la propia metodología o herramienta de análisis mediante la cual hemos podido extraer conocimiento relevante acerca del papel de las preguntas del/la maestro/a en la estructuración de la práctica científica del alumnado y de la co-construcción del conocimiento.

PALABRAS CLAVE: argumentación temprana, preguntas del/la docente, indagación, operaciones epistémicas, primer ciclo de Primaria.

ABSTRACT: This work analyzes the discussions of a group of students involved in inquiry activities in two consecutive years in primary classroom. Epistemic operations and argumentation components in children's interventions have been simultaneously analyzed together with teacher's questioning. Our study provides relevant findings about how the development of epistemic operations, especially those of high cognitive level, i.e., those that involve the use of evidence and the evaluation of reasoning, can enrich the argumentation at an early age. In addition, the main contribution of this work is the methodology or analysis tool itself through which we have been able to extract relevant knowledge about the role of the teacher questioning in the co-construction of knowledge and in the structuring of students' scientific practice.

KEYWORDS: early argumentation, teacher questioning, inquiry, epistemic operations, primary classroom.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe un amplio consenso acerca de que el discurso y la argumentación desempeñan un papel clave en la educación en ciencias (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007). La práctica de la argumentación incluye destrezas como usar pruebas, elaborar argumentos en base a ellas o contraargumentar o refutar argumentos previos. Promover un discurso basado en el continuo de prueba-explicación (E-E) en la clase de ciencias permite a los/as estudiantes dotar de significado a los fenómenos constatados (Duschl 2008) permitiendo la construcción del conocimiento. Así, utilizar el lenguaje para hacer ciencia ("hablar ciencia") conlleva primero implicar al alumnado en procesos u operaciones propias de la ciencia orientadas a la identificación de la prueba- como observar, describir y comparar- o a su uso para elaborar explicaciones – como discutir, explicar, cuestionar, evaluar- (Lemke 1990, Jimenez-Aleixandre et al. 2000). Cierta tipo de actividades dirigidas a la observación intencional o la indagación permiten implicar a los/as estudiantes en estas operaciones epistémicas y proporcionan un marco para establecer relaciones explícitas entre la prueba y la conclusión, por lo que pueden activar el discurso argumentativo de los niños incluso a edades tempranas (Monteira y Jiménez-Alexandre 2016, Benedict-Chambers et al. 2017). Además, a los 6 años pueden usar pruebas incluso para evaluar o cuestionar las ideas de los demás cuando colaboran entre ellos/as (Frejd 2019). Sin embargo, actualmente existe poca información sobre la argumentación a edades tan tempranas.

Puesto que el aprendizaje se apoya en las interacciones sociales entre estudiantes y profesores/as, no basta con diseñar cierto tipo de actividades indagativas sino que además es necesario que el/la docente guíe la articulación de ideas y su comprensión durante la actividad (Lemke 1990). Además, a medida que profesores/as y estudiantes trabajan juntos/as se establecen más colaboraciones entre iguales (Oliveira 2010, Frejd 2019) permitiendo que el trabajo colaborativo dote de sentido al fenómeno mediante el contraste de razonamientos (Jimenez-Aleixandre et al. 2000). Por tanto el/la docente no solo debe crear espacios de discusión sino también de apoyo a las interacciones colaborativas. Sin embargo, con frecuencia el/la docente realiza una práctica directiva donde el pensamiento de los/as niños/as no aflora. En este sentido, se ha revelado necesario realizar más investigación sobre las habilidades de discurso de los/as futuros/as maestros/as (Christodoulou & Osborne, 2014).

En este trabajo se han analizado las discusiones de un grupo de estudiantes de primer ciclo de primaria en torno al uso de pruebas con el fin de proporcionar pautas que puedan ayudar al/la docente a trabajar las habilidades argumentativas de los/as niños/as y a construir el conocimiento científico. Para ello se han planteado las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Qué operaciones epistémicas realizan los/as niños/as de primer ciclo de primaria durante una actividad de indagación y cómo se relacionan estas con su discurso argumentativo? (2) ¿Cómo influyen las preguntas del/la profesor/a en la construcción del discurso de los/as niños/as y qué podemos aprender de cara a mejorar la práctica dialógica del/la docente?

METODOLOGÍA

Este trabajo analiza un caso de estudio en el que se realiza una interpretación cuantitativa y cualitativa de las discusiones de los/las participantes. Se recogieron datos de un mismo grupo de alumnos/as (N=21) durante dos cursos consecutivos (1º y 2º de Educación Primaria) a través de la inmersión en el aula de dos docentes en formación a lo largo de doce semanas en cada curso. La profesora titular de la escuela y el protocolo de intervención se mantuvieron durante los dos cursos y este consistió en la realización de una tarea indagativa sobre el modelo de ser vivo y sucesivas discusiones. Se reporta el análisis de las grabaciones de las 4 discusiones (15-20 min.) realizadas en torno a la construcción de explicaciones basadas en las pruebas obtenidas en el experimento. Se definieron categorías para analizar los siguientes elementos de la discusión: las operaciones epistémicas que realizó el alumnado, las preguntas y otras estrategias del/la docente (v. tabla 1) y los componentes de la argumentación (Toulmin, 2003) utilizados por el alumnado.

Tabla 1. Tipos de preguntas productivas (1-4) y otras estrategias del/la docente, correspondiente operación epistémica realizada por el alumnado y nivel cognitivo.

Tipo de pregunta	Definición/ Intención	Ejemplo	Operación asociada	Nivel
0-Pregunta de contextualización ¹	Permite retomar el contexto de la discusión que va a comenzar	<i>¿qué hemos hecho?</i>	-	-
1-Pregunta de enfoque ^{2,3,4}	Permite fijar la atención de los estudiantes en el dato	<i>¿qué habéis visto? ¿qué ha pasado?</i>	Observar, describir	1
2- Pregunta de comparación ²	Incita a identificar patrones mediante comparaciones	<i>¿las de atrás eran cómo éstas?</i>	Comparar	
3-Pregunta de razonamiento ^{2,4}	Incita a pensar sobre sus experiencias u observaciones y a construir ideas en base a ellas	<i>¿por qué crees que ha sucedido eso? ¿cómo sabéis que las plantas son seres vivos?</i>	Interpretar, explicar, evaluar	2
3.1-Reenvío ⁵	Incita a evaluar explicaciones previas	<i>Jon ha dicho que ...¿vosotros qué creéis?</i>		
3.2-Repensar ¹	Plantea un conflicto cognitivo, invita a corregir errores o contradicciones	<i>Pero ¿las alubias tienen ojos? Y habéis dicho que son seres vivos...</i>		
4- Solicitud de clarificación ³	Incita a elaborar, matizar o clarificar respuestas anteriores	<i>...como piedras, ¿cómo "como piedras"?</i>	Observar, describir,	1
		<i>¿por qué decís que unas necesitan agua y otras no?</i>	Explicar	2
5- Repetición-recapitulación ⁶	Repite o sintetiza el razonamiento o información dado por el alumnado	<i>O sea que somos seres vivos porque nos morimos</i>	-	-
6- Validación	Valida el enunciado del alumno	<i>Bien De acuerdo</i>	-	-

¹Propia; ²Martens 1999; ³Oliveira 2010; ⁴Benedict 2017; ⁵van Zee & Minstrell (1997); ⁶Chapin, O'Connor, & Anderson (2003)

RESULTADOS

Nuestros resultados muestran que los/as niños/as de 6-7 años son capaces de “hacer ciencia” y “hablar ciencia” al utilizar datos experimentales y conocimiento previo como pruebas para generar explicaciones y establecer conclusiones, pero también para evaluar y cuestionar las ideas de los/las demás (Figura 1, tabla 2). Las operaciones que implican el uso de pruebas (nivel 2: interpretar, explicar...) fueron tanto o más frecuentes que aquellas en que únicamente se identifica la prueba (nivel 1: observar, describir...) (Figura

1). Además, también hemos documentado, curiosamente en 1º, que algunos/as alumnos/as son capaces de vincular en un mismo enunciado la conclusión y la justificación (Figura 1, tabla 2), lo que puede ser considerado como un argumento completo (sensu McNeill 2011). En el caso del 2º curso, en ambos grupos se ha detectado que son capaces además de matizar las condiciones en las que se cumpliría la conclusión mediante el uso de calificadores modales (Figura 1).

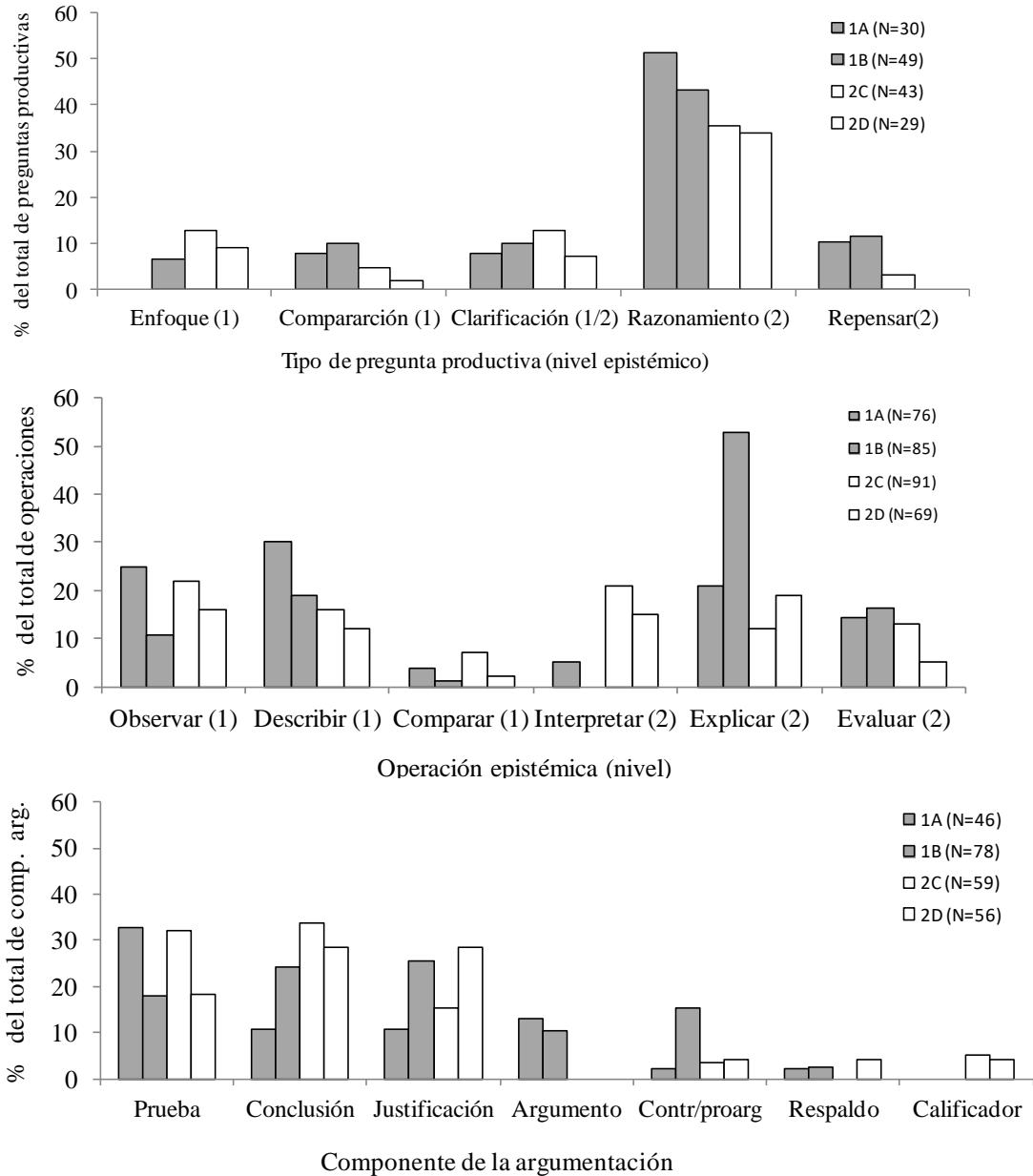


Figura 1. Frecuencia de cada tipo de pregunta productiva formulada por el/la docente y de cada tipo de operación epistémica y componente de la argumentación realizada por el alumnado de 1º (gris) y 2º (blanco) de Educación Primaria.

Ambos docentes plantearon principalmente preguntas de alto nivel (Figura 1) y las preguntas formuladas de manera abierta obtuvieron en general una mayor tasa de respuesta (A:42.1%; B:65.4%; C:76.9%; D:72.2%). Sin embargo, el orden en el que fue planteada cada tipo de pregunta difirió entre profesores. Esto pudo inducir secuencias

opuestas en ambos cursos: mientras que el maestro de primero utiliza una estrategia de interrogación para guiar al alumnado siguiendo un nivel cognitivo creciente (enfoque-comparación-razonamiento-repensar), de manera similar a otros estudios (Benedict-Chambers 2017), en 2º la maestra fomentó pequeños ciclos de preguntas enfoque+razonamiento o incluso razonamiento+enfoque en que los/as niños/as a menudo hicieron su afirmación para apoyarla posteriormente con la prueba. Aunque la mayor parte de operaciones epistémicas fueron estimuladas por las preguntas del/la docente (A:48.7%; B: 70.6%; C: 79.1%; D: 64.3%) un gran número de ellas se dio por colaboración entre estudiantes. En este sentido, uno de los resultados más relevantes del estudio es que los/as niños/as no solo fueron capaces de expresar acuerdo o desacuerdo, sino que evaluaron las ideas de otros/as utilizando pruebas llegando a construir en ocasiones verdaderos contraargumentos o pro-argumentos (Fig. 3), alcanzando por tanto el mayor nivel de argumentación (Erduran et al 2004). Ello dio lugar a pequeños nudos argumentativos en los que se produjo un proceso de co- construcción de conocimiento, en este caso de las ideas clave del ser vivo (v. extractos sombreados en Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de preguntas del/la docente y operaciones epistémicas y componentes de la argumentación del alumnado (extracto de discusión, grupo B, 1º curso). En gris las interacciones colaborativas. Los argumentos completos aparecen subrayados.

Turno	Preguntas/enunciados del docente	
	Operaciones	Argumentación
32-Profesor: ¿Entonces todos y todas creéis que son seres vivos? Vale. Ahora lo que yo quiero saber es ¿por qué pensáis que son seres vivos?	<i>3- Razonamiento</i>	
33-Leire: Es que si les echas poco agua se mueren.	Explicar (causalidad)	Justificación
34-Profesor: O sea que piensas que si nos morimos somos seres vivos.	<i>5- Repetición-recapitulación</i>	
35-Leire: <u>Nosotros somos seres vivos y si no bebemos agua nos morimos y ellas también. Por eso son seres vivos.</u>	Expl.(causal./analogía)	Respaldo/Argu <u>mento</u>
36-Maria: y si arrancamos una de esas plantas se mueren.	Explicar (causalidad)	Justificación
37-Profesor: Ajá, o sea que somos seres vivos porque nos morimos, o las plantas son seres vivos porque se mueren.	<i>5- Repetición-recapitulación</i>	
38-Leire: nosotros no nos morimos si nos arrancan una cosa.	Explicar (causalidad)	Contraargumen.
39-Maria: sí, si nos morimos.	Evaluar	Contradicción
40-Mikel: Por ejemplo el que hizo mi casa tiene el brazo cortado y no está muerto.	Eval./Descr./Expl. (analogía/causal.)	Proargumento
...		
43-Maria: Yo vi a una persona con una pierna de robot porque no tenía pierna	Describir	Prueba
44-Leire: Pero si a nosotros nos arrancan la cabeza y nosotros les arrancamos a ellas se mueren, y nosotros también nos morimos	Evaluar/ Expl.(causal./analogía)	Respaldo/ Contraargumen.
45-Mikel: Ya...es diferente	Evaluar	Acuerdo
46-Leire: para ellas la tierra es lo más importante y para nosotros la cabeza	Explicar (analogía)	Proargumento
47-Mikel:...o el corazón.	Eval./ Expl. (analogía)	Proargumento

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Nuestro estudio sugiere que, si queremos elevar el nivel de argumentación desde el primer ciclo de Primaria, los/as docentes deben implicar al alumnado en operaciones epistémicas de nivel alto incluyendo la evaluación de ideas o modelos a través de técnicas dialógicas apropiadas. Por lo tanto, la contribución principal de este trabajo es la propia metodología o herramienta de análisis mediante el cual hemos podido extraer conocimiento relevante acerca del papel de las prácticas dialógicas docentes en edades tempranas durante una

actividad de indagación. Si bien es cierto que no hay recetas universales, hemos podido identificar 3 características fundamentales del patrón de interrogación que pueden condicionar la calidad de la práctica del alumnado: el tipo de preguntas, el momento en que se hacen y ciertas técnicas. Es necesario que el/la profesor/a tenga presente la escalera cognitiva (Chin 2007) como fundamento a la hora de plantear su secuencia de preguntas desde menor (enfoque, comparación...) a mayor demanda (razonamiento, repensar...) a lo largo de la actividad en la clase. Además, debido al potencial que la colaboración entre alumnos/as tiene para fomentar la realización de operaciones de alto nivel cognitivo es recomendable que el/la docente utilice ciertas técnicas para promover la evaluación de las ideas entre iguales.

Por tanto, se recomienda mantener un perfil poco directivo limitándose a ayudar a los/as alumnos/as a completar sus razonamientos (clarificación), a repetir, reformular o recapitular e incentivar (feedback positivo) las respuestas plausibles, a reenviar éstas o la pregunta consecutiva a diferentes alumnos/as menos participativos/as y a plantear preguntas de “repensar” para fomentar el cambio conceptual, en lugar de proporcionar la respuesta correcta. De este modo, la utilización por parte del/la maestro/a de este tipo de estrategias puede incrementar la demanda a los estudiantes para que se impliquen en un pensamiento de orden superior y mejoren así sus habilidades argumentativas al tiempo que los fenómenos científicos adquieren sentido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A. y Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, 39(15), 1977-2001. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366674>
- Chapin, S. E., O'Connor, C. y Anderson, N. C. (2003). *Classroom Discussions: Using Math Talk to Help Students Learn, Grades K–6*. Sausalito, CA: Math Solutions Publications.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843. <https://doi.org/10.1002/tea.20171>
- Christodoulou, A. y Osborne, J. (2014). The science classroom as a site of epistemic talk: A case study of a teacher's attempts to teach science based on argument. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10), 1275-1300. <https://doi.org/10.1002/tea.21166>
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268-291. <https://doi.org/10.3102%2F0091732X07309371>
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in Science Education* (Vol. 35). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Frejd, J. (2019). When children do science: collaborative interactions in preschoolers' discussions about animal diversity. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9822-3>
- 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. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6%3C757::AID-SCE5%3E3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6%3C757::AID-SCE5%3E3.0.CO;2-F)
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Norwood: Ablex Publishing Corporation.

- Martens, M. L. (1999). Productive Questions: Tools for Supporting Constructivist Learning. *Science and children*, 36(08), 24-27.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793-823. <https://doi.org/10.1002/tea.20430>
- Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232-1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453. <https://doi.org/10.1002/tea.20345>
- Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument* (2 ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- van Zee, E. y Minstrell, J. (1997). Using Questioning to Guide Student Thinking. *Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 227-269. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0602_3

Pregunta tras pregunta conectamos el conocimiento científico escolar.

Cristina Gil González¹, Ángel Luis Cortés Gracia²

¹ Universidad de Zaragoza. crisgilgon@unizar.es

² Universidad de Zaragoza. acortes@unizar.es

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados de un estudio que pretende caracterizar el papel de las preguntas durante la construcción del conocimiento sobre alimentación en el aula de Educación Primaria. La grabación en vídeo, transcripción y análisis posterior de las sesiones de clase ha permitido detectar secuencias dialógicas con preguntas encadenadas que conectan tanto contenidos sobre alimentación como ajenos a esta temática desde una perspectiva sistémica.

PALABRAS CLAVE: Preguntas; Alimentación; Educación Primaria

ABSTRACT: This paper presents the results of a study that aims to characterize the role of questions during the construction of knowledge about food in the Primary Education classroom. The video-recording, transcription and subsequent analysis of the class sessions allow us to detect dialogic sequences with chained questions that connect both content on food and non-food from a systemic perspective.

KEYWORDS: Questions; Food; Primary Education

INTRODUCCIÓN

Las preguntas juegan un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de cualquier disciplina. En el caso de la construcción del conocimiento científico, el avance del mismo depende del planteamiento de preguntas, tanto de las que surgen de la observación como de las que cuestionan los modelos teóricos que permiten interpretar los fenómenos (Márquez y Roca, 2006). Así, en las clases de ciencias, las preguntas permiten establecer relaciones entre los hechos o fenómenos objeto de estudio, el propio conocimiento y el conocimiento científico (Roca et al. 2013). No obstante, en muchas ocasiones, las preguntas que aparecen en el aula no responden a la necesidad de encontrar respuestas por parte de quien está aprendiendo, sino que se formulan de forma cerrada buscando respuestas concretas. Es decir, como indican algunos autores como Freire y Faundez (2013), fueron respuestas antes que preguntas.

Además de la importancia general que poseen las preguntas en las clases de ciencias, no es menos importante el tipo de pregunta que se plantea, quién la plantea y para qué la plantea. En este sentido, en los últimos años han aparecido diversos estudios que tratan de categorizar los tipos de respuestas en función de sus características generales, del campo de conocimiento al que se refieren o de la demanda de las mismas (Martins et al., 2014, Roca et al., 2013).

Desde hace años, diversos autores destacan que los niños y niñas son “pensadores sistémicos” desde las primeras etapas de la vida, siendo capaces de encontrar conexiones

causales simples a través de sus experiencias. Sin embargo, también señalan que existen dificultades para desarrollar habilidades avanzadas de pensamiento sistémico. Es habitual que las personas traten de dar explicaciones simples a fenómenos complejos (en la actualidad tenemos buenos ejemplos con el cambio climático, sus causas y consecuencias, la pandemia de COVID-19, su origen, las consecuencias sociales y la vacunación, etc.). De esta manera se pierde la conexión sistémica y la complejidad de los procesos, siendo habitual una arraigada resistencia hacia las ideas de naturaleza sistémica que aparece desde esas primeras etapas y que llegan hasta la etapa adulta (Jacobson y Wilensky, 2006).

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación en la que se recoge cómo un grupo de niñas y niños de 3º de Educación Primaria van construyendo conocimiento científico escolar desde una perspectiva sistémica a través de las preguntas que guían las sesiones de clase o que surgen durante las mismas.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

El presente trabajo forma parte de un estudio más amplio que pretende caracterizar cuál es el papel de las preguntas en el desarrollo del pensamiento sistémico durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Para ello, se ha realizado una amplia investigación a lo largo de varias semanas en un aula de 3º de Educación Primaria de un colegio público (datos completos en la versión no anónima). Esta se ha centrado en las sesiones de clase correspondientes al tema de Alimentación dentro de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (13 sesiones de clase).

El grupo-clase estaba formado por 26 estudiantes (15 niñas y 11 niños) y en todas las sesiones estaban presentes tanto la profesora del grupo (responsable de la asignatura) como una de las autoras del trabajo (observación participante). Todas las sesiones fueron grabadas en vídeo y audio y posteriormente transcritas para su análisis.

En este caso se mostrará un análisis de las preguntas que surgieron a lo largo de esas 13 sesiones de clase prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- ¿Quién realiza la pregunta?
- ¿Quién responde a la pregunta? (si lo hace)
- ¿La pregunta da lugar a la formulación de nuevas preguntas?
- ¿Quién responde a esas nuevas preguntas? (si lo hace)
- ¿Con qué tipo de contenidos curriculares conectan esas preguntas?
- ¿Las preguntas que han surgido han permitido conectar contenidos de diferentes temas?

No se va a profundizar en este trabajo en el análisis del tipo de preguntas realizadas o en la demanda cognitiva de las mismas, sino simplemente en conocer cómo a lo largo de las sesiones de clase van apareciendo preguntas (de forma intencionada o no) que pueden dar lugar a nuevas preguntas y, a su vez, cómo ese juego de preguntas y respuestas puede permitir al alumnado conectar distintos conocimientos, tanto los propios del tema como otros ajenos a éste, desde una perspectiva sistémica.

De esta forma, se plantea la caracterización de las preguntas que han aparecido a lo largo de las 13 sesiones de clase siguiendo el siguiente sistema de categorías (independientemente de quién las formule):

- Preguntas desencadenantes: aquellas que inician una secuencia dialógica de preguntas y respuestas en el aula.
- Preguntas derivadas (derivada 1 a derivada n): serían las que surgen como consecuencia de una pregunta desencadenante u otra derivada anterior y que van conduciendo la búsqueda de respuestas a lo largo de la secuencia.
- Preguntas aisladas: serían todas aquellas que se cierran con una respuesta simple, no obtienen respuesta directa o no están contextualizadas en la secuencia.

Por otro lado, se ha tratado de indicar con qué contenidos de aprendizaje conectan teóricamente las distintas preguntas caracterizadas en las categorías anteriormente citadas.

RESULTADOS

¿Quién pregunta y quién responde?

En el análisis de las 13 sesiones se han recopilado un total de 733 preguntas existiendo una gran diferencia en el número de preguntas formuladas por el profesorado ($n = 606$) y el alumnado ($n = 127$). Hay que tener en cuenta que algunas de las preguntas corresponden a la reformulación de preguntas anteriores o a dudas que surgen sobre las mismas. También hay que señalar que se han contabilizado todas las preguntas recogidas en las grabaciones, aunque en ocasiones profesorado y alumnado no eran conscientes de algunas de ellas durante el desarrollo de la clase (debido a que eran preguntas retóricas, al alboroto general o a que la atención estaba puesta en otros estudiantes, etc.).

Centrándonos en las preguntas planteadas por el profesorado ($n = 606$), se observa que han sido normalmente respondidas por el alumnado ($n = 480$) y pocas se han quedado sin contestar ($n = 65$). Exceptuando el alumno/a 21, que no ha contestado nunca a las preguntas planteadas por el profesorado, el resto de estudiantes ha contestado a cuestiones planteadas en clase en algún momento, resaltando el alumno/a 11, por ser el que más preguntas ha contestado en el conjunto de las sesiones ($n = 60$).

En cuanto a las planteadas por el alumnado ($n = 127$), destaca el alumno/a 20 por ser quien más preguntas ha realizado ($n = 24$) y los alumnos/as 1, 13, 21, 24 y 25 por no plantear nunca ninguna. Además, resulta llamativo que buena parte de ellas han surgido como respuesta a otra pregunta, siendo principalmente respuestas con entonación interrogativa que buscan la aprobación del profesorado. El alumno/a 11 el que más preguntas ha hecho de este tipo ($n = 48$). Es también interesante señalar que prácticamente todas las preguntas que ha planteado el alumno/a 20 pueden englobarse dentro de las que se han considerado “con potencial”, esto es, aquellas preguntas que resultan de interés por su relación con el tema de la Alimentación y que permiten ir más allá de una demanda de tipo declarativo. Las preguntas formuladas por el alumnado han sido contestadas principalmente por el profesorado ($n = 97$), algunas por otros estudiantes ($n = 8$), otras de forma conjunta ($n = 5$), y muy pocas se han quedado sin contestar ($n = 17$). En general, se observa que el alumnado contesta esencialmente a las preguntas que formula el

profesorado y deja casi siempre sin responder las que plantean otros estudiantes, entendiéndolo posiblemente que esa es una labor del profesorado (tabla 1).

Tabla 1. Ejemplos de preguntas planteadas por el profesorado y el alumnado en el aula y sus respuestas

SESIÓN 2			
PREGUNTAS	QUIÉN PREGUNTA	RESPUESTAS	QUIÉN RESPONDE
¿Cuál es tu bebida favorita?	Profesora	Zumo de naranja	Alumno/a 6
¿El exprimido de la naranja o el de tetrabrick?	Profesora	Tetrabrick	Alumno/a 6
¿Cuántos vasos bebes tú de agua si los cuentas?	Profesora	Pues igual 5 Yo más Yo ni idea	Alumno/a 18 Alumno/a X Alumno/a 8
¿De la botella que bebemos aquí?	Alumno/a 10	También cuenta, claro	Profesora

¿Qué tipo de preguntas se reconocen en las secuencias dialógicas?

Atendiendo a la categorización que identifica preguntas desencadenantes ($n = 108$), derivadas ($n_1 = 223$, $n_2 = 177$, $n_3 = 98$) y aisladas ($n = 127$) a lo largo de una secuencia dialógica en clase, en la tabla 2 se pueden observar algunas de ellas a modo de ejemplo.

Tabla 2. Ejemplos de secuencias de preguntas desencadenantes, derivadas y aisladas durante una sesión de clase.

SESIÓN 2				
DESENCADENANTES	DERIVADA 1	DERIVADA 2	DERIVADA 3	AISLADAS
¿Os acordáis de las preguntas que había? (en el tema tratado)	¿Cuántas veces a la semana comes (pescado)?	¿Te gusta el pescado?		
		¿Qué pescado te gusta?		
		¿Cómo puede ser salmón...?	¿Pero el salmón que creías que era?	
				¿Y el anisakis?
	¿Y fruta? (comen o no)	¿Cuántos de aquí se han traído hoy para almorzar fruta?	¿Fresas con yogur vale?	
			¿La fresa es una fruta?	
				¿En verano no va a haber mandarinas?

¿Con qué contenidos de aprendizaje conectan las preguntas?

Todas estas preguntas conectan con una amplia variedad de contenidos curriculares sobre alimentación y otros ajenos al tema. Centrándonos en los que conectan con el ámbito alimentario (figura 1) destaca que, además de hacer referencia a los contenidos que se habían programado para ser impartidos a lo largo de las sesiones, las preguntas aluden frecuentemente a otros que emergen de forma no prevista y que no son exigidos curricularmente para este curso académico, como es el caso del *Cocinado de Alimentos y Efectos en el organismo*.

Observando la figura 1, destaca que de los 22 contenidos distintos con los que han conectado las preguntas planteadas por el profesorado y el alumnado en el aula, las preguntas derivadas de nivel 1 y las aisladas son las que más contenidos diferentes han

abordado con un total de 21 cada una. Les siguen, aunque con diferencias poco significativas, las preguntas derivadas de nivel 2, que conectan con 19 contenidos, las preguntas desencadenantes (18 contenidos) y por último las preguntas derivadas de nivel 3 aludiendo a 17 contenidos. También hay que señalar que en algunos niveles de preguntas no se han abordado en ninguna ocasión 5 de los 14 contenidos que se habían impartido intencionadamente en el aula, siendo estos *Rueda de los Alimentos*, *Plato para comer Saludable de Harvard*, *Enfermedades alimentarias*, *Alergias e Intolerancias Alimentarias* e *Higiene alimentaria*. Por ejemplo, las preguntas derivadas de nivel 2 y 3 nunca hacen referencia a la *Rueda de los Alimentos* ni las preguntas derivadas de nivel 3 a las *Enfermedades alimentarias*, entre otras. Igualmente, de los 8 contenidos restantes, no se ha llegado a establecer una conexión explícita con 3 de ellos en algunos niveles de preguntas, siendo estos *Alimentación vs Nutrición* que solo ha sido nombrado en las preguntas derivadas de los niveles 1 y 2, *Efectos en el organismo* que las preguntas desencadenantes no los mencionan, pero sí las derivadas, y *Calidad alimentaria* que únicamente ha sido mencionada en las preguntas derivadas de nivel 3 y en algunas aisladas.

BLOQUES TEMÁTICOS	CONTENIDOS	PREGUNTAS				
		1	2	3	Aisladas	Desencadenantes
MARCO CONCEPTUAL ALIMENTARIO	Alimentación vs Nutrición		x	x		
	Alimentos*	x	x	x	x	x
	Nutrientes*	x	x	x	x	x
REPRESENTACIONES GRÁFICAS	Pirámide de los alimentos*	x	x	x	x	x
	Rueda de los alimentos*		x			x
	Plato para comer Saludable de Harvard*	x	x	x		x
DIETA Y SALUD	Dieta*	x	x	x	x	x
	Hábitos alimentarios*	x	x	x	x	x
	Comidas del día	x	x	x	x	x
	Efectos en el organismo		x	x	x	x
	Salud	x	x	x	x	x
ELABORACIÓN, COCINADO Y CONSUMO	Elaboración de alimentos*	x	x	x	x	x
	Cocinado de alimentos	x	x	x	x	x
	Consumo de alimentos*	x	x	x	x	x
ENFERMEDADES, ALERGIAS E INTOLERANCIAS ALIMENTARIAS	Enfermedades alimentarias*	x	x	x		x
	Alergias e intolerancias alimentarias*	x	x			x
CALIDAD, SEGURIDAD E HIGIENE ALIMENTARIA	Seguridad alimentaria*	x	x	x	x	x
	Higiene alimentaria*	x	x	x		x
	Calidad alimentaria				x	x
PUBLICIDAD ALIMENTARIA	Publicidad alimentaria*	x	x	x	x	x
	Marcas alimentarias	x	x	x	x	x
EDUCACIÓN ALIMENTARIA	Educación alimentaria	x	x	x	x	x

	Preguntas desencadenantes
	Preguntas derivadas (nivel 1)
	Preguntas derivadas (nivel 2)
	Preguntas derivadas (nivel 3)
	Preguntas aisladas

Figura 1. Marco conceptual de los contenidos sobre alimentación con los que conectan las preguntas planteadas por el profesorado y alumnado en el aula (*contenidos impartidos de manera intencionada en el aula).

BLOQUES TEMÁTICOS	CONTENIDOS	PREGUNTAS					Preguntas desencadenantes	Preguntas derivadas (nivel 1)	Preguntas derivadas (nivel 2)	Preguntas derivadas (nivel 3)	Preguntas aisladas
LA VIDA EN LA TIERRA	El ser humano	x	x	x	x	x					
	Los seres vivos	x	x	x	x	x					
TIEMPO	Momentos temporales	x	x	x	x	x					
	Estaciones del año									x	
TECNOLOGÍA Y COMUNICACIÓN	Medios de comunicación			x	x						
	Aparatos electrónicos		x	x							
SÍMBOLOS	Cantidades y Proporciones	x	x	x	x	x					
	Características morfológicas	x	x	x	x	x					
	Gramática		x	x							

Figura 2. Contenidos diferentes al tema sobre la alimentación con los que conectan las preguntas planteadas en el aula.

Respecto a los contenidos ajenos al ámbito alimentario (figura 2), se observa la aparición de preguntas relacionadas con contenidos muy diversos, como los seres vivos, las estaciones del año, aspectos tecnológicos e incluso con contenidos de otras áreas instrumentales (como Lengua y Matemáticas), al formular cuestiones relacionadas con el lenguaje, símbolos o cantidades y proporciones, entre otras.

CONSIDERACIONES FINALES

La grabación en vídeo y posterior análisis de una secuencia completa de sesiones de clase centradas en la alimentación ha permitido caracterizar el juego de preguntas y respuestas que se desarrollan durante el proceso dialógico entre profesorado y alumnado. En este caso concreto se comprueba cómo tutora e investigadora (profesorado) protagonizan el mayor número de preguntas en el aula (hasta 606 diferentes), mientras que las niñas y niños plantean muchas menos (127), y en muchos casos como consecuencia de las anteriores. Hay que destacar que las preguntas planteadas por el alumnado rara vez son respondidas por sus compañeras y compañeros de clase, ya que esperan que sea el profesorado quien resuelva sus dudas o simplemente son respuestas en forma interrogativa que buscan la conformidad del profesorado.

La identificación de más de 500 preguntas derivadas, que se formulan como consecuencia de otras preguntas desencadenantes (108), y que conectan con distintos ámbitos curriculares y de conocimiento científico (no siempre recogidos en el currículo) da una idea de la importancia de las mismas en el proceso de enseñanza y aprendizaje en Educación Primaria.

AGRADECIMIENTOS

Grupo de referencia BEAGLE Investigación en Didáctica de Ciencias Naturales (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA/UNIZAR). Cristina Gil González disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IIU/1408/2018), Programa Operativo FSE Aragón 2014-2020, Construyendo Europa desde Aragón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Freire, P. y Faundez, A. (2013). *Por una pedagogía de la pregunta: crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.

- Jacobson, M. y Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and education importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11-34. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4
- Márquez, C. y Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencia. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 63-71.
- Martins, R., Torres, J., Moutinho, S., Santos, J. y Vasconcelos, C. (2014). El cuestionamiento en la clase de Ciencias: Desde los libros de texto hasta la formulación de preguntas por los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 251-256.
- Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 95-114. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.603>

Recursos educativos *blended learning*, inclusivos y con perspectiva de género para educación STEM en primera infancia: Experiencia de co-diseño y adaptación desde Latinoamérica.

Nina Ibaceta Guerra ¹, Jennifer Venegas Espinoza ², Lorena Santos Muñoz^{1,3}, Rocío Fuentes Castro¹, José Luis Pérez Flores⁴

¹ Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM, CIDSTEM, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. yasnina.ibaceta@pucv.cl

² Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM, CIDSTEM, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Programa de Doctorado Interuniversitario en Estudios de Género: Cultura, Sociedades y Políticas, Universidad de Barcelona. jennifer.venegas@pucv.cl

³ Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM, CIDSTEM, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Centro de Formación Técnica Santo Tomás. lorena.santos@pucv.cl

⁴ Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Programa de Doctorado en Psicología, Universidad de Chile. jose.perez@pucv.cl

RESUMEN: Se realizó la adaptación de recursos educativos STEM de una fundación internacional sin fines de lucro, a un formato de enseñanza-aprendizaje combinado o *blended learning*, considerando las condiciones y desafíos de la educación a distancia en diferentes países de Latinoamérica, durante el actual escenario de emergencia sanitaria por COVID-19. Un grupo interdisciplinario de profesionales trabajó en el co-diseño de recursos educativos STEM, inclusivos, con perspectiva de género para estudiantes de entre 4 y 7 años. Cada una de las actividades fue desarrollada reconociendo y valorando el contexto y la diversidad latinoamericana. Como resultado se presenta un set de recursos innovador que contiene 12 actividades de enseñanza-aprendizaje contextualizadas a problemáticas cercanas al grupo etario, con preguntas desafiantes y experiencias que les permitan poner a prueba sus ideas, una guía para facilitadores, un documento con la alineación de las actividades a los objetivos de aprendizaje para educación infantil y recursos audiovisuales complementarios.

PALABRAS CLAVE: educación infantil, blended learning, inclusión, perspectiva de género.

ABSTRACT: STEM educational resources from an international non-profit foundation were adapted to a blended learning format, considering the conditions and challenges of distance education in different Latin American countries during the current COVID-19 health emergency scenario. An interdisciplinary group of professionals worked in the codesign of the STEM educational resources towards an inclusive and with gender perspective set aimed to students between 4-7 years old. Each of the activities was developed recognizing and valuing the Latin American context and diversity. The result

is an innovative set of resources that contains 12 teaching-learning activities contextualized to problems close to the age group, with challenging questions and experiences that allow them to test their ideas, a guide with orientations for facilitators, a document with the alignment of the activities to the learning objectives for early childhood education and complementary audiovisual resources.

KEYWORDS: early childhood education, blended learning, inclusion, gender perspective.

PRESENTACIÓN DE LA INNOVACIÓN Y ANTECEDENTES RELEVANTES

El actual escenario de crisis sanitaria debido al virus SARS-CoV-2 y la enfermedad de COVID-19, supuso grandes desafíos para la educación, debiéndose implementar diversas estrategias para posibilitar el desarrollo de aprendizajes en las y los estudiantes de todos los niveles de escolaridad (véase CEPAL y UNESCO, 2020).

Tanto la pandemia, como el contexto general de emergencia planetaria y crisis climática, han puesto en evidencia la necesidad de fortalecer la educación científica y de otros ámbitos STEM, que permitan que tanto docentes como estudiantes participen de la construcción de conocimientos y adquieran las capacidades necesarias para hacer frente a los desafíos de nuestro siglo, generando acciones para el desarrollo de soluciones innovadoras y pertinentes. En este sentido, se hace necesario pensar en la relevancia de la formación científica desde la educación inicial, que promueva el interés por la ciencia en la niñez, desde los primeros años, a través de la presentación de experiencias de enseñanza y aprendizaje que inviten al estudiantado a resolver sus propias preguntas, desarrollar su creatividad y concebirse como protagonistas y agentes de cambio (Ortiz y Cervantes, 2015).

Lo anterior implica un cambio, no sólo en los contenidos que se enseñan, sino por sobre todo en la manera de abordarlos. Si bien los cambios en las metodologías de enseñanza escolar suelen ser lentos, la emergencia sanitaria por COVID-19 ha forzado al sistema escolar a generar prácticas innovadoras para responder a las demandas asociadas a los problemas de conectividad, a la motivación del estudiantado, al uso de tecnologías de la información, y a la auto- y co-formación del profesorado (véase OECD, 2021). Dichas prácticas tienen la potencialidad de transformar la escuela, no sólo por el periodo que dure la educación de emergencia, sino que de aquí en adelante.

La innovación presentada, de nombre “Experimento blended 4+: Ciencias desde Latinoamérica”¹ corresponde a una adaptación de recursos educativos STEM, de una fundación internacional sin fines de lucro², a un formato de enseñanza y aprendizaje combinado o *blended learning* (véase Horn y Staker, 2015) que incorpora actividades con

¹ Experimento blended 4+: Ciencias desde Latinoamérica, ha sido realizado en el marco del Proyecto Experimento Blended. Un proyecto de cooperación entre Siemens Stiftung y el Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, cofinanciado por Siemens Caring Hands e. V y Siemens Stiftung, en el contexto de la Iniciativa de Educación STEM para la Innovación en Latinoamérica.

² Los recursos educativos adaptados corresponden al Programa Experimento 4+ de la Fundación Internacional Siemens Stiftung.

enfoque de educación inclusiva, con perspectiva de género y que recuperan y ponen en valor aspectos de nuestra identidad latinoamericana.

Las actividades adaptadas son parte de un programa de educación STEM, que aborda temáticas de Salud, Medioambiente y Energía, como una oportunidad de contribuir a la innovación de la enseñanza y del aprendizaje en el aula. No obstante, el formato original mostraba algunas limitantes para su implementación en el contexto de educación a distancia en Latinoamérica, tales como el no estar adaptado para su uso combinado, el requerimiento de materiales concretos para su implementación, algunas limitantes de accesibilidad y la falta de contextualización a las características del territorio. En consecuencia, la innovación presentada busca ser un recurso educativo accesible para la primera infancia, que aproxime las ciencias a cada persona, comprendiendo que, desde lo cotidiano, podemos favorecer aprendizajes científicos significativos. La adaptación se centra en equiparar las oportunidades de aprendizaje para cada estudiante, reconociendo que los problemas en el acceso a la educación, producto de la contingencia, han impactado particularmente a ciertos grupos de nuestra sociedad (CEM, 2021).

Los recursos educativos han sido co-diseñados a través del trabajo colaborativo de un equipo interdisciplinario de profesionales, conformado por una profesora de educación especial, una profesora de biología y doctora en ciencias; una profesora de biología con estudios de postgrado en género; una profesora con especialización en elaboración y edición de recursos educativos; un psicólogo con especialización en conformación de comunidades de aprendizaje; una profesora de educación primaria con especialización en indagación científica; una profesora de educación parvularia o preescolar; una profesora de educación primaria con especialización en geografía; un profesor de química; una profesora de física; un diseñador gráfico; una ilustradora; y un generador de recursos audiovisuales.

Los elementos centrales para el abordaje del co-diseño de las actividades consideran las limitaciones identificadas por docentes durante la contingencia y la necesidad de garantizar el derecho a la educación para todas y todos. Lo anterior se fundamenta en un proceso de exploración exhaustivo realizado con docentes de diferentes países de Latinoamérica, a través de la aplicación de un cuestionario diagnóstico acerca de la enseñanza de las ciencias en contexto de pandemia.

Los recursos educativos

La innovación presentada consta de 12 actividades de enseñanza-aprendizaje, agrupadas en 4 sets de recursos educativos: Nuestra Comida y los Sentidos; El Agua; La Energía; y Contaminación y Medio Ambiente (Figura 1). Además, se incluye una guía con orientaciones para facilitadores, un documento de alineación con objetivos educativos de esta etapa escolar y un set de recursos audiovisuales complementarios, disponible en un canal de *Youtube*.

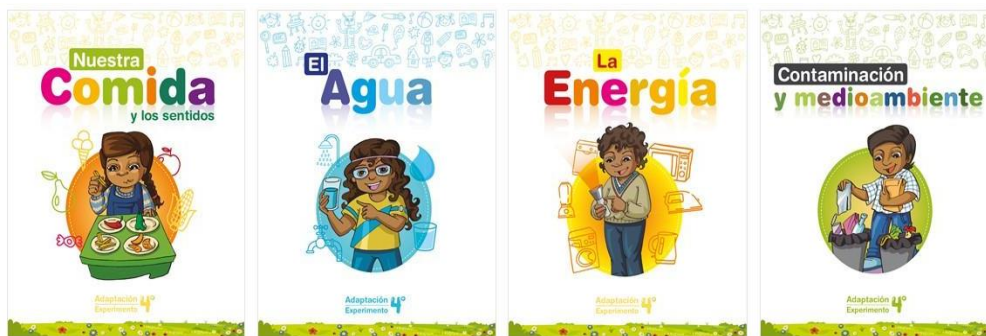


Figura 1: Portadas de los sets de recursos educativos que son parte de la innovación presentada.

Los recursos educativos están orientados para estudiantes desde los 4 a los 7 años, aunque no excluye que puedan ser utilizados en edades posteriores.

Las actividades propuestas se presentan en formato *blended learning* o combinado, considerando que quienes lo utilicen, podrían estar en el establecimiento escolar o en sus casas, y con diferentes niveles de conectividad. En este sentido, se incluye una guía elaborada en formato de lectura fácil, con orientaciones para facilitadores, que corresponde a cualquier persona que acompaña el desarrollo de las actividades, tanto docentes como familiares u otros referentes primarios. También se incorporan acciones y preguntas que motiven la participación y la valoración de las diferentes formas de vida, considerando que quienes usen estos recursos podrían estar en diversos lugares de nuestro territorio.

Aspectos que caracterizan a los recursos educativos co-diseñados

Lo *blended learning*: Las características de estos recursos educativos permiten usarlos de diversas formas: pueden ser utilizados como material digital o como material impreso, en color o en blanco y negro. Al ser utilizado de forma impresa, permite al estudiantado poder registrar sus respuestas, dibujar, recortar o pegar distintos elementos que le permitan interactuar con el material y en su formato digital, las y los estudiantes podrán registrar sus respuestas empleando cuaderno de apuntes u otro medio afín, y, además, podrán acceder a una serie de recursos audiovisuales complementarios. Como parte de la estrategia *blended learning*, las actividades y experimentos sugeridos están diseñados para favorecer los niveles de autonomía del estudiantado, considerando las diversas habilidades que puedan poseer dentro de su rango etario, así como el acompañamiento que pueden recibir en el contexto de educación a distancia. La innovación presentada considera al estudiantado como protagonista, dando espacio para el reconocimiento y validación de sus experiencias, pensamientos y preguntas. Las actividades consideran el uso de materiales de fácil acceso, diversos y que puedan ser adaptados a las posibilidades de cada familia o de cada establecimiento educacional.

La relevancia del contexto: Los recursos educativos desarrollados buscan favorecer la comprensión de nuestro entorno, de nuestro contexto más cercano, de las diversas formas de vida y de las distintas maneras para proteger el medio ambiente y aportar a la solución de las problemáticas locales.

Cada guía de trabajo incorpora la presentación de problemas propios de nuestro contexto, interpelando al estudiantado a proponer ideas, a contar lo que conocen, y a diseñar o a realizar experiencias experimentales que les permitan someterlas a prueba. Al final de cada secuencia, se presentan ejemplos de situaciones locales asociadas a los temas trabajados, como una forma de ampliar la perspectiva. Se han incluido aspectos de la riqueza latinoamericana: palabras, costumbres, alimentos, creencias, historias, ejemplos de actividad científica e iniciativas locales comprometidas con el cuidado del planeta.

Importancia del género y la inclusión: El diseño de cada una de las actividades busca que sean recursos educativos accesibles, inclusivos, que favorezcan y aproximen las ciencias a cada persona. A través de las experiencias propuestas se pretende equiparar las oportunidades de aprendizaje para cada estudiante y valorar la diversidad como una cualidad inherente a todas las personas.

A su vez, se incluye el uso de lenguaje inclusivo con respecto al género. Comprendemos que la lógica binaria, que hace referencia a “el o la” estudiante, puede no representar a todas las personas, por lo que hemos utilizado estrategias que permitan interpelar individualmente a cada estudiante que participe de las actividades propuestas, más que referirnos a un género definido.

Adicionalmente, se han incorporado personajes que tienen como objetivo acompañar este “viaje” de aprendizaje de las ciencias por Latinoamérica y aumentar la representatividad de diversas formas de vida. La idea es que estos personajes interactúen con el estudiantado, permitiendo su identificación y reconocimiento, ya sea por sus características físicas, las acciones que realizan, las preguntas que se hacen, los lugares en donde viven, entre otros aspectos relevantes.

Secciones: Cada set de recursos educativos cuenta con diversas actividades que tienen una estructura común, incluyendo las siguientes secciones: Relato o situación; Problema o pregunta; Materiales; Experimentación; Qué aprendimos; e Investiguemos un poco más. Además, dado que este material está pensado para estudiantes que, posiblemente, aún no han accedido al aprendizaje de la lectura o se encuentran en proceso de desarrollo, se incorporó el uso de diferentes íconos que les permitirán identificar las acciones que deben realizar en cada apartado de las actividades (véase Figura 2).

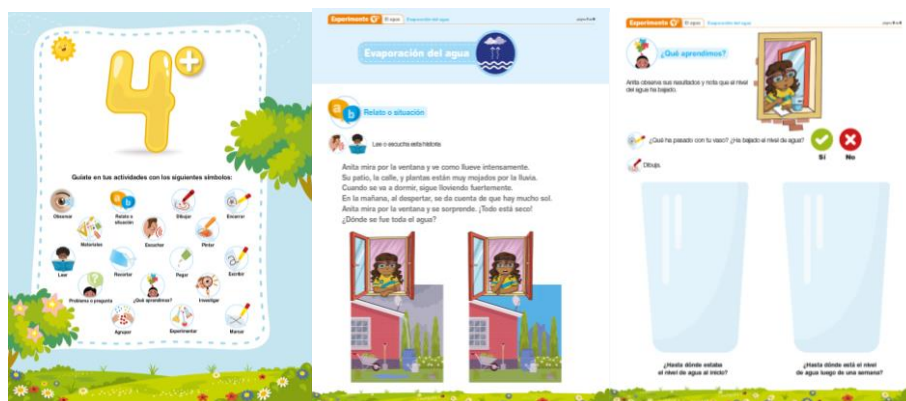


Figura 2: ejemplo gráfico de los recursos educativos co-diseñados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Centro de Investigación Avanzada en Educación, Centro de Educación Inclusiva, Eduglobal (2020). *COVID-19 Nuevos Contextos, Nuevas Demandas y Experiencia Docente en Chile. La enseñanza vivida por 2.205 docentes de establecimientos educacionales del país*, UNESCO, <http://eduinclusiva.cl/wp-content/uploads/2020/10/CIAE-COVID-VFinal-1.pdf>
- Centro de Estudios MINEDUC, CEM (2021). *Efectos de la suspensión de clases presenciales en contexto de pandemia por COVID-19*. Evidencias 52. Santiago, Chile. https://centroestudios.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/100/2021/05/EVIDENCIAS-52_2021.pdf
- CEPAL-UNESCO (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*, Naciones Unidas, https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/S2000510_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Horn, M. and H. Staker. 2015. *Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools*. San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2021). *The state of school education: One year into the COVID pandemic*, editorial OECD, <https://doi.org/10.1787/201dde84-en>
- Ortiz, G. y Cervantes, M. L. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10-23. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v9i17.788>

Reflexiones CTSA entorno a los bioelementos en la alimentación saludable en estudiantes del grado cuarto.

Luisa María Acosta García¹, Yurani Andrea Ramírez Flórez², James Stevan Arango Ramírez³

¹ Universidad de Antioquia. lmaria.acosta@udea.edu.co

² Universidad de Antioquia. yurania.ramirez@udea.edu.co

³ Universidad de Antioquia. james.arango@udea.edu.co

RESUMEN: Para el desarrollo de esta investigación, se diseñó una propuesta pedagógica basada en el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996), que consta de una serie de actividades enfocada hacia la identificación y el reconocimiento de los bioelementos, su importancia, los alimentos que los contienen y su función en el cuerpo humano, además, de promover compromisos y la toma de decisiones, acciones responsables por parte de los estudiantes en relación con hábitos alimenticios saludables. En relación con aspectos de orden metodológico, desde el paradigma cualitativo optamos por el estudio de caso instrumental según Stake (1998). Finalmente, y en relación con los hallazgos y conclusiones de este estudio, podemos decir que es una propuesta pedagógica asertiva, donde se logra evidenciar significativamente la apropiación de las estudiantes referente a conceptos científicos desde los cuales puede establecer relaciones y tomar decisiones adecuadas y argumentadas en el reconocimiento de los bioelementos.

PALABRAS CLAVE: Bioelementos, CTSA, Alimentación Saludable, Pensamiento científico.

ABSTRACT: For the development of this research, a pedagogical proposal was designed based on the Learning Cycle of Jorba and Sanmartí (1996), which consists of a series of activities focused on the identification and recognition of bioelements, their importance, the foods that contain them and their function in the human body, in addition to promoting commitments and decision making, responsible actions by students in relation to healthy eating habits. In relation to methodological aspects, from the qualitative paradigm we opted for the instrumental case study according to Stake (1998). Finally, and in relation to the findings and conclusions of this study, we can say that it is an assertive pedagogical proposal, where it is possible to significantly evidence the appropriation of the students regarding scientific concepts from which they can establish relationships and make appropriate and argued decisions in the recognition of bioelements.

KEYWORDS: Bioelements, STSE, Healthy nutrition, scientific thought.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la revisión de los Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales (2006) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (2015) de la educación primaria en Colombia, se puede decir que solo hasta el grado quinto de primaria se empieza a reflexionar con los estudiantes sobre la alimentación saludable y “balanceada” en relación con el concepto

de digestión. Sin embargo, a partir de los grados sexto y séptimo en la secundaria, se pretende que los estudiantes tomen decisiones sobre su alimentación. Como investigadores, se considera problemático que se dejen de lado conceptos tan importantes como lo son los Bioelementos y las Biomoléculas, pues resultan ser claves para comprender la composición química de los alimentos y poder tomar decisiones responsables e informadas a partir del desarrollo del pensamiento científico.

Igualmente, desde reflexiones como investigadores, se considera que la enseñanza de las ciencias no se puede limitar al aprendizaje de conceptos, por tanto, se tiene en cuenta el enfoque CTSA para promover en los estudiantes reflexiones sobre la alimentación, pues en concordancia con Arango (2021) En Colombia aunque se incorporan indicadores CTS, estos son muy limitados a problemáticas generales en relación con la identificación y reconocimiento de estas, pero no se enfocan hacia la toma de decisiones y acciones responsables por parte de los estudiantes.

MARCO TEÓRICO

En primer lugar, presentamos la perspectiva desde la cual entendemos el término Bioelementos y según Flores (s.f.) estos son: componentes orgánicos que forman parte de los seres vivos. El 99% de la masa de la mayoría de las células está constituida por cuatro elementos, Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O) y Nitrógeno (N), que son mucho más abundantes en la materia viva que en la corteza terrestre. Se agrupan en tres categorías: primarios, secundarios y oligoelementos (p.2).

Es importante destacar que la posibilidad de que los estudiantes cambien sus hábitos alimenticios debe estar basada en conocimiento científico, por ello, para esta investigación es clave el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes, este tipo de pensamiento lo definimos como un razonamiento enfocado en saberes y reflexiones propios de la ciencia y se basa en la curiosidad, escepticismo, la observación y el trabajo experimental de fenómenos científicos; Tiene que ver con la capacidad de los seres humanos para formular ideas y representaciones objetivas que lo lleven a la resolución de problemas reales. Arillo, et al. (2015) mencionan que se busca que los estudiantes “aprendan conceptos básicos, y también procedimientos, actitudes y valores propios del trabajo científico, a que sean capaces de utilizar todas sus potencialidades para predecir y explicar determinados fenómenos, y a que disfruten con la ciencia” (p.8).

Reflexiones CTSA En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales

Además de los Entornos Vivo y Físico que se encuentran en los Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales, tenemos toda una columna dedicada a Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS-. En una revisión realizada de los contenidos que se pueden abordar desde la perspectiva tradicional del enfoque. Waks (1990) plantea la alimentación y salud humana como un aspecto fundamental en la enseñanza de las ciencias. Con base en el anterior listado de contenidos CTS tradicionales, se ponen en negrita los que se consideran asociados con el tema central de esta investigación “los Bioelementos y la alimentación saludable” como asuntos que se deberían estudiar en Colombia pues el enfoque CTS tradicional está vigente en los Estándares Básicos por Competencia.

Para Waks, (1990) este enfoque tiene como propósitos: potenciar la responsabilidad, desarrollando en los estudiantes la comprensión de su papel como miembros de la sociedad, ejercitar a los estudiantes en la toma de decisiones y en la solución de problemas, buscar la integración, haciendo progresar a los estudiantes hacia visiones más amplias de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan cuestiones éticas y de valores.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo esta investigación se diseñó y aplicó una propuesta pedagógica para abordar el tema de los bioelementos con un grupo de treinta y cinco estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa Comercial Antonio Roldan Betancur en el municipio de Bello, Antioquia. Dicha propuesta, se basa en el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996). Estos fueron los cuatro momentos:

- 1. Indagación de conocimientos previos:** Se realizó con los estudiantes una serie de actividades que permitieron el reconocimiento de ideas y nociones bases que tienen los participantes respecto al tema central.
- 2. Introducción de nuevos conceptos:** Se realizaron actividades teniendo en cuenta los hallazgos anteriores y las experiencias propias de los participantes.
- 3. Estructuración y síntesis:** Se implementaron actividades desde la literatura y el juego que favorecieron la estructuración del conocimiento alrededor de los bioelementos y su importancia en la salud y nutrición.
- 4. Evaluación formativa:** Esta se realizó respetando las individualidades del desarrollo y seguimiento juicioso de los procesos, de manera ética y permanente, valorando la participación activa de los estudiantes, la claridad en los conceptos trabajados y la reflexión acerca del cuidado de la salud.

Instrumentos para el registro y análisis de la información

Cada una de las sesiones de clase fueron registradas en formato de audio y video, posteriormente fueron transcritas, manteniendo la fiabilidad en el discurso de cada estudiante, asignando a cada una de ellas un seudónimo; los enunciados fueron tratados como unidades de análisis y las actividades en las cuales surgieron se consideran como unidades de contexto de acuerdo al análisis de contenido de Pinuel (2002). La selección de los enunciados se basó en las categorías de análisis que se construyeron a partir de los objetivos específicos de investigación, las cuales están en las tablas 1 y 2.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación, se presentan 2 ejemplos por categoría para ilustrar algunos de los hallazgos realizados con sus respectivas interpretaciones. En la Tabla 1, correspondiente a la introducción de nuevos conceptos y en la Tabla 2, asociada a la evaluación formativa.

Tabla 1. Análisis de enunciados de los estudiantes que incluyen reflexiones en torno a la alimentación saludable basada en los Bioelementos.

ACTIVIDAD	ENUNCIADO	ANÁLISIS
Ciclo de aprendizaje: Introducción de nuevos conceptos ¿Qué es un bioelemento y por qué son necesarios? ¿Cómo hacemos para adquirirlos?	Es algo necesario y normal para el desarrollo de un animal. Están divididos en tres grupos y el Potasio está en la banana, las frutas, los plátanos y algunas verduras.	Entre los enunciados destacados, en donde cada una de las estudiantes menciona lo que entienden por el concepto de bioelemento, se puede concluir que por medio las indagaciones previas y el video observado, se presenta una comprensión general sobre el significado del término y una asociación a los alimentos que consumen en su vida diaria, el más común entre las respuestas fue el calcio.

Tabla 2. Análisis de configurados en propuestas y acciones que lleven a cabo los estudiantes respecto a la alimentación saludable

ACTIVIDAD	ENUNCIADO	ANÁLISIS
Ciclo de aprendizaje: Evaluación formativa ¿Qué aprendieron y qué acciones son necesarias para aplicar lo aprendido, se comprometen a mejorar sus hábitos alimenticios?	Aprendí sobre los alimentos, jugar con los alimentos, el sentido que tiene alimentarse saludablemente y los bioelementos. Ojalá uno pudiera elegir siempre los alimentos	En relación con los aprendizajes, en general las estudiantes se dieron cuenta de un asunto clave que es la alimentación saludable y sobre todo el reconocimiento de esta mediante el contenido nutricional de los alimentos en asociación con los Bioelementos. Aunque no es muy explícito el compromiso o las acciones en todos los casos, recordamos que hay un compromiso por escrito que todas las estudiantes firmaron; pero sí destacar que algunas expresan preocupación por lo que comen e incluso la disponibilidad de ciertos alimentos claves en una buena alimentación.

CONCLUSIONES

Consideramos que la elección del Ciclo de Aprendizaje fue adecuada desde el punto de vista didáctico, se evidencia en los estudiantes cierta evolución tanto conceptual como de pensamiento científico, sobre todo; teniendo en cuenta, que el tema de los Bioelementos no está en los estándares ni en los DBA, pero que a su vez se vincula con contenidos relacionados con la alimentación.

En relación con las reflexiones en torno a la alimentación saludable basada en los Bioelementos, podemos concluir que al reconocer que existen y su función en el cuerpo humano, las estudiantes reconocieron la existencia de los Bioelementos y la importancia de consumir determinados alimentos para tener una buena salud y evitar enfermedades. Respecto a las propuestas y acciones responsables, resaltamos en primer lugar el compromiso establecido por las estudiantes y sus familias de difundir la información y llevar a cabo hábitos de alimentación saludable, en segundo lugar, se espera que en el futuro ellos comiencen a establecer relaciones entre su conocimiento sobre los Bioelementos, la alimentación y la importancia del cuidado de la salud por medio del consumo consciente y responsable en la cantidad y los tipos de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arango, J. S. (2021). Reflexiones CTSA y el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas para el desarrollo del activismo sociopolítico en las clases de Ciencias Naturales. DOI: 10.13140/RG.2.2.35383.65445
- Arillo, M., Martín, R., & Martín, P. (2015). Talleres para enseñar Química en Primaria (1st ed., pp. 1-35). España: Universidad Complutense de Madrid.
- Flores, E. (s.f.) Los bioelementos básicos de la vida. Recuperado de: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n2/e2.html>

- Jorba, J y Sanmartí, N (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Barcelona. Ministerio de Educación y Cultura.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos por competencias: en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanía. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles340021_recurso_1.pdf
- Piñuel, J. L. (2002) Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. Estudios de Sociolingüística. 3(1), 1-42. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Extraído el 16 de enero de 2006 de <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf>
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria - PESA – Centroamérica (2011) Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos 3ra Edición
- Stake, R. E. (1998). Investigación con estudio de casos. Ediciones Morata.
- Waks, L.J. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): Ciencia, Tecnología y Sociedad, pp. 42-75. Barcelona: Anthropos.

Supporting early years science education during COVID-19 crisis

Sabela F. Monteiro¹, Christina Siry², Sara Wilmes³, Maiza Trigo⁴, Kerstin Te Hessen⁵, Ragnhild Barbu⁶

¹ Universidade de Santiago de Compostela; University of Luxembourg.

sabela.fernandez.monteira@usc.es

² University of Luxembourg. Christina.Siry@uni.lu.

³ University of Luxembourg. sara.wilmes@uni.lu

⁴ University of Luxembourg. maiza.trigo@uni.lu,

⁵ University of Luxembourg. kerstin.tehesen@uni.lu

⁶ University of Luxembourg. ragnhild.barbu@uni.lu

RESUMEN: En esta propuesta, se discuten las iniciativas impulsadas por el SciTeach Center (University of Luxembourg) en respuesta a la crisis causada por COVID-19, con énfasis en el análisis de los recursos *A/B-Wochen*. Los recursos se desarrollaron con los objetivos de promover la participación de niñas y niños en indagación científica y de ayudar al profesorado a adaptar sus prácticas a un escenario cambiante. Los materiales pedagógicos se publicaron en línea en mayo de 2020, cuando las escuelas luxemburguesas reabrieron en condiciones nuevas y desafiantes para profesorado, alumnado y familias. Se discute cómo las nociones de apertura, acceso e interés, tanto para profesorado como para niños y niñas están integradas en el diseño de los recursos. Enmarcar esta iniciativa dentro de los proyectos y prácticas del equipo de investigación nos permite destacar estructuras colaborativas que, eventualmente, hicieron posible la rápida transferencia de la investigación al apoyo personalizado de las necesidades de los docentes.

PALABRAS CLAVE: Adaptaciones COVID-19 / Indagación / recursos educativos / investigación responsiva.

ABSTRACT: In this proposed presentation, we aim to discuss the initiatives promoted by the SciTeach Center (University of Luxembourg) in response to the COVID-19 crisis, with a focus on the examination of the *A/B-Wochen* online resources. The resources were developed with the aim of promoting young children's engagement in science inquiry as well as supporting teachers in adapting their practices to a changing scenario. Pedagogical materials were launched online in May 2020, when Luxembourgish schools reopened under new and challenging conditions for teachers, children and families. We discuss how the notions of openness, access, and interest for both teachers and children were embedded in the design of the resources. Framing this initiative within the projects and practices of the research team allows us to highlight the collaborative structures such as distributed leadership that, eventually, made possible the quick transfer from research to adaptations tailored to support teachers' needs.

KEYWORDS: Adaptations to COVID-19 / Inquiry / educational resources / responsive research.

INTRODUCTION

The rapid expansion of the COVID-19 pandemic determined that the measures to decrease the rates of infection among and within communities were in constant change. The uncertainty associated with the day-to-day caused stress and tension in all professional fields, and especially in education settings. For teachers all over the world, the pandemic meant and continues to mean on-going adaptations of the curricula as well as professional practices, as there is the need to take care of instruction whilst ensuring equity of all students, as well as meeting health protocols. In such a changing scenario, supporting teachers, particularly for teaching science in the early years, became a focus of the work of our team. In this communication, we aim to discuss the development of research-based resources for promoting young children's engagement in inquiry in response to these challenging conditions.

FRAMEWORK: INQUIRY IN EARLY YEARS SCIENCE

Young children are capable learners, and research has shown that kindergartners can effectively engage in scientific inquiry and pursue answers to questions of their interest (e.g., Monteiro & Jiménez, 2016; Siry & Max, 2013). Moreover, early exposure to science is shown to influence the development of positive attitudes towards science (Eschach & Fried, 2005). These findings point to the importance of supporting children's engagement in science beginning in the early ages. Although young children's teachers possess assets to support science engagement (Zemba-Saul et al., 2020), science is not often taught during the early years. The literature has suggested that teachers' low self-confidence in designing instruction to engage children in science inquiry may be among the causes (e.g., Appleton, 2003). Thus, empowering teachers to build professionally from their own competencies and knowledge becomes central to ensure children's opportunities to engage in science, an objective we target with the SciTeach Center³ team's initiatives.

The team's work utilizes a structure of distributed leadership and collaboration in order to build from the diverse strengths of this multidisciplinary group of teachers, researchers, and teacher educators.

CONTEXT

The work of the SciTeach Center within the Luxembourgish context

Luxembourg is a small European state, with a history that has led numerous ethnolinguistic communities to co-exist, and with foreigners currently representing almost 50% of the country's resident population (Statec, 2021). A multicultural, multilingual country, there are three administrative languages (Luxembourgish, French and German). The school policy is multilingual, and regarding science, Luxembourgish is used as language of instruction in Early Childhood Education (ECE), and German becomes the lingua franca during Primary Education. As such, the curriculum puts an extra effort to promote language learning, with between 40% and almost 50% of lessons allocated to language learning (MENFP, 2011).

³ SciTeach Center stands for Science Teacher Resource Center (<https://sciteach.uni.lu>)

Within this multilingual context, the SciTeach Center was conceived to create and support a collaborative network for research-based professional development, particularly for the teaching of early years and primary science in this linguistically diverse context. Physically based as a resource center at a university, the SciTeach Center offers resources loan as well as an on-going program of varied professional development courses co-planned and co-taught by a team, consisting of university researchers and in-service classroom teachers. A critical and collaborative perspective permeates the team's initiatives and practices and, thus, the line of work is under continuous re-construction based on the interests and interactions between researchers, in-service teachers and teacher education students. The proposed communication draws from a multilayered study that examines the team's responses by examining the adaptations undertaken by the team as we sought to continue the Center's mission of supporting teachers by creating new remote structures for working with teachers during these times of crisis.

SciTeach Center's Group Response to Educational Challenges during the Pandemic

The COVID-19 crises led educators and policymakers internationally to work towards implementation of digital/online tools. In our context, schools closed mid-March 2020, with the implementation of distance schooling for all students. By mid-April, it was announced that students were returning to school in a blended in-person/distance structure of rotating "A" and "B" weeks of instruction. Then, in mid-June, the schools were asked to return to "normal" for the end of the school year. For each of these different stages of (de)confinement, the Center team developed different pedagogical responses, as these changing schooling circumstances imposed different targets and goals (Table 1). The first initiative was "Science-at-home" activities that were developed to support children's engagement in science while they were home which were meant to be done with little need of support from caregivers. A second initiative, "A/B Weeks", was the development of a set of resources for instruction during "A" and "B" weeks which emerged because primary teachers needed to plan activities for working with smaller groups, both in- and out-of-school. The latest initiative is "Science-Outside", and it aims to support early ages science teaching and learning that takes place outside of school buildings.

Table 1. Center initiatives by target, outcome and language.

Initiative	Science-at-home ⁴	A/B-Weeks ⁵	Science-Outside ⁶
Target	Families	Teachers	Teachers
Outcome	8 sets of activities	3 topic sets (Trees and Leaves Water Weather)	3 topic sets (Trees and Leaves School-ground Physics Human Body)

⁴ The initiative "Science-at-home" is originally named in Luxembourgish as "Science Doheem" (<https://sciteach.uni.lu/science-doheem/>).

⁵ The initiative "A/B Weeks" is originally named in German as "A/B-Wochen" (<https://sciteach.uni.lu/a-b-wochen/>).

⁶ The initiative "Science-outside" is originally named in Luxembourgish as "Science Dobaussen" (in press).

Language	1 2 3 4 5	2 4	2
----------	-------------------	-------	---

Languages: 1 = Luxembourgish; 2 = German; 3 = French; 4 = English; 5 = Portuguese.

These three initiatives led to inquiry-based and competence-oriented pedagogical resources, which were made available open access through the Center website, and the design of the A/B-Weeks materials are the focus of this paper.

o

The A/B-Weeks investigation guides contain observation-based investigations structured so that children can do them on their own with simple materials around the house, after-school care facilities, or wherever they might be spending time in B-week. In addition to Investigation Guides for students to use during B-week, we designed activities that teachers can integrate in A-week with students working individually at their own desks if the teacher wishes to. These served to build upon and extend the students' B-week science investigations and also provide a view on students' understandings. However, the B-week activities could also "stand alone" as B-week independent work for students if teachers preferred. The goal of the Investigation Guides is to support students' purposeful observation of science phenomena in an informal (B-week) setting. Objectives include making observations, asking questions, designing investigations, documenting discoveries, and finding solutions. The design was adapted to health protocols, allowing for engagement in inquiry as well as for collaborative discussions without sharing physical materials. These units aimed for alleviating the educational and emotional effects caused first, by the closure of the school, and later by a return to school in a different scheme. It became important to promote both children's and teachers' interest in engaging in science, as well as guaranteeing the most equitable conditions possible for diverse students, so that the fact that children spent the "B" week at home or in care facilities did not affect their opportunities to learn.

In order to actually support teachers and students, three dimensions were considered in the development of the resources: openness, access, and interest. These three dimensions are aligned with our overarching goal of working towards an equitable, authentic, inquiry-oriented science education practice, and analysis has examined what structures were developed that afforded working towards those dimensions, while also enabling production within a rapid time frame. Regarding openness, the investigation guides were easily adaptable to the teachers' needs and interests and were available online from the time the schools re-opened (access). Regarding interest, the units addressed close topics and practices included in the curriculum. Similarly, regarding the students' access, they engaged in investigation using resources that were easily available at home; and regarding openness, they allowed for different ways of documentation to account for younger students who might not be fully literate yet and also for students whose first language was not the languages of instruction.

Table 2. A/B-Weeks resources' design features: openness, access and interest in relation to teacher and students.

Dimension	Teacher	Student
Openness	- Choice: each unit was conceived in such a way that the activities included could be used independently and in any order, depending on teachers' decisions. Moreover, each unit contained indications regarding its relation to the competencies in the curriculum of elementary education and suggestions for adaptations to reach as many educational levels as possible.	- Documentation: children could document their investigations by drawings and/or written words. - Questions: open-ended questions provided opportunity for children to engage with phenomena in different ways
	- Expansion: each unit contained suggestions for exploring the topics further, as well as possible integrations of activities during the A week.	
Access	-Structure: the organization of the three units was alike in order to support a intuitive usage - Timing: available online for the re-opening of the schools	- Autonomous usage: no adult presence was needed to carry out the activities – with the exception of one, in which supervision is recommended, in which a lighter is used.
	-Communication: the quick dissemination of the resources among teachers was possible due to the collaborative networks that the Centre had promoted along the years.	- Resources: in order to carry out the activities, every day materials were proposed that were readily available both at home and at care facilities. An internet connection was not needed. The resources include a student guide that the teachers could simply print it and hand to their students before the B Week.
Interest	- Topics: the units covered <i>Weather, Trees and Leaves</i> and <i>Water</i> , which are comfortable for and common among the national teaching workforce and part of the early years curriculum.	- Topics: the choice of topics aimed to promote children's explorations to make sense of the world around them. - Options: tasks included open-ended questions as well as a choice of ways to engage

DISCUSSION

First, we discuss the structures that enabled an adapted and rapid development of responses to current needs, such as the curricular materials which are the focus of this paper. Next, the evolution of the response over time is addressed.

Tailored responses to needs are possible due to collaborative structures

Collaborative structures within the group refer not merely to the research group members, but also to how the relations with in-service teachers are built. The sustained involvement over time of in-service teachers is not as mere spectators or consumers of training, but rather the Center's group structures provide a space in which they can take an active role that shapes the group's projects and the teacher education that is offered. This philosophy makes it easier for the group's response to be adapted to the needs of professionals and also enables distributed leadership within the group that makes it easier for projects to achieve success in a short time.

A/B-Weeks units: antecedents and future developments

As a consequence of the structures discussed above, both Science-at-home and the more elaborated A/B-Weeks units were thought of and developed in a short time, drawing on

research informed views on science education, with the aim of supporting the wider educational community, teachers, children and families, in changing times.

Next efforts in this line are devoted to developing investigation guides to support Science-outside. This new project seeks to provide resources for outdoors open inquiry, as the need for safer open-air spaces remains present. These resources aim to engage students and teachers in science that relates to what can be found outside as students ask questions, explore, investigate, and as they engage in learning science outside through these hands-on/minds-on processes.

Analysis has examined the development of the discussed responses that were undertaken over the course of the pandemic with perspectives from team members across national boundaries. During the pandemic the Center Team, supported by virtual meetings and virtually-supported collaborative efforts, was able to continue collaborations and discussions with members residing beyond Luxembourg. This allowed for a comparison of educational responses across national boundaries. In addition to the resource analysis presented here, the educational team was able to develop a series of virtual teacher workshops to remotely support science-as-inquiry with teachers and teachers. These remote workshops supported teachers in engaging in inquiry science from their homes. These instances developed in response to changing needs within the COVID-19 pandemic underscore that relative to the Center's overarching aim of promoting science, it is necessary to develop adapted structures, and the core Center collaborative mechanisms of shared responsibility and shared leadership supported the development of these adapted structures.

Acknowledgments to the project ESPIGA, ref. PGC2018- 096581-B-C22, funded by FEDER/Ministerio de Ciencia,Innovación y Universidades - Agencia Estatal

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Appleton, K. (2003). How do beginning Primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33, 1-25.
- Eshach, H. & Fried, M.N. (2005). Should science be taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336
- MENFP – Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle (2011). *Plan d'Études – école fondamentale*. N° spécial du Courrier de l'Éducation nationale. MENFP.
- Monteira, S. F., & Jiménez-Aleixandre, M. P (2016). The practice of using evidence in Kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232–1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- Siry, C., & Max, C. (2013). The collective construction of a science unit: Framing curricula as emergent from kindergarteners' wondering. *Science Education*, 97(6), 878–902. <https://doi.org/10.1002/sce.21076>
- Statec – Institut national de la statistique et des études économiques (2021). *Luxembourg in Figures*. Institut national de la statistique et des études économiques.
- Zemba-Saul, C., Carlone, H., & Brown, M. (2020). Flipping the Script: A Possibility-Centric Vision of Elementary Teachers and Ambitious Science Teaching. In D. Stroupe, K. Hammerness, & S. McDonald (Eds.), *Preparing Science Teachers through Practice-based Teacher Education*. (pp. 117-132). Harvard Education Press.

Tensiones docentes en el proyecto STEAM «Maquinando en el Antiguo Egipto»

Iñigo Rodríguez-Arteche¹, Germán Ros², M. Teresa Rodríguez Laguna³, M. Mercedes Martínez-Aznar⁴

¹ Universidad de Alcalá. inigo.rodriguez@uah.es

² Universidad de Alcalá. german.ros@uah.es

³ Universidad de Alcalá. mayte.rlaguna@uah.es

⁴ Universidad Complutense de Madrid. mtzaznar@ucm.es

RESUMEN: Se estudian las tensiones docentes de tres maestros tras implementar un proyecto STEAM en 4º de Primaria. Se realiza un grupo de discusión y el análisis del contenido del debate en términos de desafíos asociados a aspectos: afectivos, curriculares, estructurales, metodológicos y profesionales. Los resultados indican un predominio de interacciones de aspectos estructurales –como los recursos– con otros aspectos, y de los metodológicos entre sí. Además de tensiones específicas sobre STEAM, el proyecto conlleva las dificultades propias de las estrategias activas de enseñanza y aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: STEAM, Tensiones Docentes, 5E, Aprendizaje Basado en Proyectos, Educación Primaria.

ABSTRACT: This work analyses the teaching tensions of three teachers after implementing a STEAM project in the 4th grade of Elementary Education. A focus group and the content analysis of the debate are carried out in terms of affective, curricular, structural, methodological, and professional challenges. The results indicate a predominance of interactions of structural aspects –such as resources– with other aspects, and of methodological ones with each other. In addition to specific tensions on STEAM, the project entails the typical difficulties of active teaching and learning strategies.

KEYWORDS: STEAM, Tensions in Teaching, 5E, Project-Based Learning, Elementary Education.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la educación STEM o STEAM está atrayendo una atención creciente de los agentes dedicados al análisis y desarrollo de las reformas curriculares de las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas, así como del profesorado y de los formadores de docentes. Este interés se basa en diversos beneficios asociados a STE(A)M, que van desde la integración del conocimiento o la inclusión de la tecnología y la ingeniería desde edades tempranas, en pos de fomentar identidades científico-tecnológicas (Grimalt et al., 2021), hasta el acercamiento a problemas auténticos y socialmente relevantes (Ortiz-Revilla et al., 2020).

No obstante, unos objetivos tan ambiciosos y complejos no están exentos de dificultades (Toma y García-Carmona, 2021), como la formación docente asociada o la propia conceptualización de este movimiento pedagógico (Akerson et al., 2018). En todo caso, y a pesar de que la comprensión de la «naturaleza del constructo STE(A)M» todavía es

objeto de debate, este marco se considera prometedor para abordar el carácter complejo e integrado de estas disciplinas (objetivos, prácticas, valores, financiación, etc.), así como para propiciar una alfabetización tecnocientífica que contribuya a la justicia social y al desarrollo sostenible (Domènech, 2018; Ortiz-Revilla et al., 2020).

Desde nuestra perspectiva, entendemos la integración disciplinar y su orientación a la resolución de retos y problemas como pilares del enfoque, donde también cabría incorporar las artes. Por una parte, una imagen dinámica de estas disciplinas, en permanente diálogo y evolución, permitiría mejorar la comprensión y percepción del alumnado hacia las mismas (Grimalt et al., 2021). Por otra parte, su tratamiento problematizado favorecería el desarrollo de capacidades vinculadas a una ciudadanía plena que, además de las competencias disciplinares, incluirían otras transversales como la autorregulación, la colaboración o la creatividad (Ros et al., 2022).

MODELO STEAM-5E

Al igual que sucede con otras estrategias activas de enseñanza y aprendizaje, STEAM demanda una planificación cuidadosa de las actividades y una selección adecuada de las metodologías para implementarlas. Los objetivos propios de las disciplinas que forman parte del acrónimo se relacionan con aspectos como: la búsqueda de pruebas, la modelización y el pensamiento crítico; la construcción, el diseño y la innovación; la espontaneidad, la estética y el pensamiento divergente (Glăveanu, 2018). Por ello, la elección de metodologías debe ser coherente con la conceptualización de STEAM como enfoque integrador, y posibilitar la participación en prácticas propias de las disciplinas para construir diversos productos (Pérez-Torres et al., 2021).

Para el diseño de propuestas educativas STEAM, el grupo “Investiga, Construye y Crea” (ICC) de la Universidad de Alcalá asume el modelo STEAM-5E. Siguiendo la estrategia de Bybee et al. (2006), y tras proponer actividades iniciales para contextualizar la temática (Enganchamos), el modelo incorpora sucesivas secuencias de indagación estructurada o guiada con el fin de conectar progresivamente las disciplinas STEAM e incidir en su carácter interdisciplinar (Exploramos y Explicamos). A continuación, se plantea un proyecto transdisciplinar que permite integrar los contenidos de las diferentes disciplinas y trasladarlos a nuevos ámbitos (Elaboramos). Además, a lo largo de todo el proceso, estudiantes y docentes explicitan sus aprendizajes y sus emociones de forma verbal y gráfica (Visual Thinking) y responden cuestionarios que facilitan el análisis de sus logros (Evaluamos). Estas ideas sobre el modelo STEAM-5E se representan en la Figura 1.

TENSIONES ASOCIADAS A LOS PROYECTOS STEAM

Aprovechando el interés creciente en el enfoque STEAM y el aumento de la producción científica asociada, Margot y Kettler (2019) llevaron a cabo una revisión sistemática de la percepción del profesorado participante en este tipo de educación. De este modo, identificaron diferentes desafíos que podrían dificultar su transferencia a las aulas escolares. Entre ellos, existen desafíos afectivos (motivación y gestión emocional), curriculares (extensión e integración disciplinar), estructurales (organización escolar y

recursos), metodológicos (estrategias de enseñanza-aprendizaje y cambio de roles) y profesionales (formación docente y apoyo).

Por su parte, autores como Domènech (2018) o Pérez-Torres et al. (2021) sugieren adoptar como marco de análisis en STEAM las «tensiones docentes». Toda actividad didáctica va ligada a unos objetivos y finalidades y, por ello, resulta complejo que una propuesta específica pueda contribuir de forma satisfactoria a múltiples indicadores de logro. Así, en este ámbito se han detectado tensiones entre la extensión y la profundidad de los contenidos curriculares abordados, entre la selección de contextos relevantes para el alumnado y contextos significativos para aprender ciencia (Pérez-Torres et al., 2021) o entre el abordaje y evaluación de descriptores curriculares específicos y su integración transdisciplinar (Toma y García-Carmona, 2021). Así pues, resulta necesario evaluar este tipo de tensiones y hacerlo en relación con propuestas didácticas específicas.



Figura 1. Modelo STEAM-5E: estructura, metodologías y organización del aula. Antes del proyecto transdisciplinar, se abordan diversas secuencias de indagación para conectar progresivamente las disciplinas STEAM

OBJETIVO

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre el diseño y análisis de actividades escolares STEAM. En este caso, y para la propuesta didáctica *Maquinando en el Antiguo Egipto*, diseñada por el grupo de investigación ICC y transferida a Educación Primaria por docentes en activo, se plantea: «Analizar las tensiones docentes percibidas por las y los maestros en la implementación de la propuesta educativa».

METODOLOGÍA

Este trabajo es descriptivo y cualitativo, pues busca interpretar una realidad asociada a un contexto específico. Por ello, se considera un estudio de caso.

Propuesta didáctica: «Maquinando en el Antiguo Egipto»

La propuesta se desarrolla en 50 horas de clase, repartidas a lo largo de 7-8 semanas. De acuerdo con el modelo STEAM-5E, las actividades se organizan de la siguiente manera:

- Enganchamos (2 horas). Se comienza con una Gymkhana con fuerte carácter motivacional en la cual se introducen materiales manipulativos, se abordan conceptos que se usarán más adelante en el proyecto, se debaten cuestiones de género a través de las faraonas egipcias y también cuestiones éticas relacionadas con el expolio del patrimonio.
- Exploramos y Explicamos (30 horas aprox.). Se abordan contenidos de matemáticas (fracciones y decimales), ciencias (máquinas simples), música, artes (pensamiento gráfico), tecnología (programación) e ingeniería (diseño de un lector de partituras a partir de sensores infrarrojos), desde los fundamentos de sus didácticas específicas (por ejemplo, manipulación e indagación en ciencias).
- Elaboramos (10 horas). Se desarrolla el proyecto transdisciplinar y colaborativo «El traslado de Abu Simbel», donde los escolares aplican y trasladan lo aprendido a un nuevo contexto.
- Evaluamos. Se realiza de forma continua a lo largo de todo el proceso, utilizando el docente herramientas de carácter metacognitivo y valorando a través de cuestionarios el desarrollo de actitudes positivas hacia los contenidos STEAM.

RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS

Se cuenta con dos maestras y un maestro, tutores de 4º de Educación Primaria y pertenecientes a un mismo colegio público que forma parte de la red de centros STEAM de Castilla-La Mancha. Los docentes (con experiencia laboral de 24, 8 y 3 años) implementaron la propuesta educativa con los grupos-clase de 25 estudiantes a los que tutorizaban.

Para recabar los datos de percepción docente, se llevó a cabo un grupo de discusión (registrado en audio) al término de la intervención didáctica. Su duración total fue de 87 minutos. En esta entrevista grupal, el moderador planteó algunos temas de debate acerca de la valoración del proyecto y la posibilidad de replicarlo o adaptarlo en cursos futuros, distribuyó las intervenciones y solicitó su concreción, en caso de ser necesaria. Así, la conversación trató cuestiones acerca de los contenidos curriculares y su integración, las competencias disciplinares y transversales, las metodologías, los recursos o la planificación temporal, entre otras.

A continuación, se realizó un análisis del contenido de las reflexiones grupales, facilitado por el software ATLAS.ti 9. Para este trabajo se seleccionaron los episodios relacionados con «tensiones docentes» y se agruparon de forma iterativa en subcategorías, atendiendo a su contenido. Finalmente, los aspectos en tensión se agruparon en 5 categorías principales, de forma coherente con los desafíos de STEAM detectados por Margot y Kettler (2019). Estas categorías, codificadas en diferentes colores, se asocian a aspectos: afectivos (rosa), curriculares (gris), estructurales (amarillo), metodológicos (verde) y profesionales (azul). Este proceso demandó el acuerdo de los miembros del equipo investigador. Finalmente, se realizó un mapa de vínculos (Vázquez-Bernal et al., 2007) para mostrar el número de episodios o frecuencia con que se manifiesta cada tensión.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra que a lo largo del grupo de discusión se manifiestan 22 tipos de tensiones, asociadas a 52 episodios. Se constata que las categorías que más intervienen en estas tensiones son las de aspectos curriculares (en gris), estructurales (en amarillo) y metodológicos (en verde). No obstante, su comportamiento es diferente. Los aspectos estructurales interactúan o inhiben algunas características del enfoque STEAM asociadas a otras categorías, como la manipulación o la inclusión de contenidos de ingeniería. En cambio, los aspectos metodológicos a menudo manifiestan tensiones entre sí, como el debate entre plantear pocos problemas o muchos ejercicios, o aquel entre proporcionar una instrucción directa o permitir una manipulación o una resolución de retos más autónoma. Es decir, la reflexión sobre la propuesta educativa STEAM incorpora otros debates asociados a las estrategias activas de enseñanza y aprendizaje, como el andamiaje para resolver problemas o para manipular (Hmelo-Silver et al., 2007).

Para comprender mejor las características de las tensiones encontradas, la Tabla 1 recoge fragmentos del grupo de discusión para los seis tipos de reflexiones manifestadas con mayor frecuencia ($f \geq 3$). En este sentido, cabe destacar que las tensiones docentes están muy ligadas al contexto de implementación de la propuesta STEAM, pues su diseño corrió a cargo de docentes universitarios. Quizás, ello explique que la integración curricular no genere excesiva inquietud a las y los maestros del estudio, al igual que los contenidos disciplinares (con la excepción de los de Ingeniería). No obstante, las características de la intervención y la necesidad de recopilar datos e informaciones de los escolares han podido generar alguna tensión e incidir en el carácter motivador de algunas actividades (véase Figura 2).

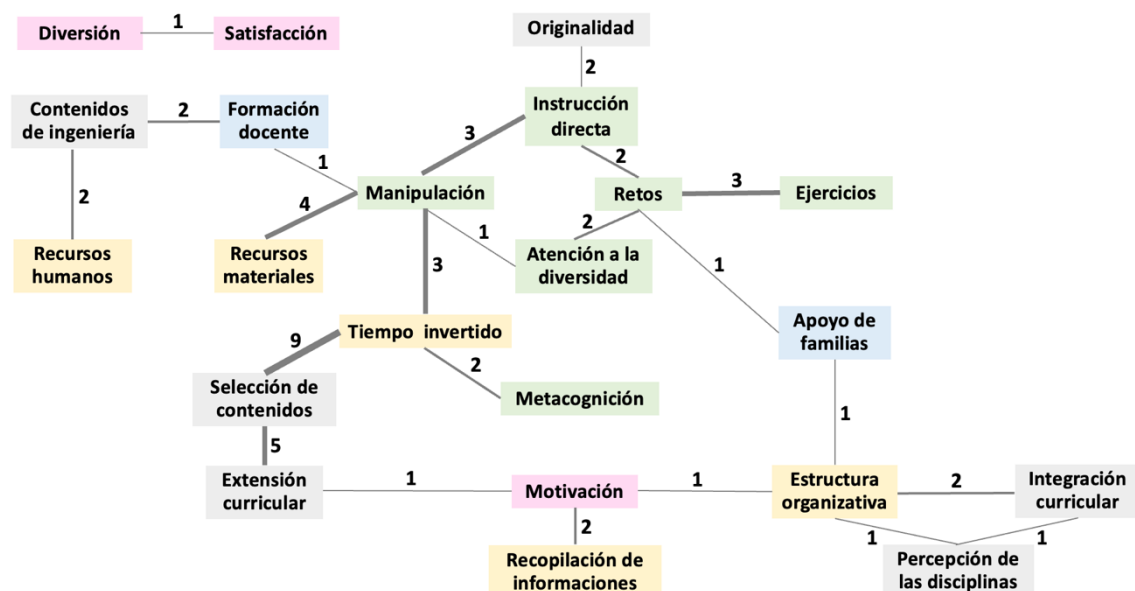


Figura 2. Mapa de vínculos para reflejar tensiones entre dos aspectos educativos. Los números indican la frecuencia (episodios) con que se manifiesta una tensión docente

Tabla 1. Ejemplos de las tensiones docentes manifestadas con mayor frecuencia

TENSIÓN DOCENTE	EJEMPLO DE REFLEXIÓN
Selección de contenidos – Tiempo invertido	«Por gustarme, sí me gustaría. Hay muchas cosas que volveremos a aplicar [...], es un enfoque muy práctico [...] pero a lo mejor, abarcar menos cosas y dedicarle más tiempo a cada una de ellas [...] más secuenciado.» [Representativo de 9/52]
Selección de contenidos – Extensión curricular	«Se ha trabajado un tema en Naturales [máquinas naturales] y normalmente en el primer trimestre se tendrían que haber dado mínimo dos...» [Representativo de 5/52]
Manipulación – Recursos materiales	«No tenemos económicamente para decir “venga, regletas o cubos para cada grupo”. Los muros de fracciones se pueden fabricar, pero los policubos no. [...] A lo mejor, con el paso del tiempo nos podemos hacer con ese material.» [Representativo de 4/52]
Manipulación – Tiempo invertido	«Hay que volver a la manipulación una y otra vez para que ellos se den cuenta [...] de que puedo hacer menos fuerza para elevar el peso situado en la polea. [...] Hay que hacerlo despacio y relajado.» [Representativo de 3/52]
Manipulación – Instrucción directa	«Hay puntos muy positivos [...] han manipulado y han entendido lo que es un plano inclinado [...] pero al poco tiempo yo considero necesario explicar y refrescar lo que es un plano inclinado [...] no sé si se les ha metido.» [Representativo de 3/52]
Retos – Ejercicios	«Una vez introducido el muro, habría que ponerles ejercicios, ejercicios y ejercicios [...] Hay que poner más ejercicios para que ellos comprueben.» [Representativo de 3/52]

CONCLUSIONES

En un contexto educativo que aboga por recurrir al enfoque STEAM, resulta necesario evaluar la percepción docente sobre este tipo de propuestas didácticas. En este trabajo, en cierto modo controlado, pues el diseño docente corre a cargo de un grupo de investigación universitario, el profesorado de Educación Primaria manifiesta múltiples tensiones docentes sobre la propuesta implementada, fundamentalmente relacionadas con aspectos curriculares, estructurales (recursos) y metodológicos. Resulta destacable que, además de las cuestiones intrínsecamente relacionadas con STEAM (integración curricular, inclusión de la ingeniería, demanda de medios tecnológicos, etc.), una parte destacable de las inquietudes se asocian a cuestiones metodológicas, propias de la metodología de indagación y de la apuesta por la manipulación. Así pues, los resultados respaldan la perspectiva compleja de la educación STEAM, que además de manifestar ciertas «problemáticas clásicas», incorpora otras nuevas. No obstante, cabe destacar que en este trabajo solo se consideran las tensiones docentes manifestadas, excluyéndose por tanto las fortalezas sugeridas en el grupo de discusión. Así pues, futuros análisis en esta línea permitirían mejorar estas propuestas y trasladar elementos de debate y reflexión a la formación inicial y en servicio del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akerson, V.L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T.A. y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1–8.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. y Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado: BSCS.
- Domènech, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29–42.
- Glăveanu, V.P. (2018). Educating which creativity? *Thinking Skills and Creativity*, 27, 25–32.
- Grimalt, C., Couso, D., Boixadera, E. y Godec, S. (2021). “I see myself as a STEM person”. Exploring high school students’ self-identification with STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 1–26.

- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. y Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Margot, K.C. y Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6, 2.
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A. y Greca, I.M. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4), 857–880.
- Pérez-Torres, M., Couso, D. y Márquez, C. (2021). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1301.
- Ros, G., Fraile, A., Calonge, A. y López-Carrillo, M.D. (2022). The design of a teaching-learning sequence on simple machines in Elementary Education and its benefit on creativity and self-regulation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(1), em2066.
- Toma, R.B. y García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65–80.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez, 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.

Validación de un instrumento de emociones sobre las ciencias naturales escolares en educación primaria

Gloria Viviana Barinas Prieto ¹, Florentina Cañada Cañada ²., Emilio Costillo Borrego ³, Francisco Elías Amórtegui Cedeño ⁴.

¹ Universidad de Extremadura. gbarinas@alumnos.unex.es

² Universidad de Extremadura. flori@unex.es

³ Universidad de Extremadura. costillo@unex.es

⁴ Universidad Surcolombiana. elias.amortegui@usco.edu.co

RESUMEN: Esta comunicación tiene por objeto describir el análisis de validez y fiabilidad de un instrumento que busca caracterizar las Emociones sobre las Ciencias Naturales Escolares en Educación Básica Primaria -EMCIPRI-, para estudiantes de Colombia. Metodológicamente para la evaluación de calidad se realizó el análisis de los parámetros psicométricos de validez (de contenido y de constructo) y de fiabilidad, a través del paquete estadístico SPSS. Participaron 89 estudiantes de tercero con edades que oscilan entre 7 y 11 años. Como principal hallazgo, la escala se concretó en 9 factores, presenta un alto coeficiente de confiabilidad (Alfa de Cronbach 0,988) y validez (KMO 0,754) concluyendo que tiene una estructuración y coherencia en su red de significados que facilitan avanzar en la comprensión del constructo aquí estudiado.

PALABRAS CLAVE: emociones, validez, fiabilidad, didáctica de las ciencias.

ABSTRACT: The purpose of this communication is to describe the validity and reliability analysis of an instrument that seeks to characterize the Emotions on School Natural Sciences in Basic Primary Education -EMCIPRI-, for Colombian students. Methodologically for the quality evaluation of the analysis of psychometric parameters of validity (content and construct) reliability, through the SPSS statistical package. 89 third graders with ages ranging from 7 to 11 participated. As main finding, the scale was specified in 9 factors, it presents a high coefficient of reliability (Cronbach's Alpha 0.988) and validity (KMO 0.754) concluding that it has a structure and coherence in its network of meanings that facilitate progress in the understanding of the construct here studied.

KEYWORDS: emotions, validity, reliability, science education.

INTRODUCCIÓN

Investigadores como Garritz y Ortega (2013), Mellado et al., (2014), indican que en la didáctica de las ciencias naturales (CN) en la escuela se ha desperdiciado el gran potencial del dominio afectivo, en especial la interrelación de las emociones en la comprensión de la enseñanza y aprendizaje; ignorándose como fuente originaria del saber, aunando la disociación en la cultura científica y la humanística y promoviendo el paralelismo entre el desarrollo de las entidades afectivo y cognitivo. Pues al no considerarse su interrelación, ha limitado la comprensión de la naturaleza holística y la identidad compleja de los sujetos, restringiendo el indagar a profundidad la relación que se establece entre afectos y el aprendizaje como una interacción cíclica existente en los procesos de construcción de conocimiento (Flores et al., 2013).

Este panorama demanda, entre otras, centrar el objetivo en la construcción y validación de un instrumento que permita caracterizar las emociones en la formación de las CN y la educación ambiental en los niños de educación básica primaria. Posibilitando, con este instrumento ofrecer insumos asociados a la comprensión de reacciones desfavorables y favorables hacia la materia, contribuir a la toma de conciencia de las emociones hacia las materia e identificar la injerencia que tienen estas en la enseñanza y al aprendizaje; brindando elementos para evaluar el impacto real a nivel epistemológico, pedagógico y didáctico del currículo en la generación de contenidos de dominio culturalmente especificados (García, 2012; Sánchez et al., 2019), pues reconoce a los sujetos desde su complejidad, subjetividad social e individual.

MARCO TEÓRICO

Las investigaciones de Dávila (2018) y Borrachero (2015), establecen tres aspectos fundantes de naturaleza endógena y exógena que posibilitan comprender como se elicitán las emociones en el área de las CN escolares, consolidando e integrando de una manera holística y sistémica la construcción del conocimiento; estas variables son:

1. *Relación estudiante- asignatura:* El gusto, la motivación se relacionan como una compleja “herramienta” que denotan, o no, el desarrollo académico en el aula de cualquier área, pues entre mayor es la implicación del estudiante mayor es también el rendimiento académico obtenido de las CN en educación primaria (Pan,2015). Esto suscita la necesidad de evaluar las emociones que generan variables como: **a)** Los contenidos curriculares asociadas al área y **b)** Las actividades prácticas como acciones en que interaccionan la información, material, la crítica, la creatividad, la fluidez verbal y receptiva, la capacidad de indagación y la convivencia social (Ladino y Fonseca, 2010)
2. *Relación estudiante-profesor:* la interrelación profesor estudiante es un proceso que cohesiona expresiones, acciones y reacciones reguladoras, como las emociones, provocando la valoración y la reflexión sobre el desempeño y las prácticas educativas. Bajo este parámetro se considera como variables para comprender este componente las emociones experimentadas hacia el profesor durante el desarrollo de: **a)** Las metodologías o manejo de los recursos, **b)** el proceso de evaluación, **c)** Relación de dependencia y juicio emitido y **d)** su actitud frente al proceso de enseñanza.
3. *Propio estudiante:* Como uno de los principales actores en el proceso de enseñanza a aprendizaje, se evalúan las emociones emergentes resultado de: **a)** Las calificaciones, **b)** La motivación que este tenga frente a la asignatura y **c)** Capacidad para el aprendizaje de la ciencia.

MÉTODO

Participantes: El instrumento se aplicó a 89 alumnos de grado tercero de básica primaria de una institución educativa pública de la ciudad de Bogotá (Colombia), de los cuales el 53 % son niñas y 47 % son niños. Sus edades oscilan entre los 7 a 11 años, con una media de 8,46 años y una desviación típica= 0,682.

Instrumentos: Se diseñó un cuestionario denominado Emociones sobre Ciencias Naturales de Primaria – EMCIPRI, que se ajustó, adaptó y estructuró considerando las propuestas de Dávila (2018) y Borrachero (2015). Este consolidó 17 ítems con nivel de tendencia positiva y negativa en 5 puntos (siendo 1 el menor y 5 el mayor nivel de la

emoción). Además, analiza el continuo de lo positivo y lo negativo de las emociones y brinda a los niños situarse en un punto determinado en amplitud de opciones y en consistencia con sus respuestas. EMCIPRI se organizó en una estructura tipo Likert en 10 escalas, las cuales indaga 5 emociones positivas tales como alegría, diversión, curiosidad, sorpresa y confianza y 5 emociones negativas como furia, miedo, tristeza, nerviosismo y aburrimiento. Estas últimas se seleccionaron a partir de un pilotaje de frecuencia de las emociones más asiduas seleccionadas y de la indagación teórica propuestas de Manassero (2013) y Damasio (2005).

Procedimiento

Validez: Este aspecto para el instrumento se desarrolló a través de: a) *Validez de contenido*. Corresponde a la evaluación y verificación por parte de expertos del contenido semántico, significancia, confiabilidad y pertinencia de las proposiciones y preguntas enunciados de cada categoría. b) *Validez de constructo*. Los datos se analizaron a través del paquete Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 25, a través de la Adecuación muestral de Kaiser- Meyer-Olkin (KMO), para verificar si es viable realizar el análisis factorial (AF), considerando la escala de interpretación de Guisande, Vaamonde y Barreiro (2013) y Prueba de esfericidad de Barlett, que sirve para analizar si las variables están correlacionadas, de acuerdo con López y Gutiérrez (2019).

Fiabilidad: analiza en el instrumento su replicabilidad en otros conjuntos poblacionales y escenarios educativos; generando confianza en el análisis estadístico y en los resultados que se derivan de esta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validez

- a. *Validez de contenido*. La valoración del instrumento por el juicio de tres expertos con formación doctoral emitió los siguientes aportes:

En cuanto la *congruencia* y *pertinencia* para el total de los evaluadores es 100% adecuada. Mientras el 86,2% afirma que la *redacción* y el *lenguaje literal* utilizado es correcto para la población sujeto. Por último, referente a la *claridad* de las preguntas, para el 87 % de los evaluadores fue comprensible, sin embargo, uno de los evaluadores sugirió el desglose de algunas preguntas (5,9 y 17), para puntualizar cada aspecto allí enunciado, esto conlleva a un aumento de 17 a 20 ítems, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías, factores e ítems finales del cuestionario EMCIPRI, luego de valoración de expertos.

CATEGORIA	FACTORES	PREGUNTA (Ítem evaluador)
Emociones producidas en la relación estudiante-asignatura.	Emociones asociadas al contenido teórico.	1. Valora las emociones positivas que has sentido en los siguientes temas vistos en CN grado (se precisan los temas del nivel)
		2. Valora las emociones negativas que has sentido en los siguientes temas vistos en CN grado (se precisan los temas del nivel)
	Emociones asociadas a las actividades prácticas.	3. ¿Qué emociones siento cuando realizo actividades como experimentos o experiencias en las clases de CN?
		4. ¿Qué emociones siento cuando realizo salidas en las clases de CN? *
	Emociones asociadas a la resolución de problemas.	5. ¿Qué emociones siento cuando me ponen retos o problemas en las clases de CN?

	Emociones asociadas a la evaluación.	6. ¿Qué emociones siento cuando presento una evaluación trimestral en las clases de CN?
		7. ¿Qué emociones siento cuando presento un quiz en las clases de CN? *
		8. ¿Qué emociones siento cuando presento una exposición en las clases de CN? *
Emociones producidas a en la relación estudiante, - profesor.	Emociones emergentes de los estudiantes y su relación frente al juicio emitido por el profesor ciencias.	9. ¿Qué emociones siento cuando mi profesor de CN realiza las explicaciones en clase?
		10. ¿Qué emociones siento cuando mi profesor de CN se acerca y me explica?
	Emociones emergentes de los estudiantes y su relación de dependencia el profesor ciencias.	11. ¿Qué emociones siento cuando mi profesor pregunta algo de CN?
		12. ¿Qué emociones siento cuando tengo alguna duda?
Emociones de diferentes aspectos relacionados con el propio estudiante.	Emociones asociadas al interés por aprender los conceptos de ciencias.	13. ¿Qué emociones siento cuando mi profesor no me resuelve una duda de los temas de CN?
		14. ¿Qué emociones siento cuando mi profesor de CN me asigna una tarea que tengo que resolver solo?
		15. ¿Qué emociones siento durante las clases de CN?
	Emociones asociadas a los resultados obtenidos a partir de los conceptos de ciencias.	16. ¿Qué emociones siento con los temas que se trabajan en CN?
		17. ¿Qué emociones siento cuando tengo que hacer algo extra para la clase de CN?
	Emociones asociadas a la preferencia por el reto.	18. ¿Qué emociones siento con mis resultados o notas en clase de CN?
19. ¿Qué emociones siento con los resultados o notas en ciencias de mis compañeros?		
		20. ¿Qué emociones siento cuando tengo que hacer una actividad que no puedo resolver en el momento?

Nota= Las preguntas con asterisco son las emergentes luego de la revisión interjuez.

b) *Validez de constructo (Medida de adecuación muestral KMO y prueba de esfericidad de Barlett)*

A partir del programa SPSS se obtuvo como resultado un KMO de 0,740 (tabla 2) que al ser mayor a 0,5 y por estar más próximo a la unidad, de acuerdo con López y Gutiérrez (2019), es una matriz apropiada, pues proyecta un valor que muestra una correlación entre las variables y da pauta para establecer que son suficientemente significativas para realizar la factorización con los datos muestrales. La significancia en Bartlett del instrumento fue de .000, lo que implica que la comparación entre la matriz de intercorrelación con la identidad, arroja que los términos de la diagonal son 1 y los demás 0, estableciendo que se puede rechazar la hipótesis nula (Pérez y Medrano, 2010), cuando la significancia da un nivel menor de 0,05, da vía para realizar el análisis de la estructura dimensional del instrumento, pues las variables están suficientemente correlacionadas debido a sus valores pequeños de significatividad.

Tabla 2. Prueba de KMO y Bartlett emitida por SPSS

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida de adecuación de muestreo	Kaiser-Meyer-Olkin	,740
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	3674,750
	GI	861
	Sig.	,000

Tabla 3. Varianza total explicada y autovalores emitida por SPSS

Factor	Varianza total explicada					
	Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	25,825	36,893	36,893	25,517	36,453	36,453
2	18,687	26,696	63,588	16,035	22,907	59,360
4	1,801	2,573	70,946	2,486	3,551	70,009
5	1,449	2,070	73,017	1,803	2,576	72,585
6	1,420	2,028	75,045	1,585	2,264	74,849
7	1,510	2,157	77,202	1,461	2,087	76,936
8	1,078	1,540	78,743	1,182	1,688	78,624
9	,947	1,353	80,096	1,030	1,471	80,096

Método de extracción: máxima verosimilitud.

La varianza común entre los ítems (tabla 3), confirma un conjunto de variables que se agrupan por atributo común en nueve factores, satisfaciendo así al principio de parsimonia y explicándose en el 80,096% de la varianza total, coincidiendo con el proceso de validez de contenido realizado por los expertos.

Fiabilidad.

EMCIPRI, presentó un valor del coeficiente de fiabilidad muy alto (0,986) y se encuentra en consonancia con los resultados encontrados en otras investigaciones ya que el análisis estadístico valida los resultados esperados (tabla 4). Así mismo, en el análisis del “estadístico total del elemento”, no se denotó un ítem que requiera algún ajuste o eliminación, destacando que los ítems tienen una alta consistencia interna debido a su alta correlación en su constructo.

Tabla 4. Análisis de consistencia interna coeficiente alfa de Cronbach.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N° de elementos
,986	260

CONCLUSIONES

EMCIPRI, puede ser un instrumento adecuado para evaluar la multidimensionalidad y fuentes de emergencia de las emociones sobre las CN escolares en educación primaria, por su alto índice de validez de contenido y de constructo que en conjunto concretan e integran los ítems en nueve factores. Su alta fiabilidad revela que es una herramienta consistente y confiable, cuyo contenido semántico y significancia son representativos por la alta correlación entre sus variables, permitiendo que la interpretación de los datos sea válida en diversidad de poblaciones infantiles de educación primaria y contextos colombianos.

Adicionalmente, este instrumento sirve de insumo a nivel nacional e internacional para evaluar las emociones sobre CN, ya que, de acuerdo con Romero et al., (2021), si bien en Colombia se ha incrementado las investigaciones asociadas, en su estado del arte revela que han sido insuficientes las publicaciones que las reconozcan como un objeto problematizador y un factor de influencia y repercusión en los procesos de formación escolar.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto GR21047, financiado por la Junta de Extremadura y el “FEDER Una manera de hacer Europa”, así como del proyecto PID2020-115214RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borrachero, A. (2015). *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria*. [Tesis doctoral]. Universidad de Extremadura. Badajoz, España
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona, España: Drakontos. <http://gredos.org/Varios/Damasio%20Antonio%20%20En%20Busca%20De%20Spinoza.pdf>
- Dávila, (2018). *Las emociones en el aprendizaje de la física y la química en el alumnado de educación secundaria. Programa de intervención emocional*. [Tesis doctoral]. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.
- Flores, D., Medina, B., Peralta, D y Rodríguez, C. (2013). Las emociones y su impacto en el aprendizaje de las matemáticas. *Actas del VII CIBEM*. <http://www.cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/489.pdf>
- García, Á. (2012). La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. *Revista Educación*, 36(1), 1-24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44023984007>
- Garriz, A., y Ortega-Villar, N.A. (2013). El aspecto afectivo en la enseñanza universitaria. Cómo cinco profesores enseñan el enlace químico en la materia condensada. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas*. Badajoz, España: DEPROFE.
- Guisande, C., Vaamonde, A., y Barreiro (2013). *Tratamiento de datos con R, STATISTICA y SPSS*. Ediciones DíazdeSantos.
- Ladino, M., y Fonseca, Y. (2010). *Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico*. Orinoquia, 14 (2), 203-210. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=896/89617716010>.
- López M., y Gutiérrez, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-14. <http://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- Manassero, A., (2013). Emociones: del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas*. Badajoz, España: DEPROFE
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garriz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., Bermejo, M.L. (2014) Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.3, p. 11-36.
- Pan, I. (2015). *Deberes escolares, aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de educación primaria*. [Tesis doctoral]. Universidades da Coruña: Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación.
- Pérez, E., y Medrano, L. (2010). Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2 (1), p. 58-66.
- Romero, Y. N., Tuay, R. N., y Pérez, M. R. (2021). Relación emociones y educación en ciencias: estado del arte reportado en eventos académicos. *Praxis & Saber* 12(28), e11173. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11173>.
- Sánchez, I., Bermejo, M., y Cañada, F. (2019). Estudio de las emociones y sus causas en la enseñanza-aprendizaje de los seres vivos en educación primaria. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. 12, p. 75-86.

¿Cómo imaginan los niños el coronavirus? Un estudio de caso en sexto de Educación Primaria

Sonia Fernández Sánchez¹, Beatriz García Fernández² y Antonio Mateos Jiménez³.

¹ Maestra de Educación Primaria. soniafernandezsanchez99@gmail.com.

² Universidad de Castilla-La Mancha. Facultad de Educación de Ciudad Real. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Pedagogía.

Beatriz.Garcia@uclm.es.

³ Universidad de Castilla-La Mancha. Facultad de Educación de Toledo. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Pedagogía.

Antonio.Mateos@uclm.es.

RESUMEN: Los microorganismos forman parte de nuestro entorno y de nuestro propio cuerpo. Sin embargo, es frecuente encontrar errores conceptuales sobre ellos en Educación Primaria, incluso tras haberlos estudiado. En el presente trabajo se ha indagado sobre cómo imaginan los niños de Primaria un microorganismo como el coronavirus. Se ha llevado a cabo un estudio de caso con una muestra de 23 niños de sexto curso de Primaria, empleando para ello un instrumento consistente en una pregunta de tipo gráfico. Los resultados muestran que los niños tienen una idea acertada sobre la forma del coronavirus, que en su mayoría no incluyen color en sus producciones y que los representan con estructuras anatómicas humanas.

PALABRAS CLAVE: Coronavirus, dibujo, educación primaria.

ABSTRACT: Microorganisms are part of our environment, and of our own body. Nevertheless, it is frequent to find misconceptions on them in Primary Education, even after having studied them. In the present work, the objective has been to find out how primary school children imagine the coronavirus. A case study has been carried out with 23 children from 6th level of Primary Education, using for this purpose a graphical instrument. The results show that children know well the form of the coronavirus, they mainly do not include color in their productions and represent it with human anatomy structures.

KEYWORDS: Coronavirus, drawing, primary education.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos forman parte del medio que nos rodea, y están presentes en numerosos procesos. Por ejemplo, intervienen en la fermentación por la que obtenemos los lácteos, y en el caso del ser humano, tenemos un importante número de ellos que conforman la flora intestinal (National Research Council, 2007). Sin embargo, pese a su relevancia, es frecuente encontrar errores conceptuales el en alumnado de Primaria sobre ellos, aún tras haberlos estudiado (Ballesteros, Paños & Ruiz-Gallardo, 2018; Ruiz-Gallardo & Paños, 2018; Molina, Paños & Ruiz-Gallardo, 2021).

De todos los tipos de microorganismos que podemos encontrar, los virus constituyen un importante grupo. Mención especial merece el coronavirus SARS-Cov-2, que ha generado una pandemia que ha impactado negativamente en la salud de la población mundial a diferentes niveles (OMS, 2021) sin olvidar la salud mental (Winkler, 2020), afectando también a los niños (Golberstein, Wen & Miller, 2020).

El SARS-Cov-2

Debido al impacto mundial de la pandemia generada por el SARS-Cov-2, la información disponible sobre este microorganismo es abundante y está presente en diferentes medios y contextos, no siempre vinculados a la educación formal. Se trata de un virus con cubierta esférica y proteínas espículas distribuidas simétricamente formando una corona (Bar-On, Flamholz, Phillips & Milo, 2020). Debido a su tamaño (100 nm de diámetro) (Bar-On, Flamholz, Phillips & Milo, 2020), solo puede ser observado con microscopio electrónico. Gracias a esta tecnología, tenemos disponibles múltiples representaciones de este coronavirus, difiriendo muchas de ellas en el color. Podemos encontrar en los diferentes medios representaciones de este en tonos rojos (color asociado al miedo) (Oberascher & Gallmetzer, 2003), morados, grises o verdes (color asociado a la repugnancia) (Oberascher & Gallmetzer, 2003), entre otros. Pero la realidad es que el microscopio electrónico emplea electrones, que son más pequeños que los fotones, para visualizar formas, estructuras y texturas de los virus (Zhou, Apkarian, Wang & Joy, 2006). Ya que la luz no se emplea para visualizarlos, no se puede observar el color, y las imágenes reales que se obtienen son en tonos grises (Weaving, 2021).

Objetivo

Debido a la importancia del coronavirus y a que los virus forman parte del currículo escolar, se plantea una investigación cuyo objetivo es identificar cómo imaginan los escolares de Primaria al final de esta etapa educativa el coronavirus.

MÉTODO

Se plantea una investigación de carácter descriptivo y naturaleza cualitativa con aproximación cuantitativa en el tratamiento de datos. Para la obtención de los datos se ha empleado un instrumento consistente en una pregunta gráfica: “Por favor, dibuja el coronavirus”.

Muestra

La muestra la constituyen una cohorte de 23 escolares, 15 niños y 8 niñas, que cursaban 6º curso de Educación Primaria un colegio de Castilla-La Mancha durante el curso académico 2020/2021. La edad media es 11.47 años, con una desviación típica de 0.57 años.

RESULTADOS

Los niños participantes dibujaron en su totalidad el coronavirus de forma esférica (Figura 1). En cuanto al color, más de un 95 por ciento no lo representa, y el único que sí lo hace, lo emplea el color verde. Algo más de la mitad de la muestra representa el coronavirus

con cara (Tabla 1), y de ellos, más de la mitad lo hacen con cara de enfado (Figura 1 a). Ninguno dejó la pregunta sin responder.

Tabla 1. Características de los dibujos realizados por los niños participantes.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	NÚMERO	PORCENTAJE (N=23)
Forma	Forma esférica	23	100.00
Color	Color verde	1	4.35
	Sin color	22	95.65
Otras características	Con corona	1	4.35
	Con cara	13	56.62
	Con sonrisa	4	17.39
	Enfadado	7	30.43
	Con mascarilla (no se aprecia la expresión)	2	8.70
	No dibuja	0	0.00

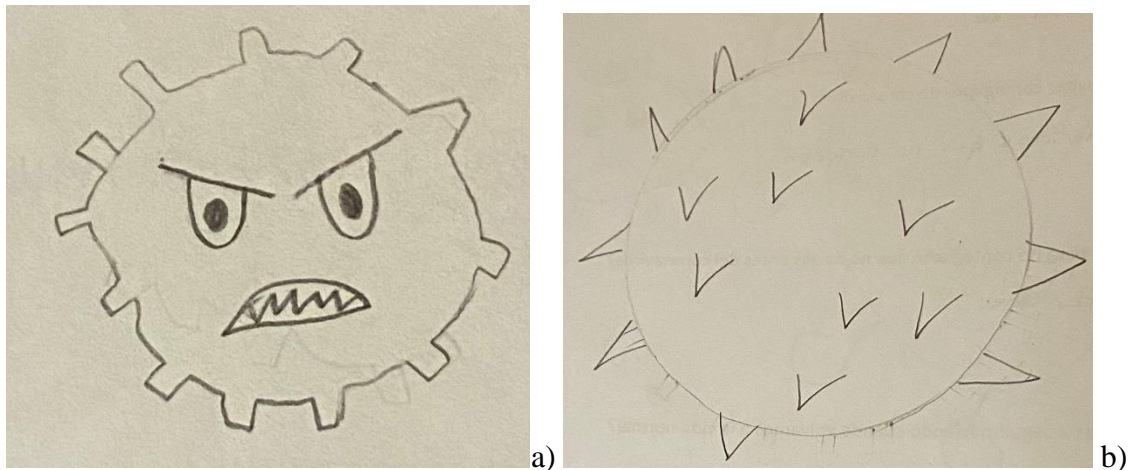


Figura 1. Ejemplos de representaciones elaboradas por la muestra participante, ambas esféricas y con proteínas espícula.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los niños participantes representaron el coronavirus con forma esférica y con sus espículas características, y de forma bastante precisa, resultados coincidentes con los obtenidos por Martinerie, Bernoux, Giovannini-Chami & Fabre (2021) en su estudio con estudiantes franceses sobre las precepciones de estos sobre el coronavirus. Ello no es de extrañar si tenemos en cuenta que la gran mayoría de las representaciones del SARS-Cov-2 que aparecen en los medios se ajustan a la forma real de este virus, con cubierta esférica y proteínas espículas distribuidas simétricamente formando una corona.

Los resultados muestran que los niños no suelen colorear sus producciones gráficas. Este resultado está en la línea de los obtenidos por Ballesteros y otros (2021), quienes pidieron a escolares de Primaria que representaran microorganismos. El único que sí ha representado el color, lo ha hecho empleando el verde, resultado coincidente también con el obtenido por Ballesteros y otros (2021), ya que estos escolares, cuando coloreaban los

microorganismos, solían emplear este color asociado a la repugnancia en términos emocionales (Oberascher & Gallmetzer, 2003). Los resultados del presente trabajo contrastan sin embargo con los obtenidos por Martinerie y otros (2021), quienes encontraron que los escolares franceses sí coloreaban mayoritariamente el coronavirus cuando lo representaban, usando el color verde principalmente cuando lo hacían. Como se ha destacado en la introducción, la tecnología de los microscopios electrónicos permite identificar formas, estructuras y texturas, pero no colores de los virus observados. Sería necesario ampliar la presente investigación para indagar sobre las razones que han llevado a los niños participantes a no colorearlos, puesto que no se les preguntó por ello, lo que constituye una limitación del trabajo.

Se destaca que más de la mitad de la muestra participante representa el coronavirus con características antropogénicas, resultados coincidentes con los obtenidos por Martinerie y otros (2021). Entorno a un diez por ciento de la muestra en el trabajo de Ballesteros y otros (2018) también representaron los microorganismos con características humanas. Un escolar representó el coronavirus con una corona, hecho que podría deberse a una interpretación errónea de su nombre.

Por todo ello, se concluye que, si bien los escolares dibujan el coronavirus de forma bastante precisa en lo que se refiere a su forma, de manera general no representan su color y suelen dibujarlo con características antropogénicas. Por tanto, parece necesario hacer hincapié en el aula, a la hora de abordar los microorganismos, y en particular los virus, en las cuestiones relativas a las herramientas que usa el ser humano para observarlos y cuáles son sus limitaciones, así como el hecho de que los microorganismos no presentan estructuras anatómicas humanas.

Es una limitación de este trabajo no haber indagado sobre las razones que han llevado a los niños a dibujar y a colorear el coronavirus de ese modo, y se plantean estas cuestiones, por tanto, como futuras líneas de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros, M. I., Paños, E., & Ruiz, J. R. (2018). Los microorganismos en la educación primaria: ideas de los alumnos de 8 a 11 años e influencia de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 79 - 98. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2018v36n1/edlc_a2018v36n1p79.pdf.
- Bar-On, Y. M., Flamholz, A., Phillips, R., & Milo, R. (2020). Science Forum: SARS-CoV-2 (COVID-19) by the numbers. *elife*, 9, e57309. DOI: 10.7554/eLife.57309.
- Golberstein, E., Wen, H., & Miller, B. F. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19) and mental health for children and adolescents. *JAMA pediatrics*, 174(9), 819-820. DOI:10.1001/jamapediatrics.2020.1456.
- Martinerie, L., Bernoux, D., Giovannini-Chami, L., & Fabre, A. (2021). Children's Drawings of Coronavirus. *Pediatrics*, 148(1), e2020047621. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-047621>.
- Molina, J., Paños Martínez, E. & Ruiz-Gallardo, J. R. (2021). Microorganismos y hábitos de higiene. Estudio longitudinal en los cursos iniciales de Educación Primaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2201. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2201.

- National Research Council. (2007). *The New Science of Metagenomics: Revealing the Secrets of Our Microbial Planet*. Washington DC: The National Academies Press. DOI:10.17226/11902.
- Oberascher, L., & Gallmetzer, M. (2003). *Colour and emotion*. En A. Hangsuebsai (Ed.). Proceedings of AIC (pp. 370-374). The Colour Group of Thailand: Thailand.
- Organización Mundial de la Salud (2021). *Coronavirus disease. Covid-19*. Disponible en: https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1.
- Ruiz-Gallardo, J. R., & Paños, E. (2018). Primary school students' conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 165-184.
- Weaving, S. (2021). Scary red or icky green? We can't say what colour coronavirus is and dressing it up might feed fears. *The Conversation*. Retrieved from: <https://theconversation.com/scary-red-or-icky-green-we-cant-say-what-colour-coronavirus-is-and-dressing-it-up-might-feed-fears-134380>.
- Winkler, P., Formanek, T., Mlada, K., Kagstrom, A., Mohrova, Z., Mohr, P., & Csemy, L. (2020). Increase in prevalence of current mental disorders in the context of COVID-19: analysis of repeated nationwide cross-sectional surveys. *Epidemiology and psychiatric sciences*, 29, e173. DOI: <https://doi.org/10.1017/S2045796020000888>.
- Zhou, W., Apkarian, R., Wang, Z. L., & Joy, D. (2006). Fundamentals of scanning electron microscopy (SEM). En Zhou & Wang (Eds.) *Scanning microscopy for nanotechnology* (pp. 1-40). Springer, New York, NY.

La Torre Almenara como eje de una Unidad Didáctica Integrada para 4º de Educación Primaria

Lucía Pérez Huelva¹, Roque Jiménez Pérez².

¹CEIP Virgen del Carmen. luciaph89@gmail.com

²Universidad de Huelva. rjimenez@ddcc.uhu.es

RESUMEN: El presente trabajo plantea una propuesta de intervención que tiene como finalidad mejorar la enseñanza – aprendizaje de ciencias en la etapa de Educación Primaria, más concretamente en un cuarto curso del segundo ciclo con 23 alumnos/as, tomando como base el diseño curricular a través de una Unidad Didáctica Integrada que fomente el desarrollo competencial del alumnado, cuyo producto final consiste en realizar una audioguía con diferentes secciones sobre la Torre Almenara de Matalascañas, trabajando así Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, entre otras áreas. Para su evaluación, se aportan el diseño de instrumentos, como la rúbrica, y se aportan plantillas para la ejecución de las actividades propuestas.

PALABRAS CLAVE: propuesta de intervención, globalizada, Educación Primaria, ciencias, currículo, Unidad Didáctica Integrada.

ABSTRACT: The present work proposes an intervention proposal that aims to improve the teaching - learning of science in the Primary Education stage, more specifically in the 2nd cycle, based on the curricular design through an Integrated Didactic Unit that promotes the development competence of the students, whose final product consists of making an audio guide with different sections about the Torre Almenara de Matalascañas, thus working Social Sciences and Natural Sciences, among other areas. For its evaluation, the design of instruments, such as the rubric, and templates for the execution of the proposed activities are provided.

KEY WORDS: intervention proposal, globalized, Primary Education, science, curriculum, Integrated Didactic Unit.

MARCO TEÓRICO

Uno de los problemas que más preocupa hoy día al profesorado de ciencias es el de la motivación de sus alumnos hacia el estudio. Esto, unido a prácticas de enseñanza escasamente motivadoras, suele conducir a climas de aula desconcertantes para el profesor (Oliva et al., 2004). El clima de aula adquiere una gran importancia, pues debe contribuir a la inmersión en la cultura científica y a favorecer el interés hacia la misma (Espadero y Vilches, 2018), superando visiones reduccionistas de la propia formación del profesorado. Como señala Garritz (2010) ‘la enseñanza de las ciencias está cargada de sentimientos, valores e ideales’ por lo que la debemos desarrollar propuestas didácticas que favorezcan una comprensión profunda de los contenidos que se van a enseñar/aprender y que los relacionen con su vida cotidiana (García – Ruiz y Orozco, 2008). Entendemos que el desafío actual para el alumnado no pasa por acceder a la

información. Aprender ciencias tiene que ver con poder darle sentido al mundo que nos rodea a través de ideas y explicaciones conectadas entre sí (Cañellas y Maldonado, 2018). Esto mismo se nos señala y especifica también desde la Orden de 15 de enero de 2021 (BOJA, 2021), por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, la que puntualiza que “en la práctica docente se desarrollarán dinámicas de trabajo que ayuden a descubrir el talento y el potencial de cada alumno y alumna y se integrarán diferentes formas de presentación del currículo, metodologías variadas y recursos que respondan a los distintos estilos y ritmos de aprendizaje del alumnado”. Para ello, los docentes deben tener un buen conocimiento del currículo actual y de herramientas para desarrollarlo, poniendo en marcha programaciones didácticas globalizadas que favorezcan el aprendizaje significativo de los estudiantes.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En base a lo anterior, se desarrolla una propuesta recogida dentro del proyecto ‘El mundo secreto’ que se llevaría a cabo en el curso 2021 – 2022 (programación didáctica anual que recoge 15 Unidades Didácticas Integradas). Un aprendizaje significativo necesita de la construcción un currículo integrado, en el que a través de las diferentes Unidades Didácticas Integradas (UDI) (denominadas así en el proyecto COMBAS, desarrollado por el gobierno en 2013 destinado a mejorar el desarrollo de las Competencias Básicas de la población escolar española, en colaboración con las CC.AA. Es un proyecto centrado en el asesoramiento y la formación del profesorado, en el propio centro educativo, para facilitar la concreción curricular), se facilite la adquisición de las competencias. La siguiente propuesta recoge una de esas UDI’s, en concreto la UDI ‘La Torre Misteriosa’, y destaca el área de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales. Puntualizamos que cada UDI incluye la aportación de las áreas troncales Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Literatura y Matemáticas (ver UDI completa en anexo I) para la producción de un producto final atractivo que despierta el interés del alumnado, convirtiéndose la aproximación interdisciplinar en una retroalimentación de conocimientos distintos (Medina y Tapia 2017).

Título UDI: La Torre Misteriosa

Temporalización: del 10 al 21 de diciembre

Justificación y producto final: El impacto del ser humano en nuestro entorno y la formación del relieve hacen que hoy en día veamos paisajes como la Torre Almenara de Matalascañas (Huelva). La presente propuesta propone la creación de una audioguía por parte del alumnado en formato Soundcloud con diferentes secciones, relacionadas con aspectos de dicho monumento natural de Huelva.

CONCRECIÓN CURRICULAR (ORDEN DE 15 DE ENERO DE 2021) DE LAS ÁREAS DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA Y CIENCIAS SOCIALES

Tabla 1. Concreción curricular de objetivos, criterios, contenidos y competencias.

OBJ.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CONTENIDOS	CC
OCN2 OCN6 OCN7	C.N.02.01. Contrastar información, plantear hipótesis sobre fenómenos naturales observados, mediante el trabajo en equipo realizar experimentos...comunicando resultados	1.4 Habilidades en el manejo de fuentes	CCL,CAA,C MCT CSYC,CD
OCN3	C.N.02.02. Conocer el funcionamiento de los órganos y sistemas que intervienen en el cuerpo humano...	2.2 Funciones ser humano (relación. y nutrición)	CMCT

OCS1	CS.02.02. Producir la tarea encomendada con pulcritud, usando vocabulario adecuado, mostrando iniciativa...usando el diálogo...	1.7 Estrategias esfuerzo y constancia	CSYC, SIEP, CAA
OCS1 OCS2 OCS4	CS.02.04 Formación del relieve y sus principales formas en Andalucía...	2.8 Relieve, formas y unidades del paisaje	CCL

TRASPOSICIÓN DIDÁCTICA: DESARROLLO DE ACTIVIDADES QUE CONTRIBUYEN AL PRODUCTO FINAL Y AL NIVEL COMPETENCIAL

Área de Ciencias de la Naturaleza

Sección que contribuye al producto final: ‘Consejos de visita’. Parte de la audioguía dedicada al consejo e información sobre los cortes de digestión y esfuerzo físico. El alumnado creará esta parte del programa llevando a cabo las siguientes actividades y ejercicios:

- Visionado en Pizarra Digital Interactiva del vídeo ‘Boticaria García: Los cortes de digestión’
- Redacción en plantilla (Anexo II) en grupos de tres de posibles cuidados para los cortes de digestión en una visita y cómo evitarlos.
- Posterior inclusión de los consejos creados por los grupos en la audioguía.
- Clase magistral con libro de texto y aparato digestivo manipulativo para estudiar la función de nutrición.
- Elaboración de un esquema individual con dibujos sobre el proceso.

Duración: 2,5 horas Ciencias de la Naturaleza

Tipo de agrupamiento: Grupos cooperativos e individual

Lugar de realización: aula.

Rol del docente: Guía y regulador proceso.

Materiales: Pizarra Digital Interactiva, plantilla, grabadora, libro texto, muñeco cuerpo humano.

Área de Ciencias Sociales

Sección que contribuye al producto final: ‘¿Cómo ha llegado ahí?’. Parte de la audioguía dedicada a dar información sobre la Torre Almenara y las características de paisaje, relieve y forma del lugar. El alumnado creará esta parte del programa llevando a cabo las siguientes actividades y ejercicios:

- Visionado de imagen de Torre Almenara en la Pizarra Digital Interactiva. El tutor/a plantea un debate en gran grupo para extraer hipótesis sobre cómo la Torre está en esa situación.
- Daremos respuesta a las hipótesis planteadas en el debate con una investigación en casa de unidades de relieve (webs facilitadas por el tutor/a).
- Elaboración individual en de una tabla con clasificación de tipos de unidades de relieve más comunes en Andalucía (Anexo II).
- Puesta en común en gran grupo en aula.
- En grupos de 3, visita web de torres ¿en qué tipo de unidades se encuentran? ¿Cómo han llegado ahí? Incluir información obtenida en la audioguía.

Duración: 2,5 horas Ciencias Sociales.

Tipo de agrupamiento: Grupos cooperativos, individual y gran grupo.

Lugar de realización: aula, casa.

Rol del docente: Guía y regulador proceso.

Materiales: Pizarra Digital Interactiva, plantilla, ordenadores, grabadora.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

De acuerdo a los criterios de evaluación extraídos de la Orden de 15 de enero de 2021, establecemos en el anexo 1 (UDI completa) rúbricas con 4 niveles de logro como plantilla para una posible evaluación del nivel competencial de nuestro alumnado, así como otros instrumentos y técnicas de evaluación de los procesos de enseñanza, aprendizaje y de la misma programación.

REFLEXIONES FINALES

Creemos pertinente señalar que el presente trabajo puede poseer ciertas limitaciones: las rúbricas, cuestionarios y actividades son elaboraciones propias a partir de modelos de otros estudios y no han sido probados. La presente comunicación se presenta como una propuesta alternativa a una metodología tradicional que segrega el aprendizaje en áreas, lejos de dotar de significado el aprendizaje del alumnado. Las tablas y otros modelos de recogida de datos son incluidas en el anexo con una finalidad de difusión e intercambio de recursos entre docentes. Hemos intentado subsanar dichas limitaciones con una densa fundamentación. Utilizar metodologías más activas, participativas y coherentes en todos sus elementos tales como: los materiales, la distribución de aula, mediación del aprendizaje, el papel docente y de los niños y niñas, es tarea de la población docente para conocer los factores inherentes a cada proceso y desarrollar una labor pedagógica eficaz y afectiva (Castro y Morales, 2015) así como conectar con las emociones del alumnado y conseguir una implicación de ambos atendiendo a la diversidad de las aulas. Como docente recalco que es importante establecer puentes entre la actividad investigativa y la docencia, otorgando una carga significativa y de utilidad a los proyectos, que ayuden a los maestros a buscar y aplicar nuevas alternativas educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballesteros, S. y García, B. (2001). *Procesos psicológicos básicos*. Madrid: Universitas.
- Cañellas, A. M. y Maldonado Galdeano, G. M. (2018). Enseñar ciencias en contextos naturales. Una experiencia en una escuela primaria pública. *Revista De Educación en Biología*, 21(1), 49–61.
- Castro, M y Morales, M. E. (2015). **Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares**. *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)*. 19 (3), 1 – 32.
- Espadero, I. y Vilches, A. (2018). Clima del aula en la Educación Científica. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 35, 59 – 76.
- García – Ruiz, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en profesores de Educación Primaria. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. 7, 539 – 558.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.
- Medina, MA y Tapia, MP (2017). El aprendizaje basado en proyectos una oportunidad para trabajar disciplinariamente. *Revista de la facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*. 46 (14), 236 – 246.
- Oliva, J.M., Matos, J., Bueno, E., Bonat, M., Domínguez, J., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las ciencias*. 22 (3), 425 – 440.
- BOJA (2021). Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se

establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas.
ANEXO I: UDI ‘LA TORRE MISTERIOSA’ COMPLETA

TEMPORALIZACIÓN 10 – 21 DIC		UNIDAD DIDÁCTICA INTEGRADA 6 LA TORRE MISTERIOSA		CICLO: 2º CURSO: 4º EP	
JUSTIFICACIÓN: El impacto del ser humano en nuestro entorno y la formación del relieve hacen que hoy en día veamos paisajes como la Torre Almenara de Matalascañas. Nuestro alumnado creará una audioguía en formato Soundcloud, en la que nos darán un montón de contenido que habrán investigado sobre ella.					
Obj.	Criterios de evaluación	Contenidos	Indicadores de Evaluación	CC	
OLCL1 OLCL2	CE.2.1. Participar en situaciones de comunicación... respetando las normas de intercambio comunicativo...	1.3 Estrategias intercambio comunicativo	LCL2.1.2. Expone las ideas y valores con claridad, coherencia y corrección...	CCL,CS YC	
OLCL4 OLCL7	CE.2.6. Leer diferentes textos de creciente complejidad... con fluidez... utilizando la lectura como fuente de placer y aproximándose a obras...	2.3 Audición y lectura poemas	LCL.2.6.1. Lee diferentes textos de creciente complejidad con fluidez...	CCL	
OLCL5 OLCL6	CE.2.10. Planificar y escribir textos tendiendo a los signos de puntuación y reglas... uso de las TIC	3.6 Normas y signos	LCL.2.10.1. Planifica y escribe, textos de géneros habituales con diferentes intenciones comunicativas...	CCL	
OLCL1	CE.2.12. Comprender y utilizar los conocimientos básicos sobre la lengua...	4.1 Det. posesivos y numerales	LCL.2.12.1. Utilizar los conocimientos... en las actividades de producción y comprensión...	CCL	
OLCL5 OLCL7	CE.2.14. Conocer y producir textos literarios utilizando recursos... distinguiendo la tradición popular y oral de la culta... con dramatizaciones...	5.2 Verso y rima	LCL.2.14.1. Conoce y produce textos literarios utilizando recursos y distinguiendo la producción literaria de tradición popular de la culta y escrita.	CCL	
OMAT2 OMAT7 OMAT8	C.E.2.2 Resolver situaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajo referidos a números y cálculos...	1.5 Problemas abiertos	MAT.2.2.2. Practica y planifica... estimaciones sobre los resultados esperados, buscando argumentos para contrastar su validez	CMCT,C AA,CSY C,SIEP	
OMAT1 OMAT3 OMAT8	C.E.2.5. Realizar operaciones utilizando los algoritmos, aplicando sus propiedades y utilizando estrategias en situaciones de resolución de problemas...	2.12 Nº decimales: representar y descomponer	MAT.2.5.2. Realiza cálculos numéricos naturales utilizando las propiedades de las operaciones en resolución de problemas.	CMCT	
OMAT5	C.E.2.10. Seguir itinerarios y describirlos en representaciones espaciales sencillas... utilizando las nociones geométricas básicas...	4.13 Recorridos de líneas rectas y curvas	MAT.2.10.2. Sigue y describe itinerarios en croquis, planos y maquetas del entorno cercano utilizando las nociones geométricas básicas...	CMCT CCL	
OCN2 OCN6 OCN7	C.E.2.1. Contrastar información, plantear hipótesis sobre fenómenos naturales observados, mediante el trabajo en equipo realizar experimentos... comunicando resultados	1.4 Habilidades en el manejo de fuentes	CN.2.1.3. Utiliza estrategias para realizar trabajos de forma individual y en equipo, mostrando habilidades para la resolución pacífica de conflictos.	CCL,CA A,CMCT CSYC,	
OCN3	C.E.2.2. Conocer el funcionamiento de los órganos y sistemas que intervienen en el cuerpo humano...	2.2 Funciones ser humano (rel. y nut)	CN.2.2.1. Conoce el funcionamiento de los órganos y sistemas que intervienen en el cuerpo humano...	CMCT	
OCS1	CE.2.2. Producir la tarea encomendada con pulcritud, usando vocabulario adecuado, mostrando iniciativa... usando el diálogo...	1.7 Estrategias esfuerzo y constancia	CS.2.2.1 Realiza las tareas individualmente o en grupo, con autonomía, y presenta los trabajos de manera ordenada, clara y limpia...	CSYC, SIEP, CAA	
OCS1 OCS2	CE.2.4 Explicar y definir las características de la litosfera y la hidrosfera... la formación del relieve y sus principales	2.8 Relieve, formas y unidades	CS.2.4.1. Explica y define las características de la litosfera y la hidrosfera y la formación del relieve y	CCL	
OE4, 5,8	CE.2.5 Distinguir diferentes texturas y el uso del espacio y del color en sus obras de forma armónica y creativa...	2.1 Producción plástica – torre	EA.2.5.1. Es capaz de distinguir diferentes texturas y el uso del color en sus obras de forma creativa...	CEC, CAA	

TRASPOSICIÓN DIDÁCTICA

	LCL	MAT	CCNN	CCSS	EA
Tarea	Hago mi guión: Elaboración del guión e inclusión de poema.	¡Ruta de Torres!: Inclusión de una ruta para la audioguía.	Consejos de visita: Cuidado con los cortes de digestión	¿Cómo ha llegado ahí?: Info sobre relieve y forma	Piedra Almenara: Figura de barro
Actividades y ejercicios	Debate en gran grupo: ¿Cómo ha llegado esa piedra ahí? Confrontación ideas y elaboración hipótesis. Lectura de poemas de Andalucía en parejas (anexo x). Elaboración posterior de un pictograma del poema elegido. Trabajo individual con libro texto y recursos tic sobre signos puntuación y determinantes. Elaboración con guía tutora y grupos de 3 de guión para audioguía incluyendo contenido de lengua trabajado.	En grupos de 3: Lectura tic con ruta de torres e historia. Búsqueda en google maps de su situación. Recreación en un tablón de cartón de la costa y señalar con chinchetas y vasos de plástico las Torres. Elaboración de una ruta de visita de las Torres sobre el cartón que incluya líneas rectas y curvas (creación de problemas abiertos al confrontar posibilidades). Trabajo en ficha nºs decimales.	¿Por qué tenemos cortes de digestión? Visionado en PDI de video (anexo x). Redacción en una plantilla en los grupos de 3 de los posibles cuidados y la forma de evitarlo. Inclusión de consejos en la audioguía. Uso de libro de texto y recursos manipulativo “el aparato digestivo” para estudiar la función de nutrición. Elaboración de un esquema individual con dibujos con el proceso.	Daremos respuesta a las hipótesis planteadas en el debate. Estudio en casa de unidades de relieve (anexo x). Elaboración en de una tabla con clasificación (dada por la tutora). Puesta en común en gran grupo en aula. En grupos de 3, visita web de torres ¿en qué tipo de unidades se encuentran? ¿Cómo han llegado ahí? Incluir información obtenida en la audioguía.	Elaboración, visionando una imagen de la Torre Almenara de Matalascañas, de un imitación con barro de la misma, acompañada de un muñeco de plastilina de uno de nuestros protagonistas de aventuras. Foto para archivo.

PLAN DE LECTURA: Aventura “LA TORRE MISTERIOSA” + PISTA TABLERO **ACCIÓN TUTORIAL:** Exposición y confrontación de ideas.
PRODUCTO FINAL: Audioguía en formato Soundcloud en grupos de 3 con contenido variado sobre la investigación llevada a cabo de las Torres Almenaras.

METODOLOGÍA

PROCESOS COGNITIVOS	TIPOS DE PENSAMIENTO	CONTEXTOS	RECURSOS
Científico: investigación, razonar, deducir. Matemático: cálculo mental, operaciones, resolución problemas, reflexión y reproducción. Comprensión lectora: comprender e interpretar.	Análítico Lógico Crítico Sistemático Analítico Deliberativo Creativo Reflexivo	Primario (contacto familia) Secundario (colegio)	Personales, ambientales, metodológicos, materiales

VALORACIÓN DE LO APRENDIDO

Rúbrica Evaluación		Escala valoración				Rúbrica Evaluación		Escala valoración				Instrumentos y Técnicas Evaluación	
C. EV	IND. EV	N1	N2	N3	N4	C. EV	IND. EV	N1	N2	N3	N4	Procesos de aprendizaje	
CE 2.1	LCL 2.1.2					CE 2.14	LCL 2.14.1					Audioguía (50%), Escala de observación (20%), Corrección de tareas (20%), Registro anecd. (10%)	
CE 2.6	LCL 2.6.1					CE 2.2	MAT 2.2.2					Procesos de enseñanza	
CE 2.10	LCL 2.10.1					CE 2.5	MAT 2.5.2					Buzón secreto; Escala de Observación de UDI'S, Diario de clase, Observador externo	
CE 2.12	LCL 2.12.1					CE 2.10	MAT 2.10.2					Programación	
						CE 2.1	CN 2.1.3					Rúbrica de criterios de evaluación de programación	
CE 2.4	CS 2.4.1					CE 2.2	CS 2.2.1						
CE 2.2	CS2.2.1					CE 2.5	EA 2.5.1						

ANEXO II

Plantilla tres cuidados para el corte de digestión

Nombre de los componentes del grupo:

LOS CORTES DE DIGESTIÓN		
Nombre tres consejos para evitarlos		

--	--	--

Modelo de tabla de clasificación de unidades del relieve en Andalucía

Alumno/a:	UNIDADES DE RELIEVE EN ANDALUCÍA
Nombre:	Descripción

Boticaria García, los cortes de digestión:

<https://www.youtube.com/watch?v=zDGBQW64DdU>

Torre de la Higuera:

https://es.wikipedia.org/wiki/Torre_de_la_Higuera

Webs para el docente:

<https://www.youtube.com/watch?v=VKVEQJkvP4s><https://www.fundacionpryconsa.es/media/El-relieve-de-Espa%C3%B1a-para-Profesores-y-Alumnos.pdf><https://cienciassocialesdeprimaria.blogspot.com/2017/10/11-juegos-y-actividades-interactivas.html>

**LÍNEA 3. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y
EDUCACIÓN PRIMARIA**

Workshop

La narración como eje para integrar STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua: el modelo SeLFiE

Ileana M. Greca Dufranc¹, Esther Sanz de la Cal¹.

¹Facultad de Educación, Universidad de Burgos. imgreca@ubu.es.

²Facultad de Educación, Universidad de Burgos. esanz@ubu.es.

RESUMEN: La creciente complejidad del mundo actual y de la sociedad en la que vivimos exige un enfoque holístico e integrador de la enseñanza y el aprendizaje en la educación primaria. En este trabajo se presenta el Modelo SeLFiE que ha sido desarrollado por un grupo de investigadores a través del proyecto ERASMUS+: Educación STEAM y aprendizaje de lenguas extranjeras en Europa (SeLFiE). El modelo retoma el enfoque de Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (AICLE) para el aprendizaje de contenidos a través de una lengua adicional y lo aplica a la enseñanza y aprendizaje de STEAM y de una segunda lengua (por tanto +L2), especialmente en un contexto europeo en el que el aprendizaje de una segunda lengua está fuertemente promovido. El modelo incorpora la narración de cuentos como el hilo conductor de las actividades STEAM+L2.

PALABRAS CLAVE: STEAM, AICLE, Educación primaria, Integración curricular, Bilingüismo

ABSTRACT: The increasing complexity of today's world and the society in which we live calls for a holistic and integrative approach to teaching and learning in primary education. This paper presents the Selfie Model which has been developed by a group of researchers through the ERASMUS+ project: STEAM Educational Approach and Foreign Language Learning in Europe (SeLFiE). The model takes the Content and Language Integrated Learning (CLIL) approach to content learning through an additional language and applies it to the teaching and learning of STEAM and a second language (hence +L2), especially in a European context where second language learning is strongly promoted. The model incorporates storytelling as the thread running through the STEAM+L2 activities.

KEYWORDS: STEAM, CLIL, Primary Education, Integration, Bilingualism.

INTRODUCCIÓN

A medida que el mundo se vuelve cada vez más complejo y la exposición de los niños al mundo se ha ampliado de una perspectiva local a una global, mayores son los retos a los que se enfrentan los docentes para hacer que el aprendizaje de las ciencias sea relevante para su alumnado. En consecuencia, desde hace años se vienen planteando enfoques pedagógicos con un planteamiento integrador de la enseñanza y el aprendizaje en la enseñanza primaria, en un esfuerzo por proporcionar una educación holística. Dentro de estos enfoques destacan las propuestas STEAM integradas, que, partiendo de problemas vivenciados como cercanos por el alumnado, involucran a los estudiantes en procesos de aprendizajes que permiten conectar el conocimiento que es relevante para ellos a través de enfoques tanto científicos como artísticos. El objetivo de este trabajo es presentar una

innovación para proporcionar una educación holística en la que, a través de la narración de cuentos y de actividades auténticas, se combina el aprendizaje de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) a través de las artes (por lo tanto, STEAM), al tiempo que involucra al alumnado en el aprendizaje de una segunda lengua (STEAM+L2). El objetivo de este enfoque es crear un entorno de aprendizaje similar al del mundo real, en el que a menudo se entrelazan diferentes áreas de conocimiento.

EL PROYECTO SELFIE

El proyecto SeLFiE - Steam educational approach and foreign language learning in Europe (2020-1-ES01-KA201-081850) es un proyecto ERASMUS+ coordinado por la Universidad de Burgos, que tiene como socios en España a la Universidad de Granada, al Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa de Burgos y a la empresa Kveloce y como socios internacionales en Malta a la Universidad de Malta y en Polonia, a la Escuela Internacional Trilingüe de Varsovia. Somos un consorcio transnacional y transdisciplinar, que une especialistas en diversas didácticas específicas: de la lengua extranjera, de las ciencias experimentales, de las ciencias sociales, de las matemáticas y de la música; además de filólogos y docentes.

El proyecto tiene dos objetivos principales: mejorar las competencias de los profesores de Educación Infantil y Primaria para el Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras y mejorar las competencias de las áreas STEAM y las competencias en lenguas extranjeras de las niñas y los niños de Educación Primaria e Infantil.

Hay dos conceptos centrales en SeLFiE: STEAM – que es el acrónimo en inglés de ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas y AICLE – acrónimo de Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras, que se integran en un modelo que hemos desarrollado y que explicaremos en el siguiente apartado. El potencial radicalmente innovador de SeLFiE es su capacidad para desarrollar la competencia lingüística en una segunda lengua mediante la integración de actividades manipulativas con lenguaje científico - que es más simple y más fácil de entender que el lenguaje literario y, además, es rico en léxico práctico - en edades entre 4 y 12 años. De esta forma se potencia el desarrollo competencial integral del alumnado.

SeLFiE trabaja con el español, el inglés y el francés como segunda lengua, para luego ampliar el modelo para el resto de lenguas de la Unión Europea. Nuestro proyecto y sus propuestas están basadas en la evidencia científica disponible y validadas en contextos reales de sala de aula, facilitando el acceso a recursos interesantes para promover el aprendizaje autónomo.

Los resultados que esperamos alcanzar con SeLFiE son:

- diseño y validación del modelo didáctico
- diseño e implementación en diversas escuelas europeas de secuencias didácticas para contextos bilingües en donde la segunda lengua sea español, inglés o francés basadas en el enfoque desarrollado
- diseño de una formación específica para que los docentes puedan aplicar el modelo en sus aulas
- producción de material para docentes y alumnos, consistente en videos, guías docentes, material para el alumnado, fichas de evaluación, material de apoyo visual, etc.

El material desarrollado hasta el momento incluye un manual didáctico para docentes sobre el modelo y las diversas metodologías, características de las asignaturas que son integradas en las propuestas didácticas; un conjunto de videos, donde el modelo y las metodologías son explicadas y ejemplificadas; un compendio con una selección de buenas prácticas integradas de ciencias y L2 desarrolladas en diversos países europeos; y una serie de nuevos proyectos didácticos desarrollados a partir del modelo pedagógico. Este material se encuentra disponible en la página web del proyecto, <https://project-selfie.eu/our-project/>

EL MODELO SeLFiE

La educación STEAM es la conceptualización de la Ciencia, la Tecnología, las Matemáticas, las Artes y la Ingeniería como una entidad cohesionada, cuya enseñanza está integrada y coordinada al aplicarse a la resolución de problemas en el mundo real, promoviendo y mejorando el aprendizaje de las disciplinas que sus siglas representan. Estas prácticas se dirigen a aumentar la exposición del alumnado a la experimentación de las ciencias, la ingeniería y la tecnología, especialmente en la escuela primaria. Esto hace que el abordaje STEAM sea una instrucción educativa transversal que posibilita el desarrollo competencial de todas las alumnas y alumnos (Greca et al., 2021; Ortiz-Revilla et al., 2021).

Por otra parte, la Unión Europea lleva mucho tiempo promoviendo el aprendizaje de idiomas como componente fundamental de la cultura europea y del diálogo intercultural. Junto con el Consejo de Europa, ha intentado promover el desarrollo de nuevos enfoques para mejorar las competencias lingüísticas de la ciudadanía europea. En este contexto surge el enfoque educativo AICLE, como un enfoque eficaz para la enseñanza de asignaturas a través de una lengua no nativa. Así, el AICLE puede considerarse como un "enfoque dual que abarca tanto el contenido lingüístico como el no lingüístico, centrándose en el "significado". Pretende desarrollar el dominio tanto de la materia no lingüística como de la lengua en la que se enseña. El enfoque AICLE se basa en la fuerte interdependencia entre la lengua y el contenido a través de la colaboración entre los profesores de la o las asignaturas y de la lengua (Eurydice, 2006, Lova Mellado y Bolarín Martínez, 2015; Sanz de la Cal et al., 2018)

El Modelo pedagógico desarrollado en SeLFiE toma los diferentes elementos de STEAM y AICLE para combinar el aprendizaje de materias STEAM con el aprendizaje de una segunda lengua. Refleja la complejidad de la realidad adoptando un enfoque integrado que implica un aprendizaje multireferencial.

En este modelo, la narración de historias, en su sentido más amplio, se utiliza como hilo conductor que motiva y compromete al alumnado a abordar un tema, conectando una investigación con otra a medida que indagan sobre diferentes aspectos incluidos en una historia o se centran en un tema concreto. La participación en investigaciones, que pueden o no llevarse a cabo en la segunda lengua, crea oportunidades en las que el alumnado puede comunicarse y colaborar mientras trabaja, y compartir sus conclusiones con otros en una lengua distinta a la materna.

Los cuentos dan sentido a la vida de las niñas y niños, ya que transmiten valores y emociones, y validan el aprendizaje (Ellis y Brewster, 2014). Así, el modelo conceptualiza la participación del alumnado de educación primaria e infantil en un proyecto, en el que desarrollan de forma colaborativa actividades y prácticas auténticas en ciencias naturales, ciencias sociales y en matemáticas (como la investigación y el diseño de ingeniería) que surgen a partir del cuento que trabajarán. La segunda lengua es

abordada con diversas actividades (lectura, escritura, representación, juegos, canciones, etc), propias de la didáctica de la L2 así como de forma natural mientras se comunican los docentes con el alumnado y el alumnado entre sí en la realización del proyecto. La tecnología puede proporcionar diferentes formas de apoyo al proceso, ya que las niñas y los niños pueden utilizarla para participar en el discurso (cotidiano y científico), en la audición y la escritura, en el uso del ordenador, la producción de imágenes, videos, etc. Esto puede lograrse mediante el AICLE, que promueve métodos activos, la gestión cooperativa del aula y hace hincapié en todos los tipos de comunicación (lingüística, visual y cinestésica). Como los conocimientos de la segunda lengua varían mucho entre el alumnado, es necesario establecer un andamiaje entre un lenguaje comprensible y un contenido accesible mediante múltiples tareas de creación de significado. De esta forma, el modelo SeLFiE promueve el compromiso auténtico del aprendizaje de una segunda lengua mediante proyectos de colaboración. La figura 1 esquematiza el modelo.



Figura 1. Modelo SeLFiE

Además, se trata de un modelo que implica la construcción social del conocimiento, ya que las niñas y los niños trabajan en grupo. También promueve el pensamiento divergente, pues deben encontrar formas innovadoras de investigar aspectos de STEM, y utilizar otro lenguaje para explicar y compartir su trabajo de forma interesante y artística. El modelo pedagógico SeLFiE representa, por tanto, un enfoque holístico del aprendizaje que refleja tanto la complejidad de la vida, que es a la vez multicultural y multilingüe, como aborda la comprensión de la auténtica complejidad del mundo natural y social.

La integración de AICLE y STEAM puede considerarse un enfoque integrador que intenta eliminar las barreras entre las asignaturas y crear conexiones claras entre ellas (Sengupta et., al. 2021). Esto también implica una "conexión" entre los profesores, eliminando las barreras que se deben a su especialización en la materia. Por ello, del mismo modo que las diferentes áreas temáticas en el Modelo Pedagógico SeLFiE se presentan de forma holística, los profesores también deben trabajar juntos para garantizar que el proyecto siga siendo uno. Esto exige la co-enseñanza (Gillespie & Israel, 2008), tanto en los casos en que los niños y las niñas de educación infantil y primaria pueden

tener más de un profesor habitual, o bien tener varios profesores especialistas que trabajan con un profesor general de la clase.

Usando este modelo se han desarrollado hasta ahora 4 proyectos en las tres lenguas – *Going on the Ice Boy adventures*, *Scape from Pompeii*, *The Guardians of the Sea*, and *The Gigantic Turnip* - que durante el curso pasado fueron implementados en 2 escuelas de España y una de Polonia, con un total de 179 niños y niñas y 10 docentes implicados.

La evaluación de esta primera implementación piloto de la unidad “*Going on Ice Boy adventures*” se realizó en los dos colegios españoles - tres docentes y 44 niños y niñas de 2º y 3º de Primaria durante el último trimestre del curso escolar 2020-2021. Los resultados de los cuestionarios de satisfacción a los docentes que llevaron a la práctica esta unidad se reflejan en la Figura 2.

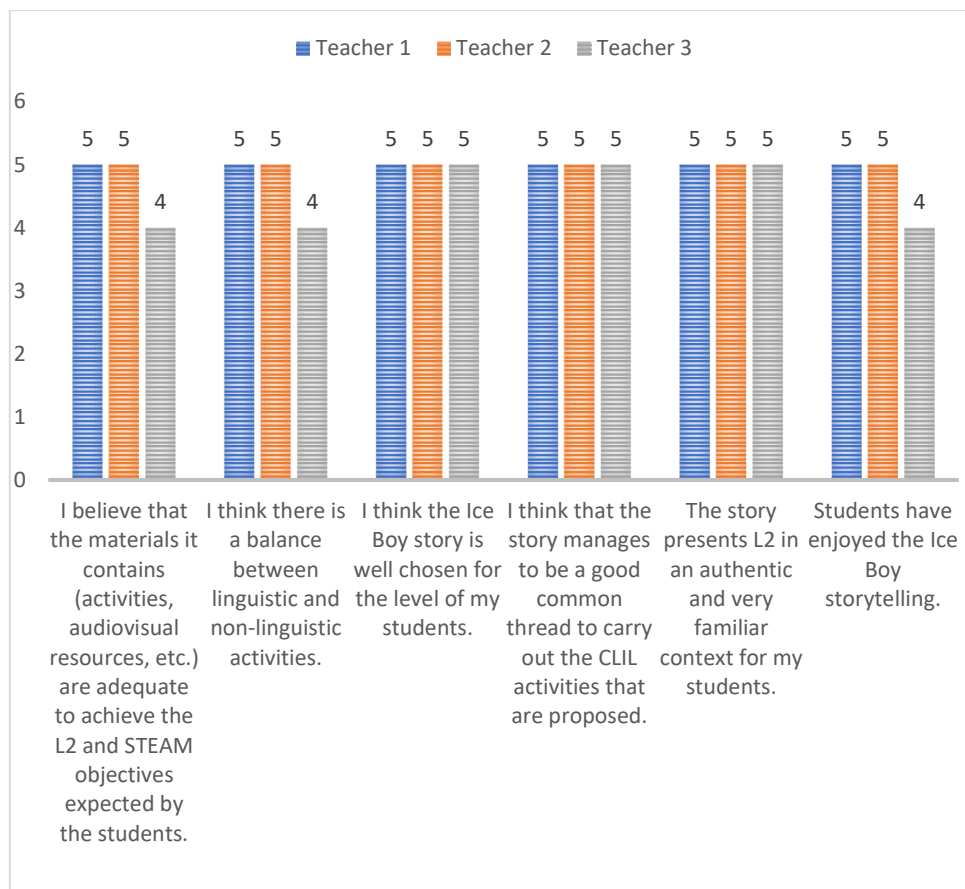


Figura 2. Valores de satisfacción de los docentes de la implementación piloto de la unidad “*Going on Ice Boy adventures*”.

Cabe destacar que ya son 25 centros educativos bilingües de España, Polonia, Malta y Reino Unido los que implementarán en los próximos meses estas unidades en Infantil y Primaria.

CONCLUSIONES,

El proyecto SeLFiE intenta suplir la necesidad de propuestas didácticas integradas multireferenciales, tanto para el aprendizaje en general en educación infantil y primaria como en el contexto de la educación bilingüe en particular. Lo hace a partir del desarrollo de un modelo pedagógico fundamentado en la evidencia científica disponible y que está siendo validado en contextos reales de sala de aula. Además del modelo, el proyecto está

desarrollando material didáctico específico, relacionado tanto con la formación en metodologías innovadoras en todas las áreas curriculares con las que se trabaja como con la producción de propuestas didácticas concretas, amplias y flexibles que pueden ser adaptadas por los docentes para su realidad particular. El gran número de centros que están adhiriendo al proyecto parece avalar la relevancia de la propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Ellis, G. y Brewster, J. (2014). *Tell it Again! The Storytelling Handbook for Primary English Language Teachers*. British Council.
- Eurydice (Eds.). (2006). *Content and Language Integrated Learning (CLIL) at School in Europe*. European Commission. Belgium.
- Gillespie, D. y Israel, A. (2008). *Benefits of co-teaching in relation to student learning*. Paper presented at the 116th annual meeting of the American Psychological Association, Boston, MA.
- Greca I. M., Ortiz-Revilla J. y Arriasecq I. (2021) Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802.
- Lova Mellado, M. y Bolarín Martínez, M^a J. (2015). La coordinación en programas bilingües: las voces del profesorado. *Aula Abierta*, 43, 2, 102-109. dx.doi.org/10.1016/j.aula.2015.03.001
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M. y Meneses-Villagrà; J. A. (2021) Effects of an integrated STEAM approach on the development of competence in primary education students, *Journal for the Study of Education and Development*, 44, 4, 838-870, 10.1080/02103702.2021.1925473
- Sanz de la Cal, E. Casado Muñoz, R. y Portnova, T. (2018). Evaluación de los programas bilingües en centros de educación secundaria de Castilla y León. En J.L. Ortega-Martín, S.P. Hughes, y D. Madrid. *Influencia de la política educativa de centro en la enseñanza bilingüe en España*. (pp. 79-92). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. British Council.
- Sengupta, P., Dickes, A. y Farris, A. V. (2021). *Voicing code in STEM: A dialogical imagination*. MIT Press

LÍNEA 4**INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y
FORMACIÓN PROFESIONAL**

**LÍNEA 4. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y
FORMACIÓN PROFESIONAL**

Comunicaciones

¿Los futuros profesores de ciencias de secundaria incluyen la sostenibilidad en sus Trabajos de Fin de Máster?

Genina Calafell Subirà¹, Mireia Esparza², Gregorio Jiménez³.

Eductis (Grupo de innovación Educació Científica, Tecnològica i per a la Sostenibilitat). Departament d'Educació Lingüística i Literària, i Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Universitat de Barcelona.

¹genina.calafell@ub.edu. gregojimenez@ub.edu.

²mesparza@ub.edu.

³gregojimenez@ub.edu.

RESUMEN: La incorporación de la sostenibilidad en los planes de estudio es una cuestión que, si bien se recoge en las diferentes leyes y tratados internacionales, cobra especial relevancia ahora con los retos futuros que se nos presentan, tal y como se evidencia en la Agenda 2030 y en la declaración de los diecisiete ODS por parte de la ONU. La formación de docentes no puede obviar esta responsabilidad y con este propósito presentamos un estudio realizado en el máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universitat de Barcelona con el objetivo de analizar como se incorpora la sostenibilidad en los TFM de las especialidades de Biología y Geología y Física y Química. Los resultados indican que la sostenibilidad se asocia sobre todo a la introducción de contenidos en el currículo y se relaciona con los ODS más estrechamente vinculados a un área disciplinar concreta.

PALABRAS CLAVE: educación para la sostenibilidad, sostenibilización, objetivos para el desarrollo sostenible, formación de profesorado.

ABSTRACT: The incorporation of sustainability in the study plans is an issue that, although it is included in the different laws and international treaties. Now, it is especially relevant the new spanish law new future challenges that we face, as evidenced in the 2030 Agenda and in the declaration of the seventeen SDGs by the United Nations. Teacher training can't ignore this responsibility and for this purpose we present a study carried out in the master's degree in Secondary Teacher Training at the University of Barcelona with the aim of analyzing how sustainability is incorporated into the Final Master's Degree Project of the specialties of Biology and Geology and Physics and Chemistry. The results indicate that sustainability is associated above all with the introduction of content in the curriculum and is related to the SDGs that are more closely linked to a specific disciplinary area.

KEY WORDS: education for sustainability, sustainability, objectives for sustainable development, teacher training.

ANTECEDENTES

La educación y la formación de las nuevas generaciones es un elemento clave si queremos avanzar y mejorar la crisis socio ambiental del presente para un futuro más sostenible, equitativo y justo. Este es un aspecto que se recoge desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente de Estocolmo en 1972 hasta la más reciente declaración de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. En este

contexto, la universidad, además, tiene un papel clave en los procesos de capacitación para incorporar la sostenibilidad, sea en la consideración de los estudiantes, como futuros profesionales, sea como parte de la ciudadanía. En nuestro grupo de innovación docente trabajamos por la inclusión de la sostenibilidad en las asignaturas del grado de Maestro de Educación infantil, Educación Primaria y del máster de Formación del Profesorado de Secundaria, de tal manera que los futuros docentes sientan un mayor compromiso hacia los retos expuestos.

La incorporación de la sostenibilidad en los planes de estudio se inicia en los años noventa del siglo pasado con la introducción de la Educación Ambiental como tema transversal a través de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE) y desde entonces las políticas educativas en lo que a esta cuestión se refiere han fluctuado notablemente, retrocediendo en algunos casos– como es el caso de la LOE y la LOMCE- o avanzando, como es el caso de la recién aprobada LOMLOE. Esta última apuesta claramente por una formación hacia la transición ecosocial para contribuir a lograr la Agenda 2030 y las metas de los diecisiete ODS.

Desde la LOGSE hasta la LOMLOE, el bagaje en la introducción de los temas ambientales, de sostenibilidad o de desarrollo sostenible indica que para que haya una formación comprometida con estos temas, éstos no se pueden únicamente añadir como una pincelada al final de cada tema curricular, con una actividad puntual o con la celebración del día del medio ambiente, sino que se debe ir más allá e impregnar el propio proceso de enseñanza y aprendizaje – los contenidos, las metodologías, la gestión de aula, la forma de evaluar, la interacción entre estudiantes y profesorado, etc. Esta inclusión es lo que se viene llamando desde hace años ambientalización curricular o sostenibilización del currículo.

En el presente estudio queremos investigar si los futuros profesores y profesoras de secundaria de las especialidades de Biología y la Geología y de Física y Química son conscientes de la importancia de estos enfoques en los centros de secundaria. Para ello, se analiza la incorporación de la sostenibilidad en sus Trabajos de Fin de Máster (TFM), cómo lo hacen y en qué medida sus TFM contribuyen a la Agenda 2030. Además, el estudio también persigue conocer los motivos que los han llevado a incorporar la sostenibilidad en sus TFM y en qué medida la inclusión de la sostenibilidad en algunas asignaturas del máster ha influido en su posicionamiento.

METODOLOGIA

Contexto y descripción de la muestra

El estudio se contextualiza en el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la Universitat de Barcelona, en las especialidades de Biología y Geología y de Física y Química. En concreto se han analizado los TFM producidos por los estudiantes en los cursos académicos 2019-2020 y 2020-2021, ya que en este periodo ambas especialidades han incorporado la competencia transversal en sostenibilidad en los planes docentes de algunas asignaturas (Jiménez, Calafell, Durán y Esparza, 2021).

Entre todos los TFM se han seleccionado aquellos que, en el título, palabras claves y/o resumen hacían referencia a la sostenibilidad, aceptando palabras clave como desarrollo sostenible, educación ambiental, educación para la sostenibilidad, Objetivos para el Desarrollo Sostenible, conservación de la naturaleza o equivalentes. Esta reducción de la

muestra ha permitido focalizar el análisis en un total de once TFM para el curso 2019-20 y veintiséis para el curso 2020-21 tal y como muestra la tabla 1.

Tabla 1. Muestra de los TFM y porcentaje del total por especialidad y curso académico

Curso	ESPECIALIDAD FQ			ESPECIALIDAD BG		
	Total	Unidades	Porcentaje	Total	Unidades	Porcentaje
2019-20	24	1	4,2%	28	10	35,7%
2020-21	25	6	24,0%	32	10	31,3%

Para todas las especialidades del Máster, los estudiantes podían optar entre dos modalidades en el curso 2019-20 (innovación, investigaciones educativas), mientras que en el curso 2020-21 se amplió la optatividad a cuatro modalidades (innovación, investigación, diseño de una propuesta de mejora en el contexto educativo, intervención en el centro). Los estudiantes eligen según sus preferencias el tema del TFM y la modalidad con el acompañamiento de un/a tutor/a. Como se observa en la figura-1, los TFM que incorporan un enfoque de sostenibilidad se orientan mayoritariamente a proponer una innovación curricular.

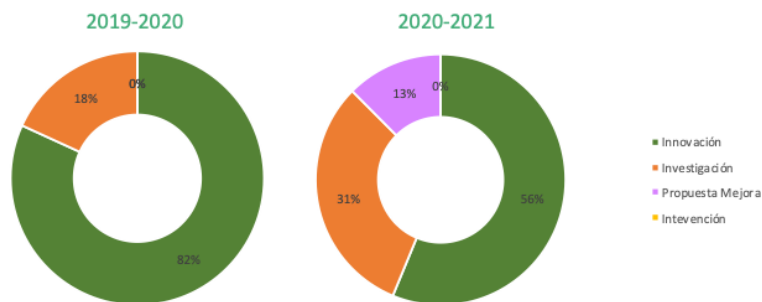


Figura 1. Modalidad de los TFM

Análisis de los TFM

La muestra se ha analizado según dos enfoques complementarios, por un lado, el enfoque de la sostenibilización de un centro educativo y por otro, el de los ODS. En el primer análisis se ha tomado como referencia los tres aspectos que se deben considerar en los procesos de sostenibilización de una institución educativa como es un centro de secundaria. Estos aspectos corresponden a la dimensión estructural, a la dimensión ciudadana y la dimensión curricular (Calafell y Junyent, 2017). En base a las características de estas dimensiones se han identificado de forma no excluyente si los TFM incorporan la sostenibilidad en el currículo, sea como un contenido, metodología docente o en la evaluación de la práctica. Del mismo modo se ha analizado si los TFM consideran el componente de ciudadanía, o sea, la comunidad educativa o los agentes sociales y si incluyen el componente estructural, es decir, si la sostenibilidad influye en la organización y la estructura del centro educativo.

En el segundo enfoque del análisis se ha identificado la presencia de los temas vinculados a los diecisiete ODS, diferenciando si el estudiantado, en su TFM, explicita la contribución a los ODS de forma genérica o concreta, y en es este último caso, si especifica o no el número de ODS que se trabaja en su TFM. En paralelo también se ha identificado si el TFM aborda claramente los ODS aunque el alumnado no lo explicita en su TFM.

Finalmente, para conocer los motivos que llevaron a los estudiantes a elegir temáticas relacionadas con la sostenibilidad en sus TFM, se pidió al alumnado del curso 2020-21 cuyos TFM estaban relacionado con la sostenibilidad que completara, voluntariamente, un cuestionario con preguntas cerradas (preguntas de opción múltiple y de escala de Likert) y abiertas.

RESULTADOS

¿Qué componentes de la sostenibilización incorporan los estudiantes en los TFM?

La incorporación de la sostenibilidad en las propuestas educativas se relaciona mayoritariamente con el currículum y se vincula menos con la necesidad de transformar la organización y la estructura del centro educativo o con la necesidad de participación de los diferentes agentes para lograr los propósitos de sostenibilidad (ver figura 2). En este sentido, y poniendo un ejemplo sobre biodiversidad, las propuestas contemplan la necesidad de diseñar actividades para conocer la importancia de ésta, pero no consideran que las salidas o la observación del entorno conlleve la necesidad de reformular la estructura o la organización del centro. Tampoco consideran mayoritariamente el aporte de organizaciones ecologistas o científicas que pueden dar valor a la actividad o la necesidad de comunicar los contenidos entre la propia comunidad educativa del centro. En el curso 2020-21 se observa un incremento de los componentes Comunidad Educativa y Organización y Estructura, un resultado que se puede asociar al incremento de modalidades que lo contemplan más explícitamente como las modalidades de diseño de una propuesta de mejora en el contexto educativo o de intervención en el centro.

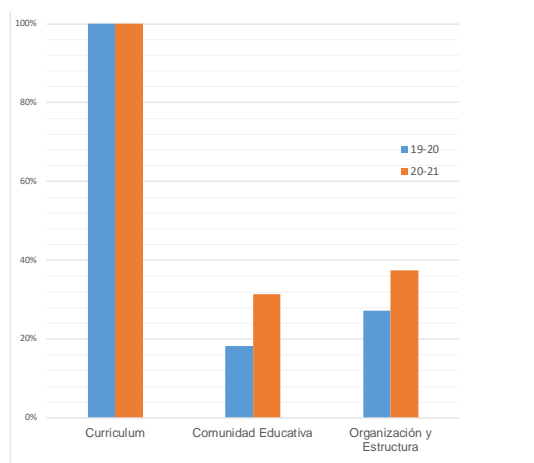


Figura 2. Porcentaje de los componentes de sostenibilización incorporados

¿Cómo se relacionan los componentes de la sostenibilización incorporados?

Para conocer en qué medida los TFM movilizan un, dos o tres componentes y cuáles son éstos, se han representado los once TFM del curso 2019-20 y los dieciséis del curso 2020-21 en un diagrama de Venn (figura 3), siguiendo la propuesta de Bonil y Calafell (2014). En este se muestra un cambio significativo entre los dos cursos académicos, pues mientras en el 2019-20 la mayoría de TFM únicamente consideran el componente curricular de la sostenibilización, en el curso 2020-21 los TFM muestran más interacción y relación entre los tres componentes.

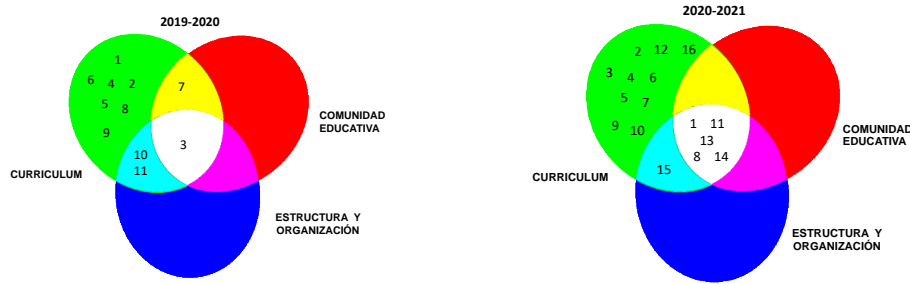


Figura 3. Relación entre los tres componentes de la sostenibilización

Si bien los resultados muestran que en ambos cursos los estudiantes asocian la sostenibilidad a cuestiones de aula o de programación, sí que se observa un cambio positivo hacia la conexión del currículo con la comunidad educativa y la organización y la estructura del centro cuando se trabajan más a fondo las implicaciones de la sostenibilidad en el centro, como pasa el en curso 2020-21.

¿Qué ODS se incorporan en los TFM de Biología y Geología y Física y Química?

Los resultados (figura 4) muestran que, si bien sería de esperar que la gran mayoría de los TFM analizados hicieran referencia a los ODS por su relación con la sostenibilidad, en el curso 2019-20, únicamente el 18% de los estudiantes hacían aportaciones a los ODS con su TFM y en el 2020-21 aumenta significativamente pero sólo hasta la mitad del alumnado. A la vez también se observa que no se abordan todos los ODS, sino aquellos más relacionados con los contenidos de Biología y Geología (Salud, Vida Marina, Vida de ecosistemas terrestres) y de Física y Química (Agua limpia y saneamiento, Energía asequible y no contaminante, Acción por el clima) y algunos transversales como el ODS-4 de Educación de Calidad y el 11 de Ciudades y Comunidades Sostenibles.

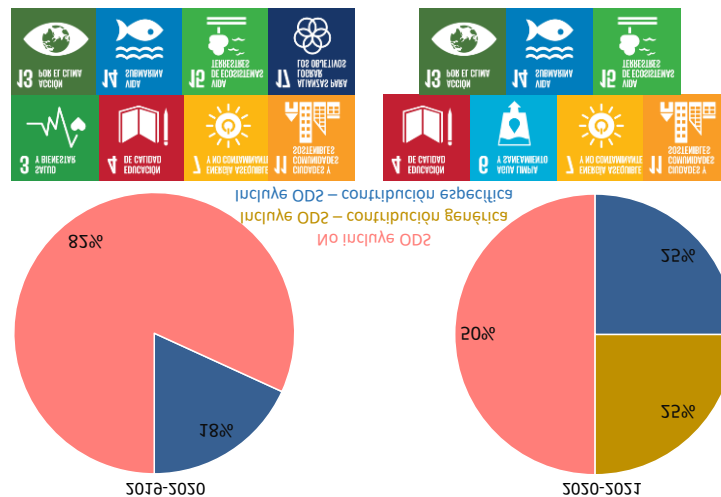


Figura 4. Los ODS que se incorporan en los TFM

¿Qué motivos llevan al estudiantado a incorporar la sostenibilidad y/o los ODS?

La respuesta al cuestionario por parte del estudiantado fue baja, 7 estudiantes del total de 16, pero los datos son relevantes, ya que todos los estudiantes expresaban que los principales motivos que los llevaron a realizar un TFM sobre sostenibilidad fueron su trayectoria académica, personal y profesional anterior al máster. Es decir, que estos estudiantes ya tenían una sensibilización y una concienciación hacia cuestiones socio

ambientales antes de cursar el máster. A la vez, el estudiantado expresaba que las asignaturas del máster de dichas especialidades que han trabajado la sostenibilidad y los ODS les ha reforzado la importancia de trabajar estos contenidos en la etapa de Educación Secundaria y que los ha inspirado para ver la conexión de la sostenibilidad con los planes de estudio y el centro escolar.

CONCLUSIONES

Una de las conclusiones principales del estudio es que existe una trayectoria personal, académica y profesional que condiciona significativamente la incorporación de la sostenibilidad y los ODS en los TFM. La tradición en la incorporación de la sostenibilidad es más significativa en Biología y Geología que en Física y Química, si bien el impacto de incorporar la sostenibilidad en la práctica docente es mayor en Física y Química. Un resultado que nos indica la responsabilidad y la fuerza que tenemos como docentes del Máster y de la formación de profesorado, ya que la inclusión de la sostenibilidad en las asignaturas refuerza el posicionamiento de algunos estudiantes y abre los ojos a otros a la hora de considerar la sostenibilidad dentro de sus propuestas.

En referencia a la sostenibilización, el componente curricular es el ámbito más evidente entre los TFM, y si bien hacen énfasis sobretudo a la vinculación de la sostenibilidad con los contenidos curriculares, también mencionan metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos o en problemas, proyectos interdisciplinarios, salidas de campo y la consideración de un amplio abanico de actividades e instrumentos de evaluación, destacando entre ellos las rúbricas de evaluación.

La implicación de cambios organizativos y estructurales en el centro educativo como consecuencia de la implementación de nuevos enfoques o metodologías activas se considera poco y, en consecuencia, como docentes deberíamos reflexionar con los estudiantes la relación intrínseca que existe entre estos aspectos para un logro exitoso de la sostenibilización de un centro. Todo lo referente a la participación de los diferentes agentes de la comunidad educativa (alumnado, diversidad de docentes, familias, personal contratado, etc.) no se considera como un aspecto necesario para lograr que un centro educativo sea más sostenible y se muestra como un aspecto necesario a reforzar. Finalmente, en relación con los ODS, éstos se asocian claramente a contenidos propios de cada área disciplinar y lejos estamos de un enfoque interdisciplinario y complejo, una visión que dista de la pretendida desde la declaración de los ODS y del aprendizaje de estos.

Una vez realizado el estudio, nos resuenan algunos retos y preguntas que no podemos dejar de compartir con la comunidad de investigadores y docentes del ámbito: ¿cómo conectamos, en la práctica docente de la formación de profesorado, el currículum “sostenibilizado” con una estructura y organización del centro necesaria para su logro?, ¿cómo incorporamos en la formación de maestros la capacidad de empoderar y la importancia de la participación comunitaria para transformar el centro hacia escenarios más sostenibles?, ¿cómo podemos dialogar desde nuestras áreas con otras para contribuir a un enfoque de los ODS más interdisciplinario y complejo?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calafell, G., y Bonil, J. (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio ambiente de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 205–225. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1048>
- Calafell, G., y Junyent, M. (2017). La idea vector y sus esferas: una propuesta formativa para la ambientalización curricular desde la complejidad. *Teoría de La Educación. Revista*

Interuniversitaria, 29(1), 189. <https://doi.org/10.14201/teoredu291189216>

Jiménez, G.; Calafell, G.; Durán, H. y Esparza, M. (2021). Experiencias de sostenibilización curricular en las especialidades de Ciencias Experimentales del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universitat de Barcelona. Actas VII Congreso Internacional de Docencia Universitaria. Universidad de Vigo.

¿En qué medida se estudia la teoría de la evolución en el Grado de Biología? Un estudio exploratorio

Javier Manzano Zambruno¹, Hortensia Morón Monge², Paula Daza Navarro³.

¹Universidad de Sevilla, jmanzanozambruno@gmail.com.

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y sociales, Universidad de Sevilla. hmoron@us.es.

³Departamento de Biología Celular, Universidad de Sevilla. pdaza@us.es

RESUMEN: Se presentan los resultados preliminares de un estudio sobre la enseñanza de la teoría de la evolución (TE) y su representatividad en los Grados en Biología del territorio nacional. Como ya otros trabajos señalan, existe una deficiencia educativa relativa a estos contenidos en la Educación Primaria y Secundaria. Sin embargo, poco se ha explorado en relación con la Educación Superior y, en particular, a los grados en Biología. Con este trabajo, se expone el estado de la cuestión en nuestro país, identificando qué y cuántas asignaturas dentro de estos grados están directamente vinculadas a la teoría de la evolución. Aunque estos resultados son preliminares, puesto que atendemos a factores cuantitativos, los primeros hallazgos resultan reveladores. Se observa que, por un lado, existe una baja representación de la Biología Evolutiva en los planes de estudio y, por otro lado, que la situación es muy heterogénea en las universidades españolas.

PALABRAS CLAVE: Teoría de la evolución, Biología, Enseñanza de las ciencias, Formación del profesorado.

ABSTRACT: Preliminary results about evolution theory teaching and its representativity in biology degrees in Spain are presented in this work. As other authors have shown, there is a content deficiency in primary and secondary education related to this topic. However, in our opinion, there is not much research on this subject on the context of higher education, particularly in the biology degrees. The aim of this work is to display how this problem is present in our country, pointing out how may subjects related to Evolution are included in the degrees of Biology. Although these are preliminary results, because we have only attended to quantitative factors, we think that they are promising. Absence of evolution biology in the study plans is very evident, while we have found a great heterogeneity among the Spanish universities.

KEYWORDS: Evolution theory, Biology, Science teaching, Teacher training.

ANTECEDENTES

Son muchos los estudios que demandan una mayor y mejor enseñanza de la evolución en los *currícula* de Educación Primaria y Secundaria (Ceballos, et al, 2017, Sanchis, 2018). Igualmente, lo suscribe el Manifiesto de la Sociedad Española de Biología Educativa (2020). Como Vázquez-Ben & Bugallo-Rodríguez (2022) y Hermann (2011) señalan, aprender la Teoría de la Evolución (TE) de forma progresiva y desde edades tempranas fomenta el desarrollo de una comprensión profunda y adecuada del fenómeno evolutivo en etapas posteriores. A lo largo de la etapa de Educación Primaria, dentro del área de Ciencias Naturales, en España se imparten distintos contenidos relacionados con los seres

vivos. Sin embargo, están completamente ausentes saberes claves relativos a la evolución, selección natural o adaptación, tanto en el currículo como en los libros de texto (Sanchis Borrás, 2018) necesarios para la comprensión de los reinos y su clasificación.

Desde la formación del profesorado, los maestros de Educación Primaria precisan y demandan una mayor formación científica sobre esta temática (Vázquez-Ben & Bugallo-Rodríguez, 2017, 2022). Por el contrario, podríamos pensar que el profesorado de secundaria de ciencias posee una formación más adecuada en esta materia para enseñarlo a sus discentes, ya que el tratamiento de la evolución en Educación Secundaria presenta un mayor peso en el currículum, que no quiere decir *suficiente* (Sanchis Borrás, 2018). Sin embargo, si bien se ha estudiado el nivel de conocimientos del estudiantado universitario general sobre la cuestión evolutiva (Gefuell, et al, 2020), no hay estudios previos que nos indiquen qué formación específica poseen los profesores de secundaria en materia de evolución. Por lo que presentamos un trabajo exploratorio como primera aproximación al fenómeno en torno a la formación que reciben los estudiantes del Grado en Biología, siendo por lo general este el grupo de aspirantes más representativos que ejercen de profesores de ciencias en la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) en los centros educativos españoles.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Este estudio forma parte de otro más amplio encaminado a conocer las percepciones de los docentes de Educación Primaria y de Secundaria, sobre la TE. En este trabajo nos centramos en la formación específica que reciben los profesores de la ESO de ciencias, en particular, los estudiantes en Biología, a partir de la siguiente cuestión: ¿En qué medida se estudia la TE en los Grados de Biología del territorio español? Para abordar esta cuestión, se han analizado las asignaturas que configuran los planes de estudio directamente vinculadas con la TE, atendiendo en este trabajo a la siguiente sub-pregunta: *¿Qué asignaturas están directamente relacionadas con la TE en los grados de Biología?*

MÉTODO

Selección y criterios de recogida de la muestra

En primer lugar, se acotó la búsqueda a estudios del Grado en Biología ofertados en el territorio español y únicamente de Universidades públicas, ya que según los datos del Ministerio de Universidades del 2021 el 96,74% del estudiantado, que se matriculó el pasado curso 2020-21 en estudios de la rama de ciencias, fue en este tipo de universidades. Gracias a la utilidad de “Consulta de universidades” del Registro de universidades, centros y títulos del Ministerio de Universidades del Gobierno de España (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2022) se obtuvo el catálogo de todas las universidades públicas del país, obteniendo un total de 56 universidades, 24 de las cuales ofertan el “Grado en Biología”. Tras esto, se accedió a consultar los planes de estudio de las 24 universidades obtenidas. En segundo lugar, para seleccionar las asignaturas de los distintos grados en Biología, se atendió a tres grandes criterios:

Criterio (i). Aquellas asignaturas que estrictamente en sus títulos hicieran alusión de forma explícita a términos relacionados con la TE (“evolución” o cualquier otra forma léxica) y sin entrar a revisar sus proyectos docentes.

Criterio (ii). Igualmente, aunque el primer criterio no lo cumplieren asignaturas como “Conceptos básicos de la Biología” o “Biología General” también fueron revisadas, dado que la evolución es reconocida como uno de los saberes básicos de la Biología (Futuyma, 1998; Soler, 2003). Por tanto, en estos casos en particular, sí se accedió a los proyectos

docentes para revisar si aparecía (o no) contenido explícito sobre la TE y, en caso afirmativo, pasar a incluir la asignatura en el cómputo.

Criterio (iii). Asignaturas relacionadas con la TE, como aquellas cuyo nombre hiciera referencia directa al fenómeno de la adaptación o a la filogenia.

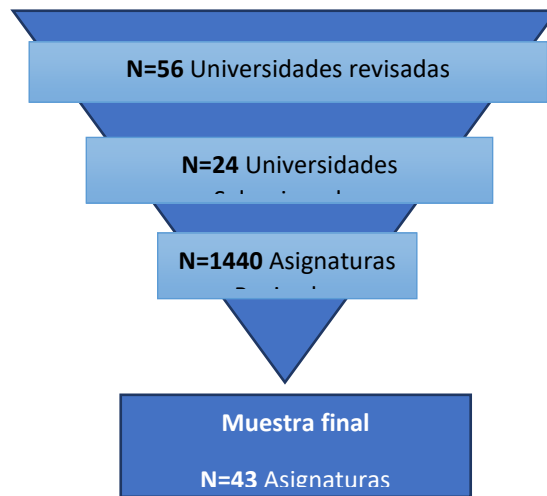


Figura 1. Proceso de selección de la muestra final

Señalar que en esta revisión no se hicieron distinciones entre títulos en castellano, catalán o gallego. De esta forma, de las 1440 asignaturas revisadas de las 24 universidades seleccionadas, solo un 4,17% ($n=43$) cumple alguno de estos tres criterios de selección, quedando recogidos sus títulos y frecuencia en la Tabla 1. La Universidad de Sevilla fue la única universidad que quedó fuera de la muestra, al no encontrarse ninguna asignatura que cumpliera los criterios anteriores. Además, de estas 43 asignaturas se anotó su carácter (obligatoria u optativa), el número de créditos ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*) correspondientes, el número de créditos ECTS totales del Grado en el que es impartida (240 créditos en todos los casos estudiados) y la universidad a la que pertenecía.

Tabla 1. Asignaturas seleccionadas y frecuencia

Nombre de la asignatura	Frecuencia
1. Evolución	7
2. Biología Evolutiva	6
3. Genética Evolutiva	5
4. Evolución Humana	3
5. Genética de Poblaciones y Evolución	2
6. Adaptaciones Fisiológicas al Medio	1
7. Adaptaciones Funcionales al Medio	1
8. Evolución Animal	1
9. Evolución Molecular	1
10. Evolución, Diversidad y Actividades Microbianas	1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al tratarse este de un estudio preliminar, tan sólo se han empleado técnicas descriptivas de análisis cuantitativo (frecuencia, rango y desviación típica), con el fin de hacer un acercamiento previo a la temática, caracterizándose así la muestra de estudio. Para ello, se elaboró una matriz con los datos recogidos (Figura 2) de las 43 asignaturas revisadas en los planes de estudios de las distintas universidades. Dicha matriz constaba de los siguientes campos: carácter (obligatoria u optativa), número de créditos ECTS y porcentaje de créditos sobre el total del Grado (240 créditos en todos los casos).

ASIGNATURA	UNIVERSIDAD	CARÁCTER	CRÉDITOS	PORCENTAJE
Biología Evolutiva	Alcalá	Optativa	6	2,5
Evolución	→ ...	→ ...	→ ...	→ ...

Figura 2. Ejemplo de la matriz de datos generada

Posteriormente, estos datos por asignatura fueron agrupados por universidades para agilizar su análisis. La Tabla 2 recoge de forma sintética los resultados medios obtenidos de las 24 universidades estudiadas, desglosando también el rango y la desviación típica de cada conjunto de datos. Se observa, en relación con la frecuencia de asignaturas, que los rangos oscilan entre 0 y 4; esto significa que como máximo podemos encontrar universidades que ofrezcan cuatro asignaturas relacionadas con la TE, lo que supondría aproximadamente un 10% de los créditos del Grado; mientras que otras no ofertan ninguna de estas asignaturas. A priori, esta variación puede parecer alta. Sin embargo, a partir de la desviación típica, se observa que la variación es relativamente moderada. De media, las universidades españolas varían en menos de una asignatura obligatoria ($\sigma=0,72$) o total ($\sigma=0,98$) entre sí y los casos extremos (0 o 4 asignaturas) no son frecuentes. Por otra parte, con respecto a los valores medios, podemos decir que en un

Grado en Biología de una universidad pública española se ofertan de media una asignatura cuatrimestral obligatoria y otra optativa directamente relacionadas con la TE.

Tabla 2. Resultados medios de las universidades estudiadas

	Asignaturas por universidad			Créditos por universidad			Porcentaje de créditos en el Grado de Biología		
	Media	Rango	$\bar{\sigma}$	Media	Rango	$\bar{\sigma}$	Media	Rango	$\bar{\sigma}$
<i>Totales</i>	1,79	0-4	0,98	10,81	0-24	5,77	4,51	0-10	2,40
<i>Obligatorios</i>	1,08	0-2	0,72	6,50	0-12	4,19	2,71	0-5	1,75
<i>Optativos</i>	0,71	0-4	1,40	4,31	0-24	6,37	1,80	0-10	2,65

Para conocer la frecuencia de asignaturas relacionadas con la TE de cada universidad, la figura 3 recoge en detalle y ordenado de forma ascendente este dato, comparando las asignaturas totales (azul) con las obligatorias (naranja). La Universidad de Barcelona es la que proporciona una mayor formación en cuanto a la TE en su plan de estudios, con dos asignaturas obligatorias de un total de cuatro; seguida de la de Murcia (dos asignaturas obligatorias de tres totales). Por el contrario, en las universidades andaluzas de Jaén y Córdoba esta temática tiene una menor representación, o incluso ninguna como en el caso de la hispalense. En Andalucía únicamente tiene representación la TE en la Universidad de Granada con dos asignaturas obligatorias.

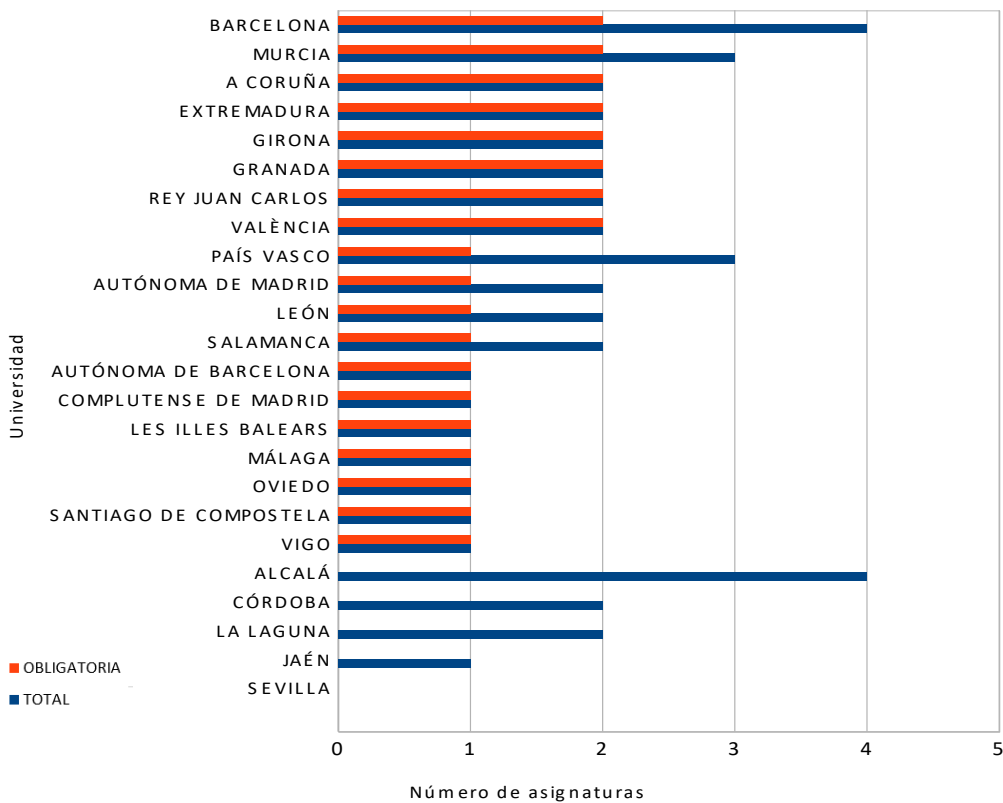


Figura 3. Frecuencia de asignaturas (totales y obligatorias) por universidad

Aunque a la vista de los datos anteriores podemos pensar que la situación nacional a este respecto no es preocupante, si los comparamos con respecto al total de asignaturas de un grado, nos damos cuenta de que de media en los Grados en Biología de España se dedica menos de un 3% de sus créditos ECTS a asignaturas que expliciten en su título una vinculación a contenidos directamente relacionados con la TE. Esto ya puede parecer insuficiente, teniendo en cuenta que estos contenidos han sido definidos como un saber estructurador y central, frente al que se articulan todos los conocimientos de la disciplina (Futuyma, 1998; Soler, 2003). Con estos primeros resultados, desde la formación del futuro docente de Biología de secundaria obligatoria, podemos inferir que, ya a nivel cuantitativo, el tratamiento que se le ofrece a la TE es escaso en todo el territorio español y diversa en función de la universidad que oferte dicho Grado.

CONCLUSIONES

Como adelantamos, este es un trabajo exploratorio en el que se realiza un primer análisis descriptivo de las asignaturas de los Grados en Biología que explícitamente tratan sobre la evolución. Hemos presentado unos datos cuantitativos para determinar el peso académico en termino de créditos y obligatoriedad sobre el tratamiento de esta temática. No obstante, estos primeros datos deben ser completados con un estudio más profundo a fin de determinar cómo se trabaja la TE. Para ello, adelantamos parte de la segunda fase de este estudio en el que a partir de las principales ideas nucleares de la TE, que proponen Lehrer & Schauble (2012), analizaremos cualitativamente estas asignaturas. Consideramos que los resultados esperados nos ayudarán a conocer mejor la formación previa que posee el futuro profesorado de ciencias con la finalidad de poder plantear mejoras formativas en dicho Grado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ceballos, M., Vílchez, J. E., & Escobar, T. (2017). La enseñanza de la Evolución en Primaria. Opinión del profesorado y exploración de ideas inadecuadas en los niños. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección aula, museos y colecciones*, 4, 55-68.
- Futuyma, D.J. (1998). *Evolutionary Biology* (3ªed.). Sinauer Associates Inc., Massachusets (EEUU).
- Gefaell, J., Prieto, T., Abdelaziz, M., Álvarez, I., Antón, J., Arroyo, J., Bella J.L., Botella, M., Bugallo, A., Claramonte, V., Gijón, J., Lizarte, E., Maroto, R.M., Megías, M., Milá, B., Ramón, C., Vila, M. y Rolán-Alvarez, E. (2020). Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. *PLOS ONE* 15: e0238345.
- Hermann R. S. (2011) Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evolution: Education and Outreach* 4, 267–274. <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0325-6>
- Lehrer R., & Schauble L. (2012). Seeding Evolutionary Thinking by Engaging Children in Modelling Its Foundations. *Science Education*, 96 (4), 701–724.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2022). Registro de universidades, centros y títulos. *Ministerio de Universidades*. Gobierno de España. Recuperado de: <https://www.educacion.gob.es/ruct/consultauniversidades?actual=universidades>
- Ministerio de Universidades (2021). Estadísticas de estudiantes. *Ministerio de Universidades*. Gobierno de España. Recuperado de: <https://www.universidades.gob.es/portal/site/universidades/menuitem.78fe777017742d34e0acc310026041a0/?vgnnextoid=3b80122d36680710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Línea 4. Inn. e Inv. en la EA de las Ciencias en ES y FP

- Sanchis Borrás, J. M. (2017). Un estudio sobre el tratamiento de la evolución biológica en Educación Secundaria. Situación actual y propuestas de mejora. *Tesis Doctoral*. Universidad de Valencia.
- Soler, M. (2003). La evolución y la biología evolutiva. *Evolución la base de la Biología. Proyecto sur de ediciones, SL*, 19-43.
- Varias sociedades científicas españolas (2020). Manifiesto sobre la necesidad de una revisión de los contenidos sobre evolución en los planes de enseñanza preuniversitarios. *Sociedad Española de Biología Evolutiva*.
- Vázquez-Ben, L., & Bugallo-Rodríguez, Á. (2017). El modelo de evolución en Educación Primaria: Desafíos identificados por expertas y expertos. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 4293-4298.
- Vázquez-Ben, L., & Bugallo-Rodríguez, Á. (2022). ¿Qué saben niños y niñas sobre evolución? Diseño y aplicación de un modelo científico escolar de evolución para educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 110201-110219.

¿Qué criterios utilizan los estudiantes al evaluar argumentos en clase de ciencias?

Laura Vila Tura¹, Conxita Márquez Bargalló², Begoña Oliveras Prat³

¹Institut El Til·ler. lvila8@xtec.cat

²Universitat Autònoma de Barcelona. conxita.Marquez@uab.cat.

³Universitat Autònoma de Barcelona, bolivera@xtec.cat.

RESUMEN: Con el fin de dotar a los estudiantes de estrategias de pensamiento crítico para enfrentarse a la era de la desinformación, se diseñó e implementó una intervención didáctica a lo largo del curso escolar 2020-2021. Uno de los objetivos principales fue el trabajo entorno a los criterios de evaluación de argumentos. En esta comunicación se analizan las respuestas de un grupo de estudiantes a inicio y final del curso para determinar la evolución en el uso de criterios para discernir argumentos.

PALABRAS CLAVE: pensamiento crítico, argumentación, criterios, educación científica

ABSTRACT: In order to provide students with critical thinking strategies to face the age of disinformation, a didactic intervention was designed and implemented throughout the 2020-2021 school year. One of the main goals was to work around the argument evaluation criteria. In this communication, the answers of a group of students at the beginning and end of the course are analysed in order to determine the evolution in the use of criteria to discern arguments.

KEYWORDS: critical thinking, argumentation, criteria, science education

PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL AULA DE CIENCIAS

Frente a la “era de la posverdad” urge ayudar a los jóvenes a aprender a discernir de manera informada, reflexiva y crítica la información que reciben de diferentes fuentes (Couso y Puig, 2021). El pensamiento crítico es clave para lograr una sociedad libre, racional y democrática (Lipman, 2016) y los últimos informes de PISA (Súarez-Álvarez, 2021) muestran la importancia de ofrecer a los estudiantes oportunidades para desarrollar estrategias con las que enfrentase críticamente a una vida de complejidad creciente.

Estaríamos de acuerdo con Van Gelder (2005) en que un pensamiento crítico puede lograrse únicamente mediante instrucción, práctica y tiempo, y para ello es necesario que el profesorado disponga de las herramientas necesarias para desarrollarlo en sus estudiantes. Sin embargo, la enseñanza de las ciencias sigue siendo instrumentalista y descontextualizada, en la que los docentes rara vez promueven el pensamiento crítico en el aula o no presentan las competencias necesarias para hacerlo (Solbes y Torres, 2013)

Existen aún diferentes visiones sobre el significado de pensamiento crítico, pero muchas de ellas coinciden en que este requiere de dos componentes: habilidades (tales como la interpretación o el análisis) y disposiciones afectivas (como la confianza en la razón o la apertura de mente) (Facione, 1990). No obstante, el ser humano no es exclusivamente racional. Lejos de esto, es razonable y está vinculado a un sistema de valores y emociones (Izquierdo y Aliberas, 2021) que juegan un papel clave a la hora de pensar sobre contextos

para los que es sensible (Lipman, 2016). Por último, el pensamiento crítico es autodirigido, autodisciplinado, autoregulado y autocorregido (Paul y Elder, 2003), por lo que requiere también estrategias y habilidades metacognitivas. Los anteriores rasgos inherentes al pensador crítico se integran junto al propio conocimiento a la hora de producir un cambio razonable (Lipman, 2016), que implica desde la formulación de argumentos (Jiménez-Aleixandre, 2010) hasta la resolución de problemas, toma de decisiones y realización de acciones críticas (Oliveira y Serra, 2017). La argumentación está íntimamente relacionada con el pensamiento crítico (Jiménez Aleixandre, 2010), requiriendo estrategias de análisis, evaluación y formulación de argumentos. Un buen argumento tiene en cuenta y se rige por un conjunto de criterios, como los estándares de calidad (Paul y Elder, 2003).

Actualmente estamos inmersos en una era de desinformación vinculada a múltiples cuestiones y controversias sociocientíficas que plantean contextos interesantes para el desarrollo de competencias de pensamiento crítico (Torres y Solbes, 2016). Es por ello por lo que la actividad científica escolar resulta un escenario perfecto para trabajar el pensamiento crítico, a partir de preguntas investigables que atañen a las emociones y los valores de los estudiantes (Izquierdo y Aliberas, 2021). A partir de ellos se desarrollan actividades en las que entran en juego estrategias de pensamiento, los modelos científicos, habilidades comunicativas, emociones y valores (Izquierdo y Aliberas, 2021).

En cuanto a las estrategias de desarrollo de pensamiento crítico, hoy día hay consenso en que éste debe ser explicitado y practicado (van Gelder, 2005), en el seno de cada materia (Brown, 1997) y en contexto, especialmente aquellos controvertidos (Torres y Solbes, 2016). Blanco, España y Franco-Mariscal (2017) describen ocho dimensiones de pensamiento crítico que pueden practicarse en el aula de ciencias, de entre la cuales en esta comunicación se pone el foco en el análisis de la información y la argumentación.

¿QUÉ CRITERIOS UTILIZAN LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA A LA HORA DE EVALUAR ARGUMENTOS?

De acuerdo con la premisa de que el pensamiento crítico requiere instrucción, práctica y tiempo, se diseñó una secuencia de actividades de desarrollo del pensamiento crítico en el aula de Física y Química de 3º de la ESO y se implementó a lo largo del curso escolar 2020-2021 en 3 grupos de estudiantes (75 alumnos) de un centro de Cataluña. Esta secuencia estuvo encabezada y concluida por un pretest y un postest. En ellos se formularon cuestiones genéricas entorno a aspectos controvertidos sobre la pandemia del coronavirus de acuerdo con el momento en el que se realizaron. Las respuestas requerían activar habilidades y disposiciones de pensamiento crítico, en general. Entre ambos tests, se desarrolló un conjunto de actividades con el objetivo de trabajar aspectos concretos del pensamiento crítico, tales como la calidad de los argumentos o el análisis de las fuentes. Todas las actividades partían de contextos socialmente relevantes, y para su comprensión mayoritariamente eran necesarios conocimientos vinculados a la materia de Física y Química. En las actividades se formulaban preguntas en un formato multimodal (gráficos, textos, infografías, vídeos...) que requerían activar competencias comunicativas y, salvo en el pretest y el postest, se trabajaba también de manera colaborativa.

En el pretest y el postest se formularon preguntas diferentes en las cuales se requería activar las mismas habilidades o disposiciones de pensamiento crítico. Por este motivo, la comparación entre ambos ofrece información sobre la evolución del pensamiento crítico del alumnado a lo largo del curso. En esta comunicación se pone el foco en la evolución que experimentó el alumnado entorno a los criterios utilizados para discernir

entre buenos y malos argumentos. Para ello, la tabla 1 resume las cuestiones formuladas en el pretest y el postest con el fin de identificar los criterios de análisis de argumentos que empleaban los estudiantes. Se describen también las actividades de la secuencia que fueron más relevantes para el desarrollo de tales competencias de pensamiento crítico durante el curso. A lo largo de éste se trabajaron de forma explícita y práctica 4 tipos de criterios: la fuente (C1), la calidad (C2), el punto de vista (C3) y los conocimientos (C4).

Tabla 1. Cuestiones planteadas al alumnado en el pretest y postest con relación a la evaluación de argumentos, así como actividades realizadas para trabajarla de forma explícita a lo largo de la secuencia desarrollada durante el curso 2020-2021

Pretest	<p>En una de las preguntas se planteaba la cuestión: “¿los niños deberían haber podido salir a la calle durante el estado de alarma?”. Para ello se presentaban 3 textos procedentes de tres fuentes de información (un diario electrónico, un blog de opinión y una cadena televisiva), en cada uno de los cuales podían leerse argumentos diferentes a favor y en contra de la controversia planteada. Se pidió a los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los argumentos y dividirlos en argumentos a favor y en contra. • Identificar a qué apelaba cada argumento y quién lo formulaba. • (P1) Discernir cuáles de esos argumentos los consideraban “buenos” y “malos” argumentos. • (P2) Indicar las razones por las cuales habían identificado unos argumentos como mejores que otros. • Formular un nuevo argumento (posicionarse)
Secuencia	<p>Actividades más relevantes para la evaluación de argumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1. <i>¿Buenos o malos juicios?</i>: En esta actividad los estudiantes debían reformular juicios que incumplían estándares de calidad (C1) (lingüísticos, lógicos y de justicia), entorno a cuestiones sobre el coronavirus. • A2. <i>Prohibir la pirotecnia, ¿sí o no?</i>: En ella, los estudiantes aprendían a identificar los tipos de fuentes (C2, autoridad, datos, modelo científico, experiencia, hábitos y razón) de los argumentos y reflexionaba sobre el concepto de fiabilidad, entorno a las controversias acerca de la pirotecnia. • A5. <i>Energía nuclear, ¿sí o no?</i>: Esta actividad profundizaba en el análisis de argumentos a favor y en contra, los puntos de vista (C3), la evaluación del grado de confianza y de la fiabilidad de las fuentes y la formulación de textos argumentativos para posicionarse entorno al debate sobre las centrales nucleares. <p>En todas ellas se enfatizó la importancia de los conocimientos (C4) para la argumentación. Nótese que los títulos de las actividades caricaturizan las dicotomías con las que popularmente se afrontan los temas controvertidos. Es objetivo de las actividades romper con tales dicotomías.</p>
Postest	<p>Entorno a las primeras dudas que surgieron sobre las vacunas, se presentó una conversación entre dos personajes; el primero presentaba argumentos para no vacunarse y el segundo argumento para vacunarse. A partir de su lectura, los estudiantes debían:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los argumentos y dividirlos en argumentos a favor y argumentos en contra. • (P1) Discernir cuáles de esos argumentos los consideraban “buenos” y “malos” argumentos. • (P2) Indicar los criterios por los cuales habían identificado unos argumentos como mejores que otros. • Escribir un texto argumentativo a partir de una nueva pregunta, relacionada con el texto: ¿debería ser obligatoria la vacuna?

Para el análisis que se muestra a continuación se compararon las cuestiones P1 y P2 del pre y postest. Se identificó en primer lugar la capacidad de discernir entre buenos y malos argumentos. En segundo lugar, se analizaron las justificaciones de los estudiantes y los criterios que estos mencionaban como importantes a la hora de diferenciar entre buenos y malos argumentos. A continuación, se muestra el análisis de las respuestas de uno de los grupos (N=24). Actualmente se está llevando a cabo el análisis del resto de grupos.

RESULTADOS PRELIMINARES

Los tests fueron propuestos a 24 estudiantes, de los cuales obtuvimos 17 respuestas en el pretest y 21 en el postest. Algunos estudiantes dejaron el test en blanco y otros dejaron en blanco las preguntas de mayor dificultad, entre ellas las aquí analizadas. Con relación a la capacidad de discernir entre argumentos “buenos” y “malos” (figura 1), una mayoría de estudiantes en ambos tests fueron capaces de realizar tal evaluación, siendo mayor la cantidad de alumnos en el postest (20) que en el pretest (13).

De entre los estudiantes que contestaron las preguntas, identificamos 4 niveles de evaluación de argumentos según los criterios a los que se referían y el uso que hacían de los mismos (C1, C2, C3 y C4) (figura 2). La escala se definió a partir de los criterios y las respuestas de los estudiantes siendo validada por triangulación.

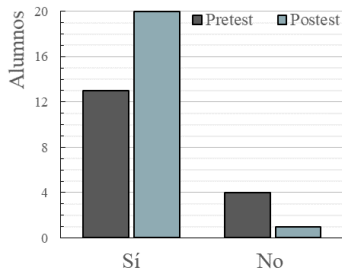


Figura 1. Cantidad de alumnos capaces o no de discernir entre “buenos” y “malos” argumentos

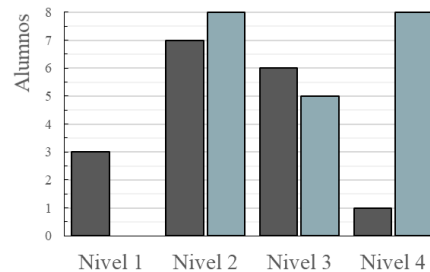


Figura 2. Cantidad de alumnos que se ajustan a los diferentes niveles de evaluación de argumentos

En el nivel 1 se hallan los estudiantes que no justifican sus respuestas pudiendo discernir o no entre buenos y malos argumentos (3 en el pretest frente a 0 en el postest). En un segundo nivel encontraríamos los alumnos que justifican las respuestas en función de su opinión y/o sus valores o emociones (6 en el pretest y 5 en el postest). En este nivel incluimos también los alumnos que justificaron mencionando criterios trabajados en el aula de forma reproductiva, sin justificarlos ni aplicarlos correctamente (1 en el pretest y 3 en el postest). Calificamos con un tercer nivel a aquellos estudiantes que justificaron a partir de su opinión y de algún criterio de pensamiento crítico, aplicándolos correctamente (6 en el pretest y 5 en el postest). Finalmente, pertenecen al cuarto nivel los alumnos que formularon justificaciones basándose únicamente en criterios de pensamiento crítico (C1, C2, C3 y C4) correctamente aplicados (1 en el pretest y 8 en el postest).

A partir de los niveles descritos se identificó la evolución experimentada por cada alumno a lo largo del curso. La figura 3 muestra como 6 alumnos se mantuvieron en los niveles bajos (niveles 0 a 2) y 2 alumnos en los niveles altos (niveles 3 y 4). 15 alumnos mejoraron su nivel, pasando a un nivel 2 (3 alumnos), 3 (5 alumnos) o 4 (7 alumnos).

De entre los estudiantes que justificaron a partir de criterios de pensamiento crítico, algunos utilizaron un solo criterio (4 en el pretest y 9 en el postest), otros dos criterios (3 y 4) y únicamente en el postest algunos alumnos mencionaron 3 criterios (1) o 4 (2). De entre los criterios que consideraron importantes a la hora de discernir entre argumentos, existen diferencias entre el pre y el postest figura 4. En el pretest los estudiantes se fijaban mayoritariamente en la calidad (lingüística y lógica principalmente), y minoritariamente en la fuente y el punto de vista, mientras que en el postest mencionaron mayoritariamente las fuentes y la calidad como criterios importantes, y minoritariamente el punto de vista y el conocimiento (cabe destacar que en el postest aparece el conocimiento como un criterio que no había aparecido en el pretest, aunque con poca frecuencia). En el caso de las fuentes, la mayoría de los alumnos que se refería a ellas mostraba confianza hacia los estudios científicos, los datos o las autoridades, mientras que cuestionaba las fuentes procedentes de la propia experiencia, las costumbres o la opinión.

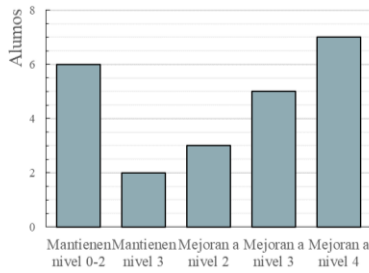


Figura 3. Evolución del nivel de evaluación de argumentos tras la realización de la secuencia didáctica

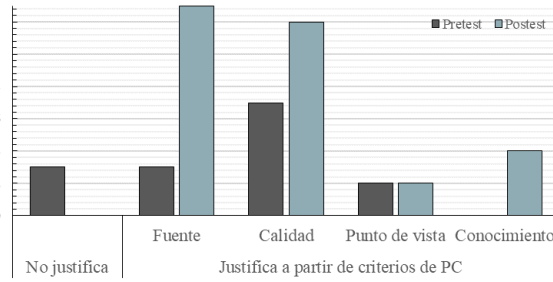


Figura 4. Identificación de los criterios de pensamiento crítico usados por los estudiantes para justificar la evaluación de argumentos

En la tabla 2 se muestran las respuestas de tres alumnos a la pregunta P2 de ambos tests. La alumna A2 apela al punto de vista y a criterios de calidad lingüísticos y lógicos para dar más valor a unos argumentos que a otros. En el postest, menciona principalmente la procedencia de las fuentes. La alumna A5 en el pretest apela únicamente a la opinión, y en el postest usa criterios de calidad y conocimiento, cuestionando la procedencia de las fuentes. Finalmente, el alumno A10 apela inicialmente a la opinión y a final del curso compara argumentos a partir de la procedencia de las fuentes de información.

Tabla 2. Ejemplos de justificaciones de alumnos frente a la cuestión P2 (tabla 1)

	Pretest (P2)	Postest (P2)
A2	<i>Porque algunos argumentos se basan en la evolución de la pandemia y dicen cosas más coherentes sobre lo que está pasando. Y otros no dan razones muy correctas o no se entienden. Nivel 3</i>	<i>Para determinar si los argumentos son buenos o malos me he fijado en si proceden de una fuente o sean estudios, o bien es la opinión de terceros o gente conocida; en si son estadísticas con datos que pueden darte una idea de lo que está pasando o en si es una conclusión que ha sacado por lo que escucha en diferentes lugares, sin informarse bien. Nivel 4</i>
A5	<i>Porque yo creo que son buenos argumentos aquellos en que mi opinión concuerda. Nivel 2</i>	<i>Me he fijado más en los estándares de calidad como la claridad o la precisión, y al conocimiento en el que se fundamentan, porque yo no sé de dónde han sacado la información y por tanto no puedo juzgar a partir de la fuente de donde proceden. Nivel 3</i>
A10	<i>Yo pienso que todos son buenos argumentos. Nivel 1</i>	<i>Me he fijado en la fuente de Marçal porque sólo pone ejemplos de conocidos y esto hace que sean malos argumentos. Sonia se ve que está más informada y que da argumentos con estadísticas, comparaciones y esto provoca que sus argumentos sean buenos. Nivel 4</i>

DISCUSIÓN

El análisis de resultados muestra una evolución en el tipo de argumentos que los alumnos utilizan al inicio y al final del curso. Esta evolución se debe a la realización en el aula de distintas actividades que fomentan estrategias de pensamiento crítico.

Al inicio de curso (pretest), la mayoría de los alumnos discernían entre diferentes tipos de argumentos, pero muchos de ellos no eran capaces de justificarlo a partir de criterios de pensamiento crítico o lo hacían únicamente en base a su opinión. A final de curso (postest), aumentó el número de alumnos capaces de discernir entre argumentos y de justificarlo a partir de criterios de pensamiento crítico. En el postest los estudiantes mostraron un buen dominio de los conceptos y del léxico trabajados entorno al pensamiento crítico dando justificaciones más completas y complejas.

Con relación a los criterios usados por los estudiantes a la hora de justificar su evaluación de los argumentos, a inicio de curso estos pusieron más énfasis en la calidad lingüística y lógica del argumento, especialmente si éste coincidía con su opinión. A final de curso la mayoría de los estudiantes que indicaron criterios se basaron en la fuente, mostrando

confianza hacia las autoridades o los datos procedentes de estudios, y cuestionando las informaciones procedentes de la experiencia propia o de otros; seguido de criterios de calidad. Pocos estudiantes evaluaron los puntos de vista y los conocimientos relevantes en los que los argumentos se sustentaban o no.

Los análisis mostrados ponen de manifiesto como la intervención didáctica tuvo un efecto positivo en la evolución de la capacidad de los estudiantes a la hora de discernir entre argumentos y evaluarlos a partir de criterios de pensamiento crítico. En la comunicación se presentarán los resultados globales de todos los grupos. Finalmente, cabe destacar que el pensamiento crítico no se puede desarrollar en un único curso, sino que debe trabajarse a lo largo de toda la escolaridad.

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco López, A., España Ramos, E., y Franco-Mariscal, A. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación científica.*, 1(1), 107-115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- Brown, A. (1997). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*(52), 399-413.
- Couso, D., y Puig, B. (2021). Educación científica en tiempos de pandemia. *Alambique*, 104, 49-56.
- Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus For Purposes of Educational Assessment and Instruction*. American Philosophical Association, Newark. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=ED315423>
- Izquierdo, M., y Aliberas, J. (2021). Pensamiento crítico y valores en las distopías del no futuro. *XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible* (págs. 1923-1926). Portugal: Enseñanza de las Ciencias.
- Jiménez-Aleixandre, M., Brocos, P., & Puig, B. (2017). Personal or Social Responsibility? Challenging Social Ideas as a Component of Critical Thinking. *17th EARLI Conference*, (pág. Esborrany). Tempere, Finland.
- Lipman, M. (2016). *El lugar del pensamiento en la educación* (Primera ed.). (M. G. Pérez, Trad.) Barcelona: Octaedro.
- Oliveira, M. d., y Serra, P. (2017). La creatividad, el pensamiento crítico y los textos de ciencias. *Tarbiya, Revista De Investigación E Innovación Educativa*(36), 59-80.
- Paul, R., y Elder, L. (2003). *The Foundation for Critical Thinking*. Obtenido de <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>
- Solbes, J., y Torres, N. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(33), 61-85.
- Suárez-Álvarez, J. (2021). Are 15-year-olds prepared to deal with fake news and misinformation? *PISA in Focus*(113), 1-8. doi:<https://doi.org/10.1787/6ad5395e-en>
- Torres, N., y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*(34.2), 43-65.
- van Gelder, T. (2005). Teaching Critical Thinking: Some Lessons From Cognitive Science. *College Teaching*, 53(1), 41-46.

¿Qué editoriales usan los centros de E.S.O. en Andalucía para la asignatura de Biología y Geología?

Sila Pla-Pueyo¹, Alejandro Ramón-Ballesta², Susana Rams-Sánchez³, Francisco González-García⁴, Ana María Ramos-García⁵.

¹Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. spla@ugr.es,

²Instituto de Astrofísica de Andalucía-CSIC. arb@iaa.es.

³Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada, susanarams@ugr.es.

⁴Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada, pagoga@ugr.es.

⁵Dpto. de Didáctica de la Lengua y la Literatura. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. anamariaramos@ugr.es.

RESUMEN: Se presenta un estudio centrado en identificar las editoriales de los libros de texto que se usaron en los centros educativos andaluces para la asignatura de Biología y Geología en la etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.) durante el curso 2020-21. Partiendo de una muestra de 367 centros educativos andaluces escogidos aleatoriamente con ponderación provincial, se han identificado un total de 19 editoriales, de las cuales hay 5 mayoritarias cuyo uso predomina sobre las demás.

PALABRAS CLAVE: Andalucía, Biología y Geología, editorial, E.S.O., libros de texto

ABSTRACT: The present study focuses on identifying the main publishing houses of the textbooks that were used in Andalusian high schools to teach the subject "Biology and Geology" during the compulsory secondary education stage during the academic year 2020-2021. Starting from a sample of 367 schools randomly selected, and weighing them by provinces, a total of 19 publishing houses have been identified, from which 5 are predominantly used over the others.

KEYWORDS: Andalusia, Biology and Geology, publisher, E.S.O., textbooks

MARCO TEÓRICO

Los análisis de libros de texto son un tipo de estudio clásico en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales que a día de hoy se sigue utilizando en la investigación tanto nacional como internacional, tanto con objeto de refinar los propios instrumentos para llevar a cabo dicho análisis como para tener un criterio objetivo de evaluación de la calidad científica del libro en cuestión (e.g. Levie y Lentz, 1982; Cabero et al., 1995; Perales y Jiménez, 2002; Del Carmen Martín y Jiménez-Aleixandre, 2010; King, 2010; Perales y Vílchez, 2012, 2015; Occelli y Valeiras, 2013; Overman et al, 2013; Braga y Belver, 2016; Silva y Jiménez Pérez, 2017; Aguilera y Perales, 2018; Ibáñez-Ibáñez et al., 2019; García Barros et al., 2021). El interés de estos análisis está directamente relacionado con el hecho de que, aunque las administraciones educativas cada vez

reconocen más la viabilidad de otras alternativas (Perales y Vélchez, 2012) y la mayoría del profesorado es consciente de las limitaciones y posibles errores en los textos, éstos siguen siendo el recurso más utilizado en la enseñanza actual (López-Sánchez et al., 2018) y, por tanto, es importante para los educadores identificar qué ventajas puede tener una editorial sobre otra o cuáles son las que presentan más errores conceptuales en sus libros.

En este estudio se analizan las editoriales de libros de texto utilizadas en los centros de E.S.O. andaluces, en concreto para la asignatura de Biología y Geología, que se imparte de forma obligatoria en 1º y 3º de la E.S.O., y de forma optativa en 4º. El objetivo final es disponer de datos estadísticamente respaldados que faciliten la elección de las editoriales a muestrear en futuros análisis de libros de texto de la citada asignatura, de modo que dicha selección sea representativa para toda Andalucía y que dichos estudios y consecuentes propuestas de mejora beneficien a la mayor población posible.

METODOLOGÍA

A continuación, se detalla la metodología seguida en el presente estudio tanto para la selección de la muestra estadísticamente como para la obtención de datos y su tratamiento estadístico.

Selección de la muestra de centros

La muestra se ha seleccionado a partir de los listados que aparecen en la web de la Junta de Andalucía (<https://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/centros/index.asp>), limitándola a los que imparten E.S.O. en cada provincia (1616 centros en total). Esos datos no sólo comprenden institutos de Educación Secundaria y centros docentes privados (los concertados aparecen categorizados como privados), sino que también incluyen Colegios de Educación Infantil y/o Primaria (C.E.I.P.) y Colegios Públicos Rurales (C.P.R.) que sólo imparten 1º y 2º de la E.S.O. En casos muy concretos, hay centros que no imparten 1º ni 2º de la E.S.O. pero sí 3º y 4º.

Para estimar un tamaño de la muestra que sea representativo se ha usado una distribución normal (Gaussiana) y se ha elegido un intervalo de confianza (que se define como $(1 - \alpha)$) del 95% con un error e del 5%. Con esto, el tamaño mínimo de la muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2 \cdot (N-1) + z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

donde N es el tamaño de la población, n el tamaño de la muestra, $z_{2\alpha/2}$ es un valor que se obtiene de la tabla de la distribución normal (en nuestro caso 1.96) y p es un parámetro de valor desconocido a priori. Se ha utilizado un valor $p = 0.5$ ya que maximiza el producto $p \cdot (1 - p)$.

Con estos datos se obtiene que el tamaño de muestra a analizar debe ser de 311 centros. Se han distribuido ponderadamente por provincias, según el número total de centros en cada una de ellas. Aunque el valor obtenido es de 311, la muestra utilizada en este estudio ($n = 367$) es algo mayor porque se ha añadido un centro extra por cada uno en el que no se imparten los cuatro cursos de E.S.O.

Obtención y tratamiento estadístico de los datos sobre editoriales

La comprobación de qué libros de texto (y, por tanto, qué editoriales) se utilizan en los distintos centros andaluces se ha realizado a través de la página web de la Junta de Andalucía, utilizando la herramienta "Consulta selección de libros de texto del Programa de Gratuidad de Libro, curso 20-21" (<https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/web/becas-y-ayudas/gratuidad-de-libros/consulta-seleccion-de-libros-de-texto>). De los centros seleccionados inicialmente, sólo un 6.26% no presentaban registro en la base de datos de Gratuidad del Libro, posiblemente por no ser centros financiados con fondos públicos y por tanto, no estar incluidos en el programa de gratuidad. Estos centros sin registro se han sustituido por otros elegidos también aleatoriamente.

Se han obtenido datos de las editoriales usadas en los 367 centros muestreados, con el objeto de averiguar cuántos centros utilizan cada editorial en toda Andalucía, teniendo en cuenta que, en numerosas ocasiones, un mismo centro usa diferentes editoriales para los distintos cursos estudiados (1º, 3º y 4º de la E.S.O.).

RESULTADOS

Según los datos obtenidos a partir de los 367 centros muestreados, en Andalucía se utilizan, al menos, 19 editoriales diferentes para la asignatura de Biología y Geología de los tres cursos de educación secundaria analizados (1º, 3º y 4º de la E.S.O.). Atendiendo al número de centros que utiliza cada editorial y teniendo en cuenta que algunos centros usan editoriales diferentes según el curso (Figura 1), las cinco editoriales más utilizadas en general en Andalucía (con el número de centros que las usan entre paréntesis) son: Anaya (124), Santillana-Grazalema (92), SM (71), Oxford University Press (67) y Edelvives (58). Como se aprecia en la Figura 1, el resto de editoriales son utilizadas por 25 centros o menos.

En los centros en los que se imparte el Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento sólo se utilizan para dicho programa las editoriales Macmillan (19 centros), Bruño (14), Edítex (8), Edelvives (1) y Teide (1).

Al comparar estos datos con los datos por curso se ha comprobado que coinciden a grandes rasgos, pues las editoriales más utilizadas son las mismas y mantienen el orden reflejado en la Figura 1.

Sin embargo, hay numerosos centros que usan diferentes editoriales para la asignatura según el curso, aparte de que las editoriales utilizadas varían también según la provincia que se analice. Un análisis detallado de esta variabilidad por provincias y cursos requeriría un muestreo inicial más extenso del que se plantea en este estudio, por lo que se contempla la posibilidad de realizarlo en un futuro próximo.

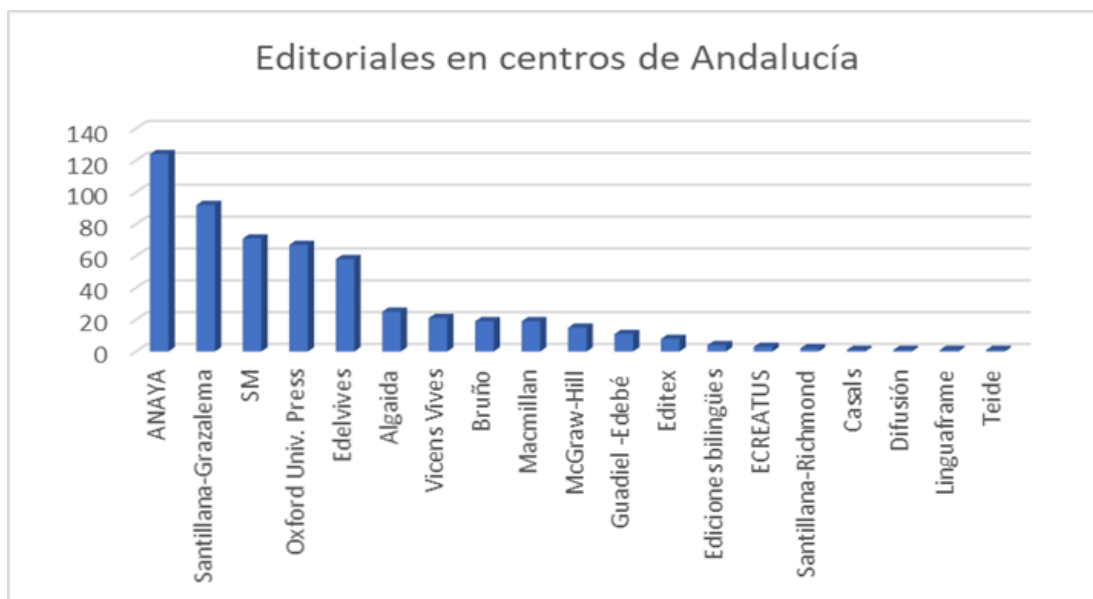


Figura 1. Número de centros andaluces muestreados y editoriales utilizadas para Biología y Geología

CONCLUSIONES

El presente estudio evidencia que hay un mínimo de 19 editoriales que se utilizan en los centros andaluces para impartir la asignatura de Biología y Geología en la E.S.O., entre las que destacan, de mayor a menor utilización: Anaya, Santillana-Grazalema, SM, Oxford University Press y Edelvives.

La variabilidad de editoriales en función de los cursos y de las provincias indica que, para estudios más específicos centrados en temáticas concretas dentro de la Biología y la Geología, sería necesario realizar un estudio adicional pormenorizado que permita identificar criterios de selección de las editoriales en futuros estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. y Perales, F.J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 36 (3), 41-58. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2423>
- Braga, G. y Bolver, J. L. (2016). El análisis de libros de texto: Una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199-218. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688
- Cabero, J., Duarte, A. y Romero, R. (1995). Los libros de texto y sus potencialidades para el aprendizaje. En J. Cabero y L. M. Villar (Eds.), *Aspectos Críticos de una Reforma Educativa*. Universidad de Sevilla.
- Del Carmen Martín, L. M. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 48-55.
- García Barros, S., Martínez Losada, C. y Rivadulla López, J. (2021). Actividades de textos escolares. Su contribución al desarrollo de la competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 219-238. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3099>
- Ibáñez-Ibáñez, M. M., Romero-López, M. C. y Jiménez-Tejada, M. P. (2019). ¿Qué ciencia se presenta en los libros de texto de Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 0049-71. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2668>
- King, C.J.H. (2010). An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32 (5), 565-601. <https://doi.org/10.1080/09500690902721681>

- Levie, W. H. y Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *ECTJ*, 30(4), 195–232. <https://doi.org/10.1007/BF02765184>
- López-Sánchez, F.J., García-Prieto, F.J. y Travé-González, G.H. (2018). La enseñanza sobre el medio y los libros de texto en Andalucía: un análisis de contenido y de concepciones del profesorado. *Revista Complutense de educación*, 29(2), 539–557. <https://doi.org/10.5209/RCED.53450>
- 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, 369–386. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3954>
- Perales, F.J. y Vílchez, J.M. (2012). Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 75–82.
- Perales, F. J. y Vílchez, J. M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 0243–262. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1484>
- Overman, M., Vermunt, J. D., Meijer, P. C., Bulte, A. M. y Brekelmans, M. (2013). Text-book questions in context-based and traditional chemistry curricula analysed from a content perspective and a learning activities perspective. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2954–2978. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680253>
- Ocelli, M. y Valeiras, N. (2013) Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133–152. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761>
- Silva, L. A. y Jiménez Pérez, R. (2017). Las imágenes en los libros de texto: un análisis en el ámbito del ecosistema. *Revista Investigación en la Escuela*, 93, 58–75. <https://doi.org/10.12795/IE.2017.i93.05>

¿Qué material puedo utilizar para crear una botella de un refresco?: desarrollo del pensamiento crítico en Secundaria

Amaya Satrústegui Moreno¹, Ester Mateo González², Alberto Quílez Robres³ y Alejandra Cortés Pascual⁴

¹ Colegio Sagrado Corazón Moncayo. Zaragoza (España)

² Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza (España), emateog@unizar.es.

³ Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza (España), aquilez@unizar.es.

⁴ Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza (España), alcortes@unizar.es.

RESUMEN: Este trabajo analiza el pensamiento crítico de dieciocho alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (15-16 años) en la asignatura de Cultura Científica bilingüe durante la resolución de un problema sobre el uso de diferentes materiales. Para llegar a una conclusión, los alumnos deben realizar diferentes actividades guiadas por el profesor y analizar los datos obtenidos en cada una de ellas con la finalidad de elegir el mejor material para la creación de una botella de un refresco. Los resultados muestran que los estudiantes son capaces de establecer conclusiones y exponer sus razones, pero tienen dificultades a la hora de evaluar la validez y la pertinencia de la información utilizada y presentan problemas para modificar una conclusión, incluso cuando las pruebas disponibles la contradicen.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico, Argumentación, Aprendizaje Basado en Problemas y Educación Secundaria Obligatoria

ABSTRACT: This paper analyses the performance of eighteen students in the 4th year of Secondary Education in the bilingual subject of Scientific Culture during the resolution of a problem on the use of different materials. In order to reach a conclusion, the students have to carry out different activities guided by the teacher and analyze the data obtained in each of them with the aim of choosing the best material for the creation of a soft drink bottle. The results show that students are able to draw conclusions and state their reasons, but have difficulties in assessing the validity and relevance of the information used and have problems in modifying a conclusion, even when the available evidence contradicts it.

KEYWORDS: Critical Thinking, Argumentation, Problem Based Learning and Secondary education

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El mundo está en un constante cambio, por ello uno de los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria es dotar a los estudiantes de las competencias básicas necesarias para que sean capaces de aplicar los conocimientos que han ido adquiriendo. De esta

manera, tomando decisiones desde un punto de vista crítico, podrán resolver situaciones nuevas que les aparezcan en su vida real (Real Decreto 1631/2006).

La ciencia forma parte en el día a día de cualquier persona y es por ello que resulta tan importante que los escolares desarrollen habilidades científicas para que sean capaces de tomar decisiones en el futuro (Bravo et al., 2014). Para ello, deben desarrollar su pensamiento crítico, es decir, deben ser capaces de evaluar la relevancia de la información que van a utilizar, ser capaces de analizar y sintetizar correctamente esta información y, de esta manera, formar argumentos precisos (Reynders et al., 2020).

Uno de los problemas de la enseñanza de las ciencias es que apenas se expone cómo los científicos han ido resolviendo los problemas que se planteaban para llegar a sus conclusiones ni se hace referencia a las pruebas que sustentan los modelos científicos (Jiménez y Puig, 2010). Por ello, los documentos curriculares más recientes incluyen como necesarias las prácticas científicas como la argumentación para comprender cómo se genera y comunica el conocimiento científico (Crujeiras-Pérez et al., 2020). La utilización de controversias sociocientíficas promueve que los alumnos tomen decisiones sobre las situaciones planteadas de manera argumentada promoviendo el desarrollo de la competencia científica (Magureri et al., 2017).

La investigación educativa nos ha demostrado que, si se quiere que los escolares desarrollen el pensamiento crítico y el aprendizaje autónomo, deberemos utilizar métodos centrados en el alumno. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Barrows, 1986; Walker y Leary, 2009).

El objetivo de esta investigación es examinar cómo, los estudiantes al final de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, analizan, evalúan y sintetizan la información a la hora de resolver un problema real, para llegar a una conclusión respaldada con evidencias.

METODOLOGÍA

Participantes

Los participantes fueron 18 alumnos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (12 chicas y 6 chicos de edades comprendidas entre los 15 y los 16 años) que cursaban la asignatura de Cultura Científica (bilingüe) del curso 2021/22 organizados en siete grupos de dos o tres alumnos cada uno. Esta actividad es la primera de un proyecto ABP más extenso (anual) en el que poco a poco se pretende dar más autonomía al alumnado.

Diseño y desarrollo de la unidad didáctica

Para realizar el diseño de la unidad didáctica se basó en la información proporcionada por el proyecto APQUA “Los plásticos en nuestra sociedad” de la Universidad de Rovira i Virgili. De esta manera, siguiendo la estructura de ABP, los alumnos deben ponerse en la piel de un asesor medioambiental contratado por una empresa productora de bebidas carbonatadas para conocer el mejor material para realizar sus botellas (Tabla 1).

Al acabar las actividades, los alumnos debían entregar un portafolio donde se les pedía un resumen del trabajo realizado durante todas las sesiones y unas conclusiones finales donde justificaran la elección del mejor material.

Tabla 1. Secuencia didáctica planteada

ACTIVIDAD	TÍTULO	OBJETIVO	HORAS
A	Plantear el problema y emisión de hipótesis	Presentar el proyecto, realizar una tabla de ventajas y desventajas de cada material partiendo de los conocimientos previos del alumnado y enunciar una hipótesis de partida.	3
B	Encuesta a tres generaciones	Conocer la evolución del uso de los materiales a lo largo de los años haciendo una encuesta a personas de tres generaciones diferentes.	2
C	Propiedades de los plásticos	Analizar y recoger datos de primera mano sobre densidad, flexibilidad, dureza, diafanidad, efecto de la acetona y del calor en diferentes plásticos.	2
D	Océanos de plástico	Tomar conciencia de los problemas medioambientales que algunos materiales generan en los océanos y mares a través de la visualización de un documental.	2
E	Cálculos sobre consideraciones medioambientales	Recoger y analizar datos sobre el agua utilizada, la energía necesaria, la emisión de CO ₂ y el residuo sólido generado en la creación de una botella de diferentes materiales.	2
F	Conclusiones	Utilizar todos los datos obtenidos para generar una conclusión argumentada sobre la elección del material utilizado para fabricar una botella de un refresco.	3

Herramientas de análisis

Como herramienta de análisis se han utilizado las categorías propuestas por Reynders et al. (2020) adaptándolas al caso de estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de análisis utilizadas para analizar la secuencia planteada

CATEGORÍAS	VALOR	EXPLICACIÓN	EJEMPLO
Evaluación	1	Se indica por qué realizan cada una de las actividades pero sin especificar los motivos que les llevan a pensar que es un buen método para extraer información fiable o haciéndolo de manera incorrecta.	Creemos es una buena manera de decidir qué material usar “porque con este análisis podemos saber cómo un material va a ser bueno para algo.”
	3	Se determinó parcialmente la pertinencia y la fiabilidad de la información que podría utilizarse para apoyar una conclusión o un argumento faltando información importante comentada en clase.	“Creemos que la encuesta es un método fiable ya que nos da información de las diferentes generaciones, así que podemos descubrir cómo han podido cambiar durante los años, cuales son más usados y cuales menos...” En este trabajo no se habla de la importancia del muestreo.
	5	Se determinó extensamente la pertinencia y la fiabilidad de la información que podría utilizarse para apoyar una conclusión o un argumento aportando motivos para tal determinación.	No creemos que este método sea una buena manera de decidir qué material usar “porque algunas ventajas son mucho más importantes que otras, por ejemplo, si somos una consultoría medioambiental, para nosotros será más relevante el tema de la reciclabilidad.”
Análisis	1	Aportan información y/o datos relacionados con la tarea sin analizarla.	En esta parte del proyecto hemos trabajado con nuestros compañeros para comparar nuestros resultados de la tarea en una tabla. Podemos observar que los resultados son similares en cada grupo.
	3	Se interpretó la información para determinar el significado y extraer las pruebas pertinentes con algunos errores.	Analizando la energía requerida para realizar las botellas: “Cuando hablamos de un kilogramo de estos materiales el más barato es el aluminio” (Aluminio: 205.145 MJ/kg; Vidrio: 16.518 MJ/kg)

	5	Se interpretó de manera precisa la información para determinar su significado y extraer las pruebas pertinentes.	“Si analizamos la energía y las fuentes requeridas para producir la botella, el plástico es el que usa menos energía y menos agua. También produce menos emisiones comparado con el aluminio y el cristal...”
Síntesis	1	La información está incluida sin un hilo conductor que explica el proceso seguido.	Actividad 1-... Actividad 2-....
	3	La información está incluida en un solo párrafo o en párrafos con poca conexión.	“El uso de plásticos se ha incrementado en las últimas generaciones...” “En la matriz de decisión...”
	5	La información está incluida con un hilo conductor que explica el proceso seguido.	“De acuerdo con los datos y todos los experimentos que hemos realizado, el plástico ...”
Formar argumentos (estructura)	1	Falta información o datos de más de dos actividades.	No aportan información de ninguna actividad en las conclusiones.
	3	Falta información o datos de una o dos actividades	No aportan información sobre el documental visto.
	5	Aportando datos o información de todas las actividades	Hacen un estudio completo sobre el proceso realizado.
Formar argumentos (validez)	1	La afirmación, las pruebas y el razonamiento no son coherentes y contienen errores.	“Para nosotros, el mejor material para crear una bebida carbonatada es plástico. Podría sonar increíble debido a su fracaso en la matriz de decisión...”
	3	La afirmación, las pruebas y el razonamiento no son coherentes.	“..., aunque los datos muestran que el aluminio no es el mejor material, creemos que es la mejor opción...”
	5	La afirmación, las pruebas y el razonamiento son coherentes	“... el plástico es el mejor material en la mayoría de los temas que creemos que son esenciales para decidir qué material es el mejor: fragilidad, reciclabilidad, es inerte, ligero, ...”

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Debido a la diferente naturaleza de las categorías y a la estructura del proyecto, se realizó un estudio de la evaluación (Ev) y el análisis (A) de los alumnos en cada una de las actividades de la A a la E (Tabla 2 y Figuras 1 y 2). Por otra parte, la síntesis y la argumentación se estudió en las conclusiones ya que fue en el único apartado en el que se les exigió a los estudiantes el desarrollo de estas dos categorías (Figura 3).

Tabla 2. Estudio de la evaluación y el análisis

CATEGORÍA	A	B	C	D	E	TOTAL
Ev	22	15	0	4	23	64
A	27	11	19	10	29	96
Total	49	26	19	14	52	160

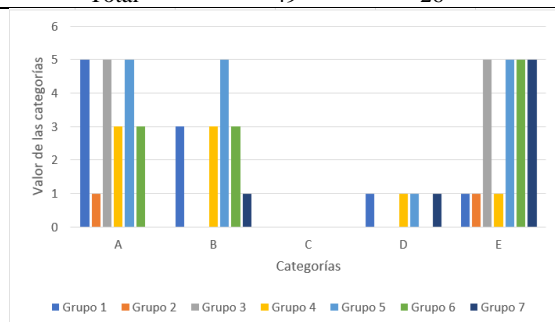


Figura 1. Estudio de la evaluación

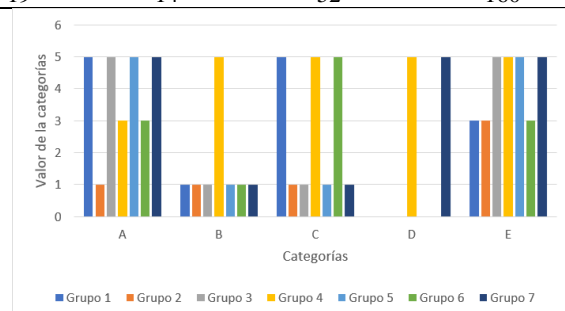


Figura 2. Estudio del análisis

Al analizar los datos, se puede observar cómo los alumnos dan más importancia a algunas actividades que a otras. Así, la actividad relacionada con los cálculos sobre consideraciones ambientales o la creación de una hipótesis tienen puntuaciones muy altas (52 y 49 puntos respectivamente). En ellas, los alumnos han analizado los datos de manera precisa y evaluado su pertinencia y fiabilidad. Por el contrario, otras actividades, como son la visualización de un documental o el estudio de las propiedades de diferentes plásticos (14 o 19 puntos respectivamente), o no aparecen en el portafolio, o lo hacen de manera muy escueta por considerarlas menos importantes (Figuras 1 y 2).

Si sumamos todos los valores de cada categoría, podemos observar que hay una diferencia considerable entre los 64 puntos que obtiene la evaluación y los 96 puntos del análisis. Esto puede ser debido a que los alumnos están acostumbrados a analizar datos en diferentes asignaturas, pero normalmente hacen lo que se les pide sin pensar en el porqué.

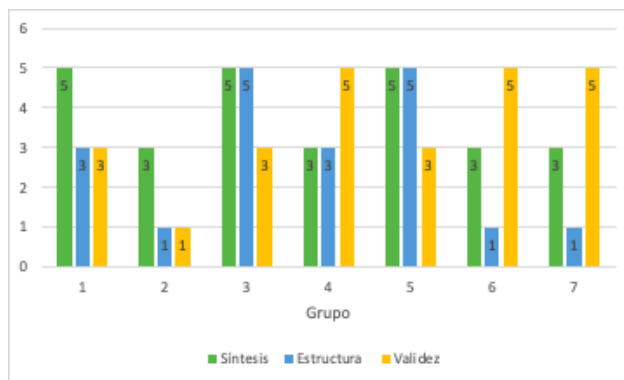


Figura 3. Estudio de la síntesis y la argumentación (estructura y validez)

Si nos centramos en el estudio de la argumentación y síntesis de los alumnos (Figura 3), los resultados apoyan los aportados por Maloney y Simons (2007) ya que, como ya se ha comentado anteriormente, dan mayor importancia a algunas actividades que a otras, apareciendo en cinco de los grupos solo parte de las pruebas para apoyar sus conclusiones. Por otro lado, cuatro de los siete grupos realizan afirmaciones que no son coherentes con los datos analizados. Al igual que en el trabajo presentado por Evagorou et al (2012), se observa que los informes de los grupos 1, 2 y 3 muestran la dificultad que encuentran los alumnos de cambiar de opinión aun cuando los datos utilizados presentan una considerable discrepancia con su postura, mientras que en el grupo 5 demuestra la influencia que un medio audiovisual tiene por encima de datos numéricos obtenidos en primera mano en la toma de decisiones de los alumnos. Así, dan mucha más importancia a la contaminación de los océanos por los plásticos que la contaminación que produce la creación de botellas relacionada con los gases de efecto invernadero, la energía, el residuo sólido o el agua requerida.

En resumen, en un grupo de alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, se han encontrado diferentes dificultades a la hora de cambiar su hipótesis de partida y a la hora de evaluar la pertinencia y fiabilidad de la información utilizada para justificar sus conclusiones. Por ello, consideramos que promover las metodologías activas en el aula para desarrollar el pensamiento crítico de los alumnos es fundamental para aprender a argumentar y tomar decisiones fundamentadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>

- Bravo, B., Romero, C., Mesa, V. (2014). Desempeño en el uso de pruebas en estudiantes 3° de ESO durante la resolución de un problema sobre alimentación humana. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 11(3), 320-334. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.04
- Evagorou, M., Jiménez-Alexandre, M.P. y Osborne, J. (2012). Should We Kill the Grey Squirrels?. A Study Exploring Student's Justifications and Decision-Making, *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619211>
- Jiménez, M.P., Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 11-18.
- Magureri, G., Uskola, A., Burgoa, B., (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2) , 29-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2237>
- Maloney, J. y Simons, S. (2007). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841. <https://doi.org/10.1080/09500690600855419>
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE 5, 677-773.
- Reynders, G., Lantz, J., Ruder, S.M., Standford, C.L. y Cole, R. (2020) Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education* 7, 9. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>
- Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1061>

Análisis de la calidad argumentativa en un proyecto de verificación de Apps

Mauricio Aguilera¹, Víctor López-Simó².

¹Universitat Autònoma de Barcelona. mauricio.aguilera@e-campus.uab.cat.

²Universitat Autònoma de Barcelona. victor.lopez@uab.cat.

RESUMEN: En esta investigación hemos analizado la calidad argumentativa de un proyecto que promueve el pensamiento crítico mediante la argumentación sobre la fiabilidad de una App. Se ha analizado una muestra de 76 videos argumentativos donde alumnado de 2 de ESO del Instituto Pau Villa de Sabadell (Cataluña), realizan una pequeña investigación para recolectar pruebas sobre una App a su elección. Realizamos un diseño metodológico basado en el modelo de Toulmin y generamos una rúbrica para evaluar la calidad argumentativa, lo que nos permitió categorizar los argumentos en niveles. Pudimos constatar que el grueso de la muestra usa niveles de argumentación medios y bajos, y poco los niveles superiores. Además, parece que la calidad de argumentación se ve afectada por el andamiaje y no tanto por el tipo de App usada por el alumnado.

PALABRAS CLAVE: Argumentación, pensamiento crítico, Apps

ABSTRACT: In this research we have analyzed the argumentative quality of a project that promotes critical thinking by using the scientific argumentation practice about the study of reliability of a mobile application (App). A sample of 76 argumentative videos has been analyzed where students the 2nd year ESO from the Pau Villa Institute in Sabadell (Catalonia) performed a small investigation to collect evidence about a mobile App of his choice. We carried out a methodological design based on the Toulmin model and generated a rubric to evaluate the argumentative quality, which allowed us to categorize the arguments into four levels. We were able to verify that the majority students in the sample uses low and intermediate argumentation levels and almost none higher levels. Furthermore, it seems that the quality of argumentation is affected by the scaffolding and less by the kind of Apps used.

KEYWORDS: Argumentation, critical thinking, mobile Apps

INTRODUCCIÓN

El pensamiento crítico y argumentación en el aula de ciencias

Desde la enseñanza de las ciencias cada vez se da más importancia no solo al conocimiento científico sino al desarrollo de su pensamiento crítico, entendido como: “La capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la realidad y participar en ella” (Jiménez-Aleixandre, 2010, p.39). Según Berland y McNeill (2010, p.766) si los estudiantes no están capacitados para criticar las ideas que se discuten en una cultura que valora la evidencia, entonces acaban aceptando las ideas que suenan plausibles. Para lograr un mayor desarrollo del pensamiento crítico diferentes autores han puesto énfasis en la práctica científica de la argumentación (NCR, 2012; Osborne, 2014; López-Gay et al., 2020; Couso et al., 2020).

Según Osborne et al. (2016) y Jiménez-Aleixandre (2010) podemos conceptualizar la argumentación como una competencia que requiere la combinación de conocimientos declarativo, procedimental y epistémico, así como habilidades, y que permite la construcción de razones en base a pruebas y en muchos casos, mediante un proceso de crítica. El producto final argumentativo debe persuadir retóricamente por medio de razones a la comunidad científica escolar, y puede ser presentado de forma oral o escrito (Sardà y Sanmartí, 2000; Berland y McNeill; 2010).

Para evaluar la argumentación del alumnado, muchos investigadores usan el modelo de Toulmin (Jiménez-Aleixandre et al., 2009, p.11), que se basa en seis componentes: Prueba (son observaciones, hechos o experimentos a los que se apela para evaluar el enunciado), Justificación (es un enunciado que pone en relación la explicación con las pruebas), Conclusión (el enunciado que se pretende probar o refutar), Fundamento Teórico (respalda la justificación, apelando a teorías), Calificadores modales (expresan el grado de certeza o incertidumbre del argumento), y Refutación (es el reconocimiento de las restricciones o excepciones a la conclusión).

App Checkers: un proyecto de verificación de Apps

App Checkers (López-Simó, 2021) es un Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que consiste en que el alumnado pueda verificar la fiabilidad de una App móvil que supuestamente mide alguna magnitud (sea cierto o no) y que pueda tener aplicaciones sociales y/o profesionales (sonómetros, detectores de metales, detectores de mentiras, etc.). El nombre del proyecto se inspira en la idea del "Fact Check" periodístico, pero aplicado a un contexto científico escolar. A diferencia de muchas propuestas didácticas que se basan en "aprender con el móvil", en App Checkers se trata de "aprender sobre el móvil y sus Apps".

En el proyecto cada alumno primero elige una App y trata de comprender su funcionamiento. Después diseña uno o varios experimentos para poner a prueba la App elegida y recoge datos para analizarlos en formas de tablas, gráficas, etc. A partir de las pruebas obtenidas el alumnado debe argumentar si la App que ha elegido puede ser considerada fiable o no, y construir un producto argumentativo final en forma de una video presentación corta (entre 1 y 3 min) donde argumente su posición.

Preguntas de investigación

Es en este contexto que nos preguntamos:

- ¿Qué tipologías de argumentos utiliza el alumnado de 2 de ESO para verificar la fiabilidad de una App?
- ¿Cómo influye el tipo de App y tipo de andamiaje en la calidad de los argumentos que utiliza el alumnado de 2 de ESO?

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

El proyecto App Checkers fue realizado en el Instituto Pau Vila de Sabadell (Cataluña), un centro público situado en los barrios céntricos, que recibe mayoritariamente alumnado de clase media. El alumnado participante fue de segundo de ESO y cursaba la asignatura de Física y Química. Primero, en el curso 19-20 el proyecto fue implementado en 2 grupos-clase por el profesor que había diseñado el proyecto, y en el curso 20-21 se realizó en 5 grupos-clase con dos profesores nuevos que heredaron el proyecto. Al final del proyecto todos los profesores recogieron las video presentaciones del alumnado, que

trabajaron en pequeños grupos de entre 2 y 5 miembros, obteniendo un total de 29 videos para el primer año y 47 videos para el segundo año. La única diferencia entre las dos implementaciones fue el tipo de andamiaje que se ofreció al alumnado para construir su producto argumentativo, ya que en la implementación 19-20 se usó una escala de fiabilidad que permitía clasificar las diferentes Apps de menos a más fiables, mientras que en el año 20-21 no se usó dicha escala.

ANÁLISIS DE DATOS

Los videos obtenidos fueron numerados del 1 al 76 y se usó un código identificador de cada video con metadatos. Como segundo tratamiento se realizó una transcripción de los videos. Posteriormente se identificaron las componentes del modelo de Toulmin en cada transcripción y se generó una base de datos para hacer un recuento de prevalencia de cada componente. Finalmente, a partir de esta base de datos se generó un sistema de categorías en base a niveles para clasificar la calidad de cada producto argumentativo (Tabla 1).

Tabla 1. Rúbrica para el estudio de la calidad en Argumentación

Nivel	Definición	Ejemplo
Nivel 0 (P)	La argumentación no incluye ningún tipo de justificación (J) ni de conclusión. Simplemente se presentan pruebas (P) acerca de cómo es la App, cómo funciona o qué tipo de datos recoge.	* En cursiva comentarios y sin color. * En gris informaciones adicionales que no forman parte del argumento. He elegido una App <i>medidor de distancia</i> . Puedes medir distancia corta o larga [<i>Muestra las opciones por pantalla, enfoca una estantería de su habitación y usa la App para medir su longitud</i>]. El resultado es 160,56 m [<i>El resultado no tiene sentido, ya que la estantería se encuentra a unos 2 metros</i>]. Lo bueno que tiene la App es que el resultado se queda guardado . Esta es mi App, espero que os haya gustado.
Nivel 1 (PJ)	La(s) prueba(s) van acompañada(s) de algún tipo de discusión simple que podría inducir a una conclusión, pero esta conclusión no se explicita en ningún momento.	La aplicación se llama “traductor de perros y gatos”. Tiene dos estrellas y la mayoría de los comentarios son malos [<i>en Google Play</i>]. Lo malo de la aplicación es que cuando lo traduces [el maullido de un gato] te traduce cosas sin sentido, cada vez va cambiando. Cuando le das a reproducir [el mismo sonido] otra vez, te cambia el texto.
Nivel 2 (PJC)	La argumentación incluye una conclusión (C) sobre la fiabilidad de la App elegida, pero la justificación que se usa es débil (confusa o sin relacionar adecuadamente la prueba con la conclusión).	Ghost observer es un detector de fantasmas. Cuando enfocas con la cámara del teléfono móvil, al cabo de 10-15 segundos aparece un fantasma, y cuando han pasado 50 segundos desaparece. Es una aplicación aleatoria que aparece en cualquier sitio, excepto cuando es de noche, que aparece más rápido. Cuando un fantasma aparece detrás de una pared, desaparece más rápido. [<i>Explica los tipos de fantasmas que aparecen, y sus características</i>]. Los fantasmas hablan en un idioma fantasmal. Tienes que pagar 1,99€ para traducir lo que dicen en nuestro idioma. Que estafa. Espero que os haya servido, y no os la descarguéis.
Nivel 3 (PIC)	La argumentación conecta adecuadamente la(s) prueba(s), la(s) justificación(es) y la conclusión , explicitando qué razonamientos se usan para establecer la conclusión a partir de los datos.	Nuestra aplicación se llama Laser Pointer. [<i>Explican aspectos técnicos de la App</i>]. Enfocamos una parte del cuerpo con el móvil [<i>enfocan a su mano</i>] y seleccionamos la opción de escanear. En este caso no ha acertado porque sale un codo y no una mano [<i>les aparece una imagen de un codo en rayos X</i>]. Para comprobarlo hemos seleccionado dos partes de nuestro cuerpo, la cabeza y la rodilla, y los hemos escaneado 4 veces de cerca y 4 de lejos. El resultado es el siguiente. La primera vez nos dio una imagen de una rodilla... [<i>va enunciando los diferentes resultados obtenidos en cada prueba</i>]. Sacamos la conclusión que esta App es totalmente falsa, ya que la mayoría de las veces no coincide lo que dice [las supuestas imágenes en rayos X] con la realidad. Creemos que lo hace aleatoriamente, ya que cuando escaneando la misma parte del cuerpo nos da imágenes diferentes.

Nivel 4F (P FC)	Además de conectar adecuadamente la(s) prueba(s), la(s) justificación(es) y la conclusión, la justificación se apoya en un fundamento (F) que no se deriva de las pruebas sino en un conocimiento básico científico .	Voy a presentar esta aplicación, que se llama Lux, Light, Meter. Lo que mide esta aplicación es la intensidad de la luz, los lúmenes. Lo que haremos para la comprobación será, comprobar los lúmenes de esa luz LED de 50W y nos iremos a la cocina para comprobar los lúmenes de una luz halógena de 10W. Lo que nos da esta bombilla son 4600 lx. Vamos a la otra. En ésta colocaremos el móvil aquí porque si no cogería los lúmenes de las 3 luces. Nos da 133 lx. Según esta tabla [muestra una tabla de equivalencias en pantalla], 10 Watts, que era esa luz halógena, eran entre 70 y 100 lx, que sería lo que nos ha dado. Y, de 50W LED, nos daría 4500 lx, Entonces, esto nos dice que esta aplicación es válida.
Nivel 4M (P CM)	Además de conectar adecuadamente la(s) prueba(s), la(s) justificación(es) y la conclusión, modula su propia conclusión añadiendo algún matiz o refutación (M).	Vamos a presentar una aplicación que detecta los metales. Las dos nos hemos instalado la aplicación y pondremos el móvil en los mismos sitios y veremos si la diferencia de los números es muy grande o pequeño. Ahora lo vamos a comprobar con una manivela. Aquí como ve dice: metal detectado, entre 70 y 65. Y ahora con mi móvil. Dice entre 100 y 103. Me ha llegado a la conclusión de que esta aplicación no es muy fiable porque con mi móvil me ha dado 100 y con el de Aitana le ha dado 70, pero como ha salido metal detectado pensamos que quizá es algo verídica, pero creemos que en realidad no es muy fiable.
Nivel 4FM (P FCM)	La argumentación incluye prueba(s), justificación, fundamento y conclusión con cierta refutación y modulación.	Esta es mi aplicación, representa que detecta los metales, entonces vamos a comprobarlo. Aquí tenemos una pizarra de metal y vamos a acercarla. Vale, esto se ha puesto todo luminoso y los números han aumentado. Esto significa que sí funciona, pero lo que no me gusta es que no dice qué, no dice qué estamos midiendo [se refiere a las unidades]. Entonces mi hipótesis de ahora mismo es que el móvil contiene un imán, y con ese imán puede detectar los metales. El siguiente experimento que realizaremos será poner una moneda por todas las partes del móvil y mirar qué parte del móvil es la que lo detecta. [Lo prueba] Con el último experimento de la moneda hemos podido comprobar que aquí es donde está, según nosotros, el imán. Entonces, queremos coger un imán y comprobar si se engancha. Efectivamente, sí se engancha. Esto significa que nuestra hipótesis era correcta y que aquí existe un imán. Queremos comprobarlo con un clip que es muy ligero y que quizás sí que se enganchará. A ver, y si se engancha. En resumen, a mí me ha parecido una aplicación que es muy guay porque a mí me ha funcionado personalmente. En la escala de fiabilidad, estaría al 75% y lo único que me ha hecho echar atrás es que no te dice qué estamos midiendo, sino, yo, a mí me faltaría una letra al final como la medida de lo que estamos midiendo porque a mí el número no me deja bastante claro.

En paralelo al análisis de los videos según su calidad argumentativa se definieron otras variables independientes: el tipo de andamiaje y el tipo de App:

- Respecto al tipo de andamiaje se consideraron:
 - Los videos del curso 19-20 con la categoría “con escala de fiabilidad” (n=27).
 - Los videos del curso 20-21 con la categoría “sin escala de fiabilidad” (n=47).
- Para la variable tipo de App se definieron tres categorías:
 - Apps falsas, que directamente no miden nada y dan un valor aleatorio porque simulan estar midiendo, como el detector de mentiras, el detector de fantasmas, scanner corporal, detectores de amor y de amistad, etc. (n=30).
 - Apps engañosas, que utilizan filtro o geolocalización para simular que están midiendo como termómetros, cámaras infrarrojas, o cámaras de rayos X (n=15).

- Apps basadas en sensores y/o reconocimiento de imágenes por inteligencia artificial, que independientemente de su fiabilidad podemos confirmar que realizan una medida física real como sensores de luz, de sonido, de magnetismo, etc. (31).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 incluye tres gráficos, a la izquierda los porcentajes de cada nivel de calidad en argumentación para los $n=76$ videos, al centro los porcentajes de presencia de los niveles de calidad en argumentación según el andamiaje ($n=29$ y $n=47$), a la derecha los porcentajes de presencia de los niveles de calidad de argumentación según el tipo de App ($n=31$, $n=15$, $n=30$).

Se puede apreciar en la gráfica de la izquierda que la mayoría de los videos argumentativos está en los niveles 2 y 3, y hay pocos en los niveles 4F, 4M y 4FM y por lo tanto aparece más veces la estructura PJC con una justificación débil (nivel 2) o buena (nivel 3). Posiblemente es debido a las diferencias en la competencia científica del alumnado señalado por Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre (2018), pues frente a una misma demanda encontramos una amplia variedad de desempeño ante la misma pregunta investigativa. Cuando comparamos según el tipo de andamiaje encontramos pequeñas diferencias, con escala de fiabilidad hay más estudiantes que se sitúan sobre el nivel 2 y un mayor porcentaje en el nivel 4 en comparación con el andamiaje sin escala de fiabilidad.

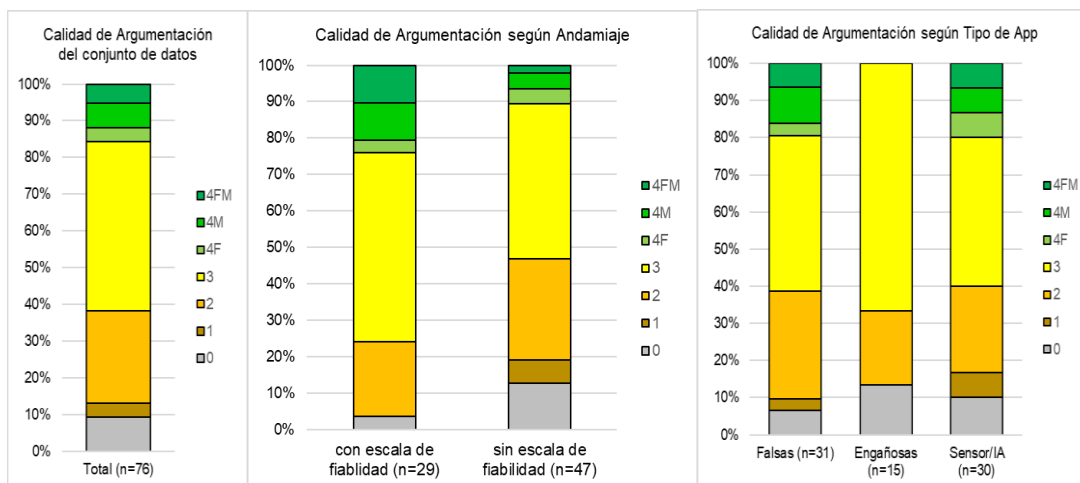


Figura 1. Gráficos con los porcentajes de presencia de los niveles de argumentación totales, según andamiaje y según tipo de Apps.

En tercer lugar, en el gráfico de la derecha, parece que la distribución del nivel de calidad de argumentación de los videos es similar tanto para las Apps categorizadas como “falsas” como para las llamadas “sensor/IA”. Además, y sin dejar de tener en cuenta que la muestra de Apps engañosas es más pequeña, en los productos argumentativos de estas Apps engañosas sólo hay niveles iguales o bajo 3.

Este estudio preliminar nos permitió situar en niveles la calidad argumentativa de los videos del alumnado y comparar en función del andamiaje proporcionado y tipos de Apps elegidas. Para continuar con esta investigación nos dispondremos a estudiar la calidad de la capacidad indagativa del alumnado. Esto último con la finalidad de buscar relaciones entre las prácticas indagativa y argumentativa. Además, esperamos poder probar distintos andamios y luego medir la transferencia del desempeño a otros proyectos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berland, L. y McNeill, K. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765-793. <https://doi.org/10.1002/sce.20402>.
- Bravo-Torija, B. y Jiménez-Aleixandre, M. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619-638. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Couso, D., Jimenez, M., Refojo, C. y Sacristán, J. (Coords) (2020) *Enseñando Ciencia con Ciencia*. Penguin Random House. <https://acortar.link/rhkTDx>
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M., Gallástegui, J., Santamaría, F. y Puig, B. (2009). Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias. Danú. [https://rodausc.gal/wp-content/uploads/2017/02/Actividades CASTELLANO.pdf](https://rodausc.gal/wp-content/uploads/2017/02/Actividades_CASTELLANO.pdf)
- López-Gay, R., Jiménez, M., Martínez, M. y Castillo, F. (2020). Evidencias para la mejora de la enseñanza de las ciencias. *Dossier Graó*, 5, 39-43.
- López-Simó, V. (2021). App Checkers, un proyecto de verificación de la fiabilidad de una aplicación móvil. *Aula de secundaria*, 44, 37-42.
- NRC (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Osborne, J., Henderson, J., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A. y Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846. <https://doi.org/10.1002/tea.21316>
- Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000) Enseñar a argumentar científicamente: un reto en las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 405-22, <http://ddd.uab.cat/record/1502?ln=es>

Análisis de las capacidades cognitivas relacionadas con la modelización de la inmunidad y las vacunas en las actividades de los libros de texto de secundaria

Marta Gómiz Aragón¹, María del Mar Aragón Méndez², José María Oliva³.

¹Universidad de Cádiz. Departamento de Didáctica. marta.gomizaragon@gmail.com.

¹Universidad de Cádiz. Departamento de Didáctica, mariadelmar.aragon@uca.es.

¹Universidad de Cádiz. Departamento de Didáctica, josemaria.oliva@uca.es.

RESUMEN: La enseñanza-aprendizaje basada en la modelización conlleva el desarrollo de tareas de diferente complejidad. A través de la Taxonomía de Bloom Revisada, en este trabajo se analiza si las actividades propuestas en los libros de texto de secundaria contribuyen al desarrollo de diferentes habilidades cognitivas que se ponen en marcha en los procesos de modelización de la inmunidad y las vacunas en el aula.

PALABRAS CLAVE: Modelización, procesos cognitivos, inmunología.

ABSTRACT: Modeling based teaching-learning entails the development of tasks of different complexity. Through the Revised Bloom's Taxonomy, this paper analyzes whether the activities proposed in high school textbooks contribute to the development of different cognitive skills that are launched in the modeling processes of immunity and vaccines in the classroom.

KEYWORDS: Modeling, cognitive processes, immunology

INTRODUCCIÓN

El trabajo que aquí se presenta forma parte de un estudio más amplio sobre la modelización reflexiva de la inmunidad y las vacunas.

Atendiendo a las definiciones proporcionadas por diferentes autores, la enseñanza-aprendizaje basada en modelos debe pretender la evolución de los modelos del alumnado, además de comprometer su participación en las prácticas de modelización. Según Justi y Gilbert (2002), se puede establecer una progresión en cuanto a la complejidad de tareas a la hora de incorporar la modelización en aula que empezaría por la construcción de modelos muy simples pero que supongan un avance respecto a las ideas intuitivas del alumnado, siguiendo por el uso de dichos modelos y la revisión y reconstrucción de los mismos para hacerlos progresar hacia otros más y más sofisticados.

Estas tareas propias de las prácticas de modelización, sobre todo las dos últimas, están relacionadas con el desarrollo del pensamiento de orden superior a través de la enseñanza de las ciencias del que habla Zohar (2006). Aunque es complejo dar con una definición precisa de pensamiento de orden superior, la autora señala que este puede reconocerse en cualquier actividad cognitiva que vaya más allá de la reproducción, recuperación y comprensión de la información. La modelización y otras tareas científicas como la argumentación, la discusión de controversias o la comunicación científica pueden considerarse como tareas que precisan del pensamiento de orden superior.

Un aspecto recurrente en las investigaciones sobre análisis curriculares (Elmas et al., 2020; Wei, 2020; Zorluoğlu y Kızılaslan, 2019) reposa en la idea de que los currículos han de incorporar objetivos de aprendizaje amplios, que favorezcan el desarrollo de las capacidades cognitivas del alumnado.

En nuestro entorno, el libro de texto supone, en muchos casos, una conexión directa entre el currículo y la práctica docente (de Pro Bueno, Sánchez Blanco, y Valcárcel Pérez, 2008; del Carmen, 2001) y, como tal, supone una fuente de información fiable sobre qué contenidos y cómo se abordan en las aulas. Ello justifica que en este trabajo se explore cuáles son las demandas cognitivas que los libros de texto contribuyen a cubrir en relación con el aprendizaje basado en modelos de la inmunidad y las vacunas. Los resultados de este estudio serán de utilidad para, en un futuro, diseñar propuestas didácticas que permitan el desarrollo de los diferentes procesos cognitivos en el contexto de la modelización. En definitiva, para conocer cómo los libros de texto pueden intervenir en el desarrollo de las capacidades cognitivas relacionadas con la modelización de la inmunidad y las vacunas, nos planteamos responder a la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de procesos cognitivos promueven las actividades que los libros de texto proponen para la enseñanza de la inmunidad y las vacunas?

MÉTODO

En este estudio se han analizado libros de texto de la asignatura de Biología y Geología de 3º de ESO de cinco editoriales españolas. La estructura de los cinco libros era similar: textos explicativos y actividades iniciales, finales o integradas en el desarrollo del texto. Esta es la razón por la que las actividades se han tomado como unidad de análisis de este estudio. En total se han analizado 70 actividades, todas pertenecientes a las secuencias relacionadas con el tópico de la inmunología.

Para el análisis de las capacidades cognitivas promovidas en los libros de texto se ha recurrido a la Taxonomía de Bloom Revisada (TBR) de Anderson et al. (2001), un marco ampliamente utilizado para el análisis de contenidos curriculares que pretende la clasificación de los objetivos de aprendizaje. En la TBR se consideran dos dimensiones del dominio cognitivo: los contenidos y las capacidades propias de los procesos cognitivos, en las cuales se centra este trabajo. La TBR describe seis procesos cognitivos: reproducción, comprensión, aplicación, análisis, evaluación y creación. Como recoge la tabla 1, la activación de estos procesos cognitivos está relacionada con la ejecución de las diferentes prácticas de modelización propuestas por Justi y Gilbert (2002).

Tabla 1. Relación entre las categorías los procesos cognitivos definidos en la TBR y las prácticas de modelización propuestas por Justi y Gilbert (2002)

PRÁCTICAS DE MODELIZACIÓN	PROCESOS COGNITIVOS
Aprender modelos	Reproducción
	Comprensión
Usar modelos	Aplicación
	Análisis
Revisar modelos conocidos	Evaluación
Reconstruir modelos existentes Crear modelos nuevos	Creación

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los procesos cognitivos contemplados en la TBR está determinado por una serie de acciones que se ponen en marcha para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Por

tanto, en relación con la modelización y acorde a los principios de la TBR podríamos establecer lo siguiente:

- La reproducción implica un ejercicio memorístico mediante el reconocimiento o el recuerdo de los elementos que conforman un modelo dado.
- La comprensión implica un ejercicio de entendimiento del modelo presentado mediante la interpretación, la ejemplificación, la clasificación, el resumen, la inferencia, la comparación o la explicación.
- La aplicación de modelos implica un ejercicio de transposición de procedimientos y conocimientos para resolver problemas nuevos mediante la ejecución o la implementación poniendo en marcha los principios que sustentan el modelo.
- El análisis implica identificar las partes de un modelo y las relaciones entre ellas mediante la diferenciación, la organización o la atribución.
- La evaluación implica realizar valoraciones tras la aplicación de los modelos y la comprobación de su funcionamiento con una perspectiva crítica, lo cual permite establecer la utilidad y los límites de los modelos.
- La creación implica elaborar un producto original, lo cual puede referir al proceso de generación, planificación, producción o síntesis de un nuevo modelo, pero también comporta realizar aportaciones originales en el proceso de reconstrucción de modelos en el aula.

Considerando que la creación de modelos es un ejercicio propio de la actividad científica profesional, las propuestas didácticas centradas en la modelización podrían plantear actividades en las que el alumnado participe en la reconstrucción (o re-creación) de modelos; actividades que requiriesen, para ser resueltas, aportaciones creativas, propias del alumnado. Además, el trabajo con modelos incluiría actividades de aplicación, de análisis y de evaluación, implicando todas ellas el desarrollo del pensamiento de orden superior. Finalmente, las actividades de reproducción y comprensión de modelo, no suponiendo procesos cognitivos de orden superior, también son útiles en la modelización, si bien lo ideal es que se utilicen siempre integradas con las otras mencionadas.

En este estudio se ha establecido una escala para evaluar las categorías de los procesos cognitivos trabajadas en los libros de texto analizados (tabla 2). Se han descrito un total de cinco niveles, siendo el nivel V el nivel óptimo deseable y el nivel I el menos favorable. La clasificación de procesos cognitivos puestos en marcha a través de los libros de texto según las categorías propuestas ha sido llevada a cabo conjuntamente y por consenso mediante dos jueces.

Tabla 2. Escala de niveles establecida para conocer si existe pluralidad en cuanto a los procesos cognitivos puestos en marcha en las secuencias didácticas sobre inmunología

NIVEL	DESCRIPCIÓN DE NIVELES
I	Se plantean actividades de reproducción.
II	Se plantean actividades de reproducción y comprensión.
III	Se plantean actividades de reproducción y comprensión además de actividades que impliquen una sola habilidad de pensamiento de orden superior (aplicación, análisis, evaluación o reconstrucción).
IV	Se plantean actividades de reproducción y comprensión además de actividad que impliquen dos o tres habilidades de pensamiento de orden superior (aplicación, análisis, evaluación o reconstrucción).
V	Se plantean actividades que impliquen todas las habilidades cognitivas (aplicación, análisis, evaluación o reconstrucción).

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los libros de texto seleccionados para este estudio comenzó examinando qué acciones cognitivas promueven las actividades propuestas por las diferentes editoriales. En la tabla 3 se recopilan los datos relativos a las diferentes categorías de los procesos cognitivos definidas en la TBR que se han hallado en cada libro. A partir de este punto, cada libro de texto se nombrará con las siglas LT seguidas de una letra (ver anexo).

Tabla 3. Recuento de las actividades en las que se trabajan las diferentes categorías de los procesos cognitivos según la TBR

CATEGORÍA	ACCIÓN COGNITIVA	LTA	LTB	LTC	LTD	LTE	Totales
Reproducción	Recordar	5	3	5	9	4	26
	Reconocer	1	3	2	3	3	12
	Explicar	1	3	2	3	3	12
Comprensión	Comparar	2	-	-	-	2	4
	Inferir	1	1	3	-	3	8
	Interpretar	-	1	1	-	1	3
	Resumir	-	-	1	-	-	1
Aplicación	Implementar	-	-	-	-	1	1
Análisis	Atribuir	-	1	-	-	1	2
	Organizar	-	-	-	-	1	1
Evaluación	Comprobar; criticar	-	-	-	-	-	-
Reconstrucción	Generar; planificar; producir; sintetizar	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Los datos anteriores dejan ver como las actividades de reproducción que implican un ejercicio memorístico prevalecen en todos los libros de texto, suponiendo el 55 % del total de actividades analizadas. Otro gran porcentaje supone una tarea de entendimiento por parte del alumnado, ya que el 40 % de las actividades son de comprensión. Solo el 1% se corresponde con actividades de aplicación, es decir, de las 70 actividades solo una implica un ejercicio de transposición de conocimientos. Finalmente, apenas un 4 % de las actividades son de análisis. En este estudio no se ha hallado ninguna actividad que promueva ni la evaluación ni la reconstrucción de un nuevo modelo.

Todos los libros de texto contienen un gran número de actividades de reproducción, pero, dada la estructura de los libros de texto, estas no llegarían a exigir ni siquiera un ejercicio memorístico, tan solo la recuperación de información. Serían actividades que proponen completar frases que vienen repetidas en el discurso del libro, como esta del LTD donde se pretende que el alumnado recuerde el modelo inmunidad dado: *Los fagocitos son glóbulos __ cuya función es __*; o esta otra del LTA, que se enfoca en el reconocimiento de los elementos del modelo: *Relaciona cada frase con el tipo de barrera defensiva que le corresponda: la llevan a cabo los fagocitos, que atacan y digieren al intruso; intervienen los linfocitos y los anticuerpos; [...]*.

Las actividades de comprensión también son muy frecuentes en la selección de libros de texto de nuestro estudio. Dentro de este tipo de actividades, abundan aquellas que requieren que el alumnado explique el modelo, como esta del LTC: *La palabra antígeno procede del inglés antibody generator. ¿Sabrías explicar el motivo?* Muchas de las actividades de comprensión no implican el desarrollo de habilidades propias del pensamiento de orden superior; no obstante, hacer inferencias o comparaciones sí contribuyen a ello. Por ejemplo, en el LTE se plantea que el alumnado infiera lo siguiente: *El frío dificulta el movimiento de los cilios, que se mueven más lentos. ¿Tiene esto alguna relación con la proliferación de catarros en invierno? Razona tu respuesta.* Un ejemplo

de actividad que propone que el alumnado haga comparaciones a través de preguntas simples es esta del LTA: *¿Qué tienen en común las dos primeras barreras defensivas con las que se encuentran los agentes patógenos?* Otras actividades de comprensión que potencialmente desarrollan las habilidades de orden superior son las de interpretación de gráficas, como una de las actividades del LTB que representa cómo responde el sistema inmunitario de una persona en un primer contacto con un agente patógeno y en un segundo contacto con el mismo agente. Por otra parte, aunque en el corpus del estudio solo se ha identificado un ejemplo, también se trabaja la comprensión del modelo de inmunidad y vacunas a través de la síntesis o el resumen. El caso al que nos referimos es este del LTC: *Busca información y responde a las siguientes preguntas. [...] Realiza un breve relato de la historia de los sueros y las vacunas con lo que has averiguado.*

La única actividad que se ha clasificado como actividad de aplicación de modelos, en el LTE, exigía, como puede observarse, implementar: *A veces, tras hacernos un corte en el dedo y si no podemos lavarnos, nos lo introducimos en la boca para limpiar la herida. ¿Hacemos bien o mal? ¿Por qué?* Por su parte, las actividades de análisis con y de modelos consisten en ejercicios de atribución, como este del LTE: *Lee y comprende la ciencia. La primera vacunación masiva. [...] d) ¿Por qué era tan difícil transportar la vacuna hasta América en aquella época? e) Analiza este hecho histórico desde el punto de vista ético;* y de organización de conceptos del modelo de inmunidad y vacunas en un mapa conceptual, actividad que también se ha encontrado en el LTE.

En coherencia con las tablas 2 y 3, los LTA, LTC y LTD se situaron en el nivel II ya que solo incluyen actividades de reproducción y comprensión. En el caso de los LTA y LTC se plantean actividades de comprensión que movilizan más de una acción: explicar, comparar e inferir, en el caso del LTA, y explicar, inferir, interpretar y resumir en el caso del LTC. Sin embargo, en LTD solo se contempla la explicación, lo cual, sin una adecuada intervención docente, podría recurrir en un simple ejercicio de recuperación de información por parte del alumnado. Al LTB se le asignó el nivel III, ya que además de actividades de reproducción y de comprensión (mediante explicación, inferencia e interpretación), contiene también una actividad de análisis donde se exige atribuir. El LTE se clasificó dentro del nivel IV ya que contempla actividades de reproducción, comprensión a través de la explicación, la comparación, la inferencia y la interpretación, de aplicación del modelo por implementación y de análisis. Por tanto, ninguna de las editoriales incluidas en este estudio alcanzó el nivel V, que incluiría actividades para promover todas las habilidades cognitivas mencionadas. Estos resultados revelan que el tipo de procesos cognitivos que los libros de texto ponen en marcha no son suficientes para considerar que favorezcan habilidades implicadas en los procesos de modelización de la inmunidad y las vacunas.

CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido conocer qué procesos cognitivos promueven las actividades de los libros de texto de las principales editoriales españolas en relación con la enseñanza-aprendizaje del modelo de inmunidad y vacuna. En las actividades analizadas, se ha observado una distribución irregular en cuanto a los procesos cognitivos abordados por los libros de texto, predominando la reproducción del modelo de inmunidad y vacuna expresado en los propios libros. Estas actividades están seguidas de las actividades destinadas a la comprensión del modelo, mientras que las actividades de análisis y de aplicación forman un porcentaje muy pequeño. Cabe destacar la ausencia de actividades de evaluación del modelo de inmunidad y vacunas y de actividades que contribuyan a la reconstrucción de modelos por parte del alumnado. El sistema de análisis que se ha

empleado en este estudio es útil para el diagnóstico de la enseñanza de la inmunología en las aulas de secundaria, pero también para el posterior diseño de secuencias basadas en la modelización que tengan como finalidad el aprendizaje, la construcción, la evaluación y la aplicación de un modelo de inmunidad y vacunas.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, *41*(4), 352. Recuperado de <http://books.google.com/books?id=JpkXAQAAMAAJ&pgis=1>
- de Pro Bueno, A., Sánchez Blanco, G., & Valcárcel Pérez, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, *26*(2), 193-210.
- del Carmen, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, (43), 51-56.
- Elmas, R., Rusek, M., Lindell, A., Nieminen, P., Kasapoğlu, K., & Bilek, M. (2020). The intellectual demands of the intended chemistry curriculum in Czechia, Finland, and Turkey: a comparative analysis based on the revised Bloom's taxonomy. *Chemistry Education Research and Practice*, *21*(3), 839-851. <https://doi.org/10.1039/D0RP00058B>
- Justi, R. S., & 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. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Wei, B. (2020). The change in the intended Senior High School Chemistry Curriculum in China: focus on intellectual demands. *Chemistry Education Research and Practice*, *21*(1), 14-23. <https://doi.org/10.1039/C9RP00115H>
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, *24*(2), 157-172.
- Zorluoğlu, S. L., & Kızılaslan, A. (2019). Analysis of 10th Chemistry Curriculum According to Revised Bloom Taxonomy. *Journal of Education and e-Learning Research*, *6*(2), 88-95. <https://doi.org/10.20448/journal.509.2019.62.88.95>

ANEXO: CORPUS DEL ESTUDIO

- LTA: Anaya, Clemente Roca, S.; Domínguez Culebras, M.A.; Ruiz García, A.B. (2016), Biología y Geología. 3º ESO. ISBN: 9788469819616.
- LTB: SM. Pedrinaci, E.; Gil, C.; Pascual, J.A. (2016), Biología y Geología 3º ESO. ISBN: 9788467586275.
- LTC: Mc Graw Hill. Ramos García, M.A.; Colodrón Bestuer, Á.; González Sánchez, G.; Ventureira Lomas, E. (2015). Biología y Geología, 3º. ISBN: 9788448607364.
- LTD: Santillana. Meléndez Hevia, I.; Madrid Rangel, M.A.; Blanco Kroeger, M.; Vidal-Abarca, E. (2011). Biología y Geología 3º ESO. ISBN: 9788468008219.
- LTE: Oxford. López García, M.; Merino Redondo, M.; Sanz Esteban, M.; Cabrera Calero, A.M. (2020), Biología y Geología 3 ESO. ISBN: 9780190504946.

Análisis Didáctico de la enseñanza de los modelos atómicos de los libros de texto: desde la LOGSE hasta la LOMCE

Mara Lopez de la Rica Cortes¹, Anna Raquel Esteve Martínez², Jordi Antoni Solbes Matarredona³

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia, malodel3@alumni.uv.es.

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia, anna.esteve@uv.es.

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia, jordi.solbes@uv.es.

RESUMEN: Los libros de texto, que siempre han sido una herramienta muy útil en el ámbito de la educación, aunque en muchas ocasiones el profesorado los utiliza sin perspectiva crítica, no siempre se adaptan al currículum oficial ni recogen las mejoras que propone la didáctica de las ciencias. En el trabajo que presentamos sobre la enseñanza de los modelos atómicos en Educación Secundaria, se ha analizado una muestra de 28 libros de texto enfocados a niveles educativos que comprenden desde los 13 a los 18 años, abarcando todas las leyes educativas desde la LOGSE hasta la LOMCE. Se ha podido confirmar que muchos de estos libros de texto de Física y Química no incluyen las aportaciones hechas desde la investigación en didáctica, lo que puede explicar, en parte, el desinterés del alumnado por la ciencia que responde, entre otras razones, a la forma en la que se enseña y que está muy influenciada por los materiales escolares.

PALABRAS CLAVE: Modelos atómicos, leyes educativas, Educación Secundaria, libros de texto

ABSTRACT: Textbooks, which have always been a very useful tool in education, although teachers use them on many occasions without a critical perspective, are not always adapted to the official curriculum nor do they include the improvements proposed by science education research. In this work about the teaching of atomic models in Secondary Education, a sample of 28 textbooks focused on educational levels ranging from 13 to 18 years old has been analyzed, covering all educational laws from LOGSE to LOMCE. It has been confirmed that many of these Physics and Chemistry textbooks do not include the contributions made from research in science education, which may explain, in part, the students' lack of interest in science that responds, among other reasons, to the way it is taught and that is greatly influenced by school materials.

KEYWORDS: Atomic models, educational laws, Secondary Education, textbooks

INTRODUCCIÓN

Allá donde miremos hay ciencia, y ello hace que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias juegue un papel crucial en el desarrollo de la sociedad actual. De ello se deriva la necesidad de que exista una alfabetización científica ciudadana, es decir, una formación que permita a la ciudadanía participar críticamente en la sociedad (National Research Council, 1996). La vía más directa es a través de las escuelas e institutos, aunque el hecho de que materias como la Física y la Química sean asignaturas con poca carga lectiva o de

libre elección a partir de 3º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) obstaculiza este proceso de alfabetización.

Un aspecto a tener en cuenta es el desinterés del alumnado por la ciencia *in crescendo* a partir de la educación secundaria (Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015). Este puede tener diferentes orígenes como son los estereotipos de género, la imagen negativa que el alumnado tiene de las ciencias o la manera en que estas se enseñan (Solbes, Montserrat y Furió, 2007). Ahora bien, el profesorado se encuentra con grandes dificultades a la hora de enfrentarse a temas muy teóricos, como sería el caso que nos ocupa: la enseñanza de los modelos atómicos. Esta unidad didáctica aparece prácticamente en todos los cursos de secundaria. Es por ello que en el presente trabajo se ha decidido hacer un recorrido a través de los diversos modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia. A su vez, cabe destacar la relación existente entre la Física Cuántica y los modelos atómicos, puesto que los últimos de ellos (Bohr, Schrödinger) quedan englobados dentro de la primera.

Además, la Física Cuántica tiene una gran relevancia en la sociedad actual ya que explica el comportamiento de la materia – a nivel submicroscópico y también macroscópico —y ha proporcionado múltiples aplicaciones técnicas (computación cuántica, tomografías axiales computerizadas o por emisión de positrones...) (Sinarcas y Solbes. 2013)

Como cabría esperar, sobre todo en la enseñanza de las ciencias, los libros de texto siempre han sido una herramienta muy útil en la educación, ya que muchos docentes basan su enseñanza en ellos. Sin embargo, muy pocos cuestionan sus contenidos. Así pues nos preguntamos: "¿incorporan estos libros de texto las aportaciones de la didáctica de las ciencias a la enseñanza de los modelos atómicos?"

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

Para que la alfabetización científica pueda llevarse a cabo no solo son necesarios cambios legislativos incluidos en los libros de texto, sino también que los docentes hagan uso de las nuevas metodologías y tengan predisposición e implicación en el proceso (Furió, Romo, Vilches y Guisasola, 2001).

Es el docente quien debe escoger la manera de trabajar en un aula, adaptándose, en la medida de lo posible, a las diversas necesidades del alumnado, así como servir de guía, utilizando los libros de texto como apoyo. Desafortunadamente, lejos de ser un apoyo, estos suelen ser el recurso principal (Solbes, Domínguez, Fernández, Furió, Cantó y Guisasola, 2013). En otras palabras, los libros son el material más utilizado en la enseñanza de las ciencias, cualquiera que sea el nivel educativo (Carmen y Jiménez-Aleixandre, 2010), por lo que los materiales a utilizar durante un curso escolar deben elegirse con cautela, pues marcan el devenir del aprendizaje del estudiantado.

Entre los problemas encontrados en los libros de texto con respecto a la estructura atómica, que es el tema que nos ocupa, se han realizado diferentes investigaciones que sostienen la variedad de inconvenientes encontrados en los libros de texto. Entre ellos, podemos hablar de que los modelos atómicos son fruto de resultados científicos experimentales, es decir, que los modelos atómicos se sustentan sobre una base empírica. Ahora bien, teniendo en cuenta la Historia y Naturaleza de la Ciencia, los modelos atómicos se presentan descontextualizados y sin establecer un vínculo claro entre ellos. Por ejemplo, el modelo de Thomson y el modelo de Rutherford se presentan como una sucesión de eventos lineales e inconexos cuando históricamente el modelo de Rutherford se presenta con la intención de corroborar los hallazgos de Thomson (Cid y Dasilva, 2012; Doménech, Savall y Martínez, 2013).

Además, los libros de texto y la enseñanza no tienen en cuenta aportaciones de la didáctica de las ciencias como las ideas alternativas del alumnado y saberes procedimentales y actitudinales necesarios para lograr un aprendizaje significativo. Ni tampoco la importancia de incluir las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias, es decir, a presentar las ciencias en un contexto más próximo al alumnado para que aumente su interés y su motivación (Solbes, 2009).

Teniendo todo lo anterior en cuenta, para dar respuesta a la pregunta planteada en la introducción de este trabajo, enunciaremos la siguiente hipótesis:

- ◇ Los libros de texto no incorporan las aportaciones de las investigaciones en didáctica de las ciencias e incurrir en ideas alternativas y/o errores conceptuales. Tampoco se tienen en cuenta las relaciones CTS ni se proponen experiencias prácticas.

METODOLOGÍA

Hay libros de texto de muchas clases, pero en este trabajo los hemos clasificado en convencionales – libros de texto publicados por editoriales bastante conocidas - e innovadores – libros de texto desarrollados por investigadores en didáctica –. Estos últimos se caracterizan por tener en cuenta las ideas previas o alternativas del alumnado e incluir las más recientes innovaciones educativas desde un punto de vista constructivista.

Para la realización de este trabajo se han seleccionado diferentes libros de texto – un total de 28 entre convencionales e innovadores – para su análisis y posterior comparación. Se pretende analizar las diferencias existentes en la enseñanza de los modelos atómicos. Los libros convencionales analizados pertenecen a las editoriales SM, Oxford, McGraw Hill y ECIR, así como a los Proyectos Newton y Ulloa. En todas se han analizado las colecciones completas salvo para las editoriales de McGraw Hill y ECIR, pues solo se ha tenido acceso a libros de bachillerato. En cuanto a los libros innovadores, las editoriales analizadas son Octaedro, E. Corredor, Aguacilar y Proyecto Erein. Todos los libros, tanto convencionales como innovadores, abarcan el periodo legislativo comprendido entre la LOGSE (1990) y la LOMCE (2013).

Para el análisis de los libros de texto, se ha diseñado un cuestionario que recoge aspectos claves y de elevada importancia en el ámbito de la didáctica de las ciencias y relativos a los modelos atómicos. Ejemplos de ello pueden ser: tener en cuenta las ideas previas del alumnado, incluir aspectos de ciencia y género y/o aspectos CTS o si se incluye contenido experimental y dónde se sitúa. Para la validación del cuestionario, 6 libros han sido evaluados por 3 investigadores, discutiendo los datos obtenidos por cada investigador y constatando que había coincidencia en la gran mayoría de las valoraciones de cada ítem. En los casos en los que había desacuerdo, se utilizó un proceso iterativo de discusión para alcanzar el consenso final.

La *Tabla 1* recopila el cuestionario diseñado. Las preguntas se han agrupado en tres grandes bloques. El primero de ellos abarca las cuestiones acerca del tipo de actividades incluidas en la secuencia didáctica (1, 2, 3, 4 y 7). Dentro de este, las cuestiones 1, 2 y 4 se evalúan en función de si aparecen dichas actividades (2) o no (0) y las cuestiones 3 y 7 además incluyen su cuantificación: si aparece solo 1 actividad (1) o si aparecen 2 o más (2).

El segundo bloque clasificado responde a cuestiones de ámbito social: aspectos CTS (8), valorando si aparecen (2) o no (0), y aspectos de ciencia y género (5). En este último ítem

se ha valorado, además, si solo aparece Marie Curie (1) o si aparecen otras mujeres (2) como Lise Meitner, Rosalind Franklin o Rachel Carson.

Para finalizar, se analizarán las preguntas referentes a las representaciones visuales y modelizaciones de los modelos atómicos presentes en los libros de texto (6 y 9). En cuanto a las imágenes, se tendrá en cuenta únicamente si estas son correctas (2) o no (0). En cuanto a la definición de modelo atómico, se valorará también si el tratamiento es superficial/incompleto (1) o si la teoría se explica correctamente (2).

Tabla 1. Cuestionario elaborado para el análisis de libros

nº	PREGUNTA	0	1	2
1	¿Se inicia el tema o secuencia didáctica con una actividad motivadora?			
2	¿Se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos?			
3	¿Se plantean actividades que requieren la participación del alumnado y potencien el trabajo en equipo, colaborativo o cooperativo?			
4	¿Introduce actividades de síntesis o recapitulación al finalizar el capítulo?			
5	¿Aparece algún aspecto de ciencia y género?			
6	¿Las imágenes de los modelos atómicos son correctas?			
7	¿Se proponen actividades prácticas (observaciones, experimentos) o laboratorios virtuales?			
8	¿Son tratados aspectos CTS?			
9	¿Se explica qué es un modelo científico?			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados obtenidos para el análisis de los libros de texto convencionales y los libros de texto innovadores, respectivamente, siguiendo los criterios anteriormente explicados.

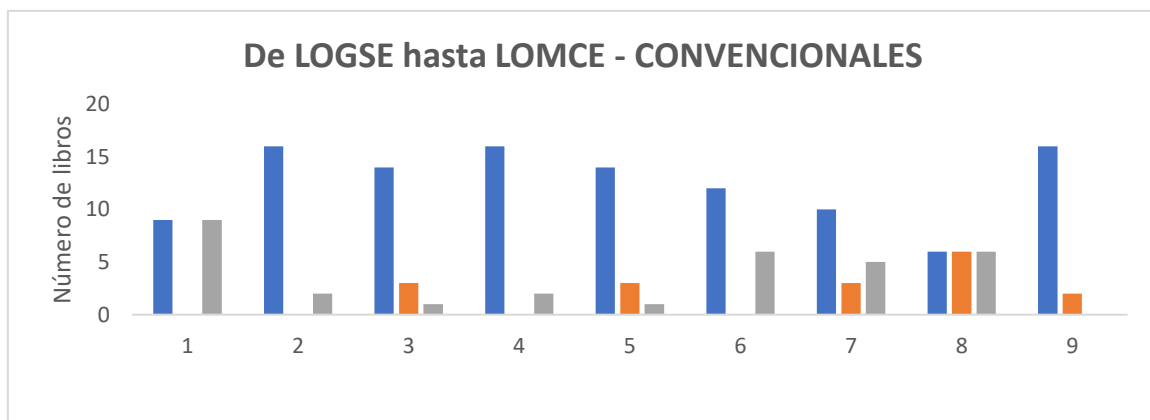


Figura 1. Diagrama de barras con los resultados de las preguntas de los libros convencionales, en función de las puntuaciones 0 (azul), 1 (naranja) y 2 (gris)

En cuanto al tipo de actividades recomendadas por la didáctica de las ciencias, podemos observar que, en la mayoría de libros convencionales (Figura 1), no son tratadas. La excepción es la inclusión de una actividad motivadora al principio del tema (pregunta 1), donde la mitad de los libros analizados sí la recoge. Además, para las actividades cooperativas o prácticas (cuestiones 3 y 7), encontramos libros que, aunque sí las recogen, lo hacen de manera escueta. La tendencia se mantiene con las preguntas de índole social (preguntas 5), aunque los resultados obtenidos para el tratamiento de las actividades CTS (pregunta 7) son similares. Estos resultados, teniendo en cuenta lo mencionado

anteriormente sobre los libros de texto, no deben sorprendernos, pues los libros convencionales habitualmente no son redactados por especialistas en didáctica de las ciencias y responden a intereses comerciales. Por último, para el tratamiento de imágenes (pregunta 6) y los modelos científicos (pregunta 9) comprobamos que se mantiene la tendencia general: la gran mayoría de libros convencionales no recoge este tipo de cuestiones, desoyendo así las aportaciones de la didáctica de las ciencias.

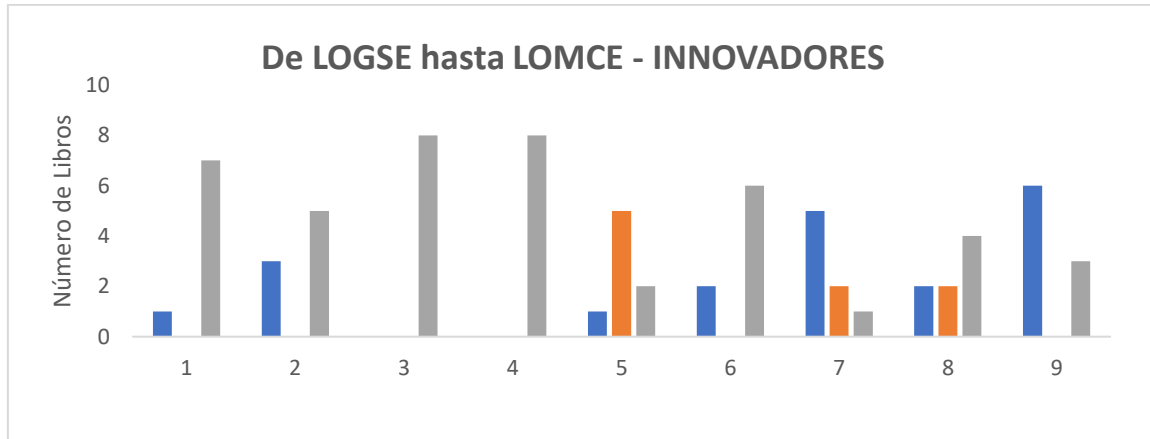


Figura 2. Diagrama de barras con los resultados de las preguntas de los libros innovadores., en función de las puntuaciones 0 (azul), 1 (naranja) y 2 (gris)

Para los libros innovadores la tendencia cambia sensiblemente. Como el tema a tratar – Estructura Atómica – es principalmente teórico no es de extrañar que predomine la carencia de actividades de tipo experimental (7). No obstante, en el resto de los ítems analizados (1, 2, 3 y 4) podemos observar que sí se tratan estas preguntas en la mayoría de los materiales innovadores. En el ámbito CTS también se observan claramente estas diferencias, pero no por ello el tratamiento referente a la cuestión de ciencia y género deja de ser escaso. En cuanto al tratamiento de las imágenes presentadas los libros innovadores lo hacen de manera más correcta (6) y, pese a los prácticamente inexistentes libros que recogen la definición de modelo atómico, los innovadores lo hacen de manera correcta.

CONCLUSIONES

Se concluye, considerando los resultados anteriores, que no se tienen en cuenta las aportaciones de la didáctica de las ciencias en el diseño de los libros de texto usados como guía, generalmente, por un gran número de docentes. Por tanto, *se confirma nuestra hipótesis*: en los libros de texto de Física y Química no se incluyen las aportaciones realizadas desde la investigación en didáctica de las ciencias. Los libros innovadores, como era razonable, incorporan en mayor medida algunos de estos aspectos, puesto que sus autores suelen estar implicados en la investigación en didáctica de las ciencias.

Conviene destacar la ausencia de actividades relacionadas con las ideas previas del alumnado, ya que estas no se tratan en la mayoría de los manuales analizados y, de tratarlas, lo hacen de manera superficial y poco rigurosa. Es necesario añadir la escasa aparición de cuestiones que aborden las relaciones CTS en yuxtaposición con los contenidos a tratar en la unidad y que estas, en los mejores casos, se tratan al final de la unidad. Ello pone de manifiesto la no consideración de los resultados de múltiples investigaciones didácticas ya realizadas. Dichas investigaciones han mostrado la conveniencia de incluir un correcto tratamiento de las relaciones CTS para una mejor

contextualización del tema y la demostración de las múltiples aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana y en la sociedad. Pero no solo el aspecto CTS es importante, una parte crucial y de gran relevancia social es la cuestión de la ciencia y el género. Las mujeres han estado siempre presentes en todas las disciplinas científicas a lo largo de la historia. No obstante, se han visto silenciadas u ocultadas por diversas razones: políticas, sociales, económicas... Esta invisibilidad también queda reflejada en los libros de texto. En la gran mayoría de ellos no se recoge aportación alguna de mujeres a la ciencia y, en los que se recoge, no suele ir más allá de Marie Curie, a menudo ligada a la imagen de su esposo y al descubrimiento de la radiactividad. También cabe hacer hincapié en que, aunque la didáctica de las ciencias insista en la importancia de las actividades manipulativas, prácticas y/o laboratorios virtuales, pocos de los libros recogen estas actividades y solo se encuentran al final de la secuencia didáctica, a excepción de uno de ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmen, L. M. D. Y Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(66), 48-55.
- Cid, R. y Dasilva, G. (2012). Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 329-337.
- Doménech, J.L.; Savall, F. y Martínez-Torregrosa, J. (2013). ¿Los libros de texto de bachillerato introducen adecuadamente los modelos atómicos de Thomson y Rutherford? *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (1), 29-43.
- Furió, C., Romo, V., Vilches, A. y Guisasola, J. (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.
- National Research Council (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: The national Academies Press.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J.R., Lozano, O.R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista electrónica de la Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 361-376.
- Sinarcas, V.; Solbes, J. (2013). Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la física cuántica en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias* 31(3), 9-25
<https://doi.org/10.5565/rev/enscien/v31n3.768>
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 2-20.
- Solbes, J., Domínguez, Ma. C., Fernández, J., Furió, C., Cantó, J. y Guisasola, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 155-178.
<https://doi.org/10.7203/dces.27.2617>
- Solbes, J., Montserrat, R., y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117

Aprendiendo ciencias a través de la indagación en el aula. Una Investigación Basada en el Diseño

Jorge Pozuelo Muñoz¹, Esther Cascarosa Salillas².

¹Universidad de Zaragoza. jpozuelo@unizar.es.

²Universidad de Zaragoza, ecascano@unizar.es.

RESUMEN: Esta investigación se centra en el estudio de la indagación como práctica científica dentro de la enseñanza de las ciencias. En el trabajo se evalúa los desempeños en indagación según las destrezas implicadas en cada una de las etapas que la componen. Para ello, se ha diseñado una actividad en grupos, donde cada grupo debe buscar una ubicación para una estación meteorológica mediante la realización de pruebas experimentales con la propia estación. Tras la elección el alumnado elige de forma consensuada la ubicación entre las propuestas por todos los grupos. La actividad se implementó con un grupo de 16 estudiantes de 1º de bachillerato. Los datos fueron obtenidos a partir de grabaciones de audio y vídeo junto a las producciones escritas de los mismos. La actividad pertenece a una secuencia de enseñanza-aprendizaje que es objeto de una investigación basada en el diseño.

PALABRAS CLAVE: indagación, secundaria, estación meteorológica

ABSTRACT: This research focuses on the study of inquiry as a scientific practice within science teaching. In this research, the performance in inquiry is evaluated according to the skills involved in each of the stages that compose it. An activity has been designed, where students must find a location for a meteorological station by conducting experimental tests with the station itself. After the choice, the students choose by consensus the location among those proposed by all together. The activity was developed with a group of 16 1st year high school students. The data were collected from audio and video recordings both, with their written productions. The activity belongs to a teaching-learning sequence that is the subject of a design-based investigation.

KEYWORDS: inquiry, secondary education, weather station

INTRODUCCIÓN

Esta investigación presenta el estudio del desarrollo de la práctica científica de la indagación en enseñanza secundaria. A su vez forma parte de una investigación mayor, donde se ha investigado el uso de una estación meteorológica en la enseñanza de las prácticas científicas de indagación y argumentación como componentes fundamentales de la competencia científica (Muñoz Campos et al., 2020).

La metodología utilizada ha sido la Investigación Basada en el Diseño (IBD). Esta metodología, en auge en los últimos años en didáctica de las ciencias experimentales (Guisasola et al, 2021), tiene como objetivo generar conocimiento didáctico sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias mediante la intervención directa en el aula y los datos de investigación recogidos en la misma (Kortland y Klaasen, 2010). Estas intervenciones se llevan a cabo mediante el diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) que agrupa un conjunto de actividades diseñadas *ad hoc* para fines

específicos (Méheut y Psillos, 2004). Esta contribución sintetiza el desarrollo de la práctica de la indagación en una de las actividades que conformaron el global de la investigación. Por otro lado, para la toma y análisis de los datos se utilizaron métodos propios del estudio de caso, dado que en la IBD existe cierta libertad para elegir dichas herramientas (Easterday et al., 2014). Esta metodología nos permite realizar modificaciones en el proceso y nos aporta una amplia gama de herramientas para la toma y análisis de los datos (Simons, 2011). La investigación basada en el diseño de una secuencia didáctica, debe cumplir con los objetivos de investigación, pero también con los objetivos de aprendizaje del alumnado (Guisasola et al., 2021). Por ello, esta metodología tiene un carácter intervencionista (Kortland y Klaasen, 2010), aunque dichas intervenciones deben estar debidamente justificadas y validadas por el investigador.

La actividad que se presenta tiene como uno de sus objetivos la práctica de la indagación en el aula, y para ello se utilizó la metodología didáctica del aprendizaje de las ciencias basado en indagación (IBSE por sus siglas en inglés). Esta metodología agrupa diferentes estrategias para aprender destrezas de indagación y sobre indagación (Couso, 2014). Esto responde a la necesidad de incluir en la enseñanza de las ciencias la producción del conocimiento y no solo el conocimiento en sí mismo (Couso, 2020) y ya que el IBSE mejora el desarrollo de habilidades relacionados con la ciencia (Bevins y Price, 2016) y también las actitudes hacia esta (McConney et al., 2014), el aprendizaje por indagación puede resultar de ayuda para el desarrollo de una sociedad alfabetizada científicamente (Romero-Ariza, 2017).

METODOLOGÍA

Objetivo

La investigación tiene como objetivo analizar el desarrollo de la práctica científica de la indagación de un grupo de estudiantes, durante la toma de decisiones relacionada con la elección de una ubicación para una estación meteorológica. Para ello pudieron utilizar la propia estación para la toma de medidas, familiarizándose con el instrumento y con ello proceder a buscar una ubicación óptima para ésta, teniendo presentes los factores climatológicos de la zona y de la ubicación propuesta.

Contexto y diseño de la actividad

La actividad fue implementada con 16 estudiantes de 1º de bachillerato en un centro de la provincia de Zaragoza durante el curso 2019-2020. Esta actividad estuvo precedida de otra en la que el alumnado ha elegido una estación meteorológica para su compra. El alumnado es el responsable de la elección de la estación y su posterior ubicación. Trabajaron en grupos de 4 personas y la actividad conlleva 5 sesiones de 2 horas de duración cada una. En este trabajo, el investigador ejerció el papel de profesor de apoyo en la secuencia, estando presente en las sesiones grupales y manteniendo reuniones recurrentes con el profesor responsable. El papel del profesorado en estas sesiones fue de guía en aquellos aspectos en los que detecte que los grupos están llevando un camino erróneo.

Existen dos modalidades de sesiones: 3 sesiones en las que cada grupo trabajó con la estación meteorológica por separado; y 2 sesiones en la que todos los grupos trabajaron conjuntamente. Las sesiones en las que trabajaron por separado, el alumnado debía familiarizarse con el funcionamiento y puesta en marcha de la estación (sesión 1), tomar medidas con la estación (sesión 2) y buscar ubicaciones en el recinto del centro (sesión 4). Estas sesiones no estaban limitadas a realizar exclusivamente lo inicialmente

propuesto dado que cada grupo podía seguir caminos distintos. Por otro lado, en la sesión 3 todos los grupos expusieron el estado en el que avanza su trabajo y la sesión 5 en la que en un debate entre los cuatro grupos realizaron la elección de la mejor ubicación de forma consensuada.

Metodología de la investigación

Para la toma de datos y el análisis de estos se han utilizado métodos propios del estudio de caso. Los instrumentos de recogida de los datos abarcan tres bloques: informe escrito elaborado por cada grupo en la sesión de la elección de la estación; grabación de audio y vídeo de las sesiones de control y debate; y grabaciones de audio de cada grupo al comienzo y al final de cada sesión de trabajo con la estación. Los vídeos de audio y vídeo han sido transcritos y han servido para analizar los desempeños en indagación el alumnado. Por último, se realizó un cuestionario de evaluación individual en el curso siguiente a la implementación de la secuencia (curso 2020-2021), para validar los resultados obtenidos en la implementación.

Para evaluar los desempeños en indagación en el desarrollo de la actividad se ha elaborado una herramienta específica diseñada a partir del instrumento propuesto por Ferrés-Gurt et. al (2014). En primer lugar se han considerado las distintas etapas asociadas al aprendizaje basado en indagación según Pedaste et al. (2015). A su vez, cada una de las etapas de la indagación tiene asociadas las distintas destrezas implicadas. Finalmente, en cada una de las destrezas se han establecido una serie de ítems cuya consecución requiere una demanda cognitiva creciente (Rosales Ortega *et al.*, 2020). A estos ítems les ha sido asociada una puntuación que permitirá trasponer los desempeños en indagación a un valor numérico para su análisis. En la figura 1 se muestra una tabla con los ítem asociados a una de las destrezas y a su vez se puede consultar al completo en el [enlace](#).

Conclusiones	Justificar su elección conociendo las desventajas de su elección	No hace referencia a las desventajas de su elección	0
		Busca desventajas en su elección pero no encuentra o no las muestra	1
		Compara su elección con la de otros grupos pero no encuentra desventajas	2
		Identifica posibles inconvenientes en su propia elección pero intenta ocultarlas	3
		Hace referencia a alguna desventaja de su elección pero sin refutarla ni cambiar el argumento	4
		Hace referencia a alguna desventaja de su elección e intenta refutarla con pruebas, pero no lo consigue	5
		Contra-argumenta su elección haciendo referencia a una desventaja y la refuta (o resuelve)aportando pruebas	6

Figura 1. Ejemplo de los ítems asociados a una destreza

Con la transposición de los desempeños a un valor numérico, en primer lugar, se han podido establecer distintos niveles de desempeño en indagación. En segundo lugar, estos valores permiten realizar una ponderación a porcentual agrupados en destrezas, en la que el 100% consistiría en el alcance de todos los ítems de la destreza, permitiendo observar comparativamente el desempeño de los grupos frente al máximo posible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en la implementación de la actividad. En la Figura 2 se representan los resultados obtenidos por cada grupo (representados como G1, G2, G3 y G4) en cada una de las etapas de la actividad (E1: Planteamiento de la investigación; E2: Planificación de la investigación; E3: Datos; E4: Conclusiones; E5: Comunicación de resultados; E6: Reflexión).

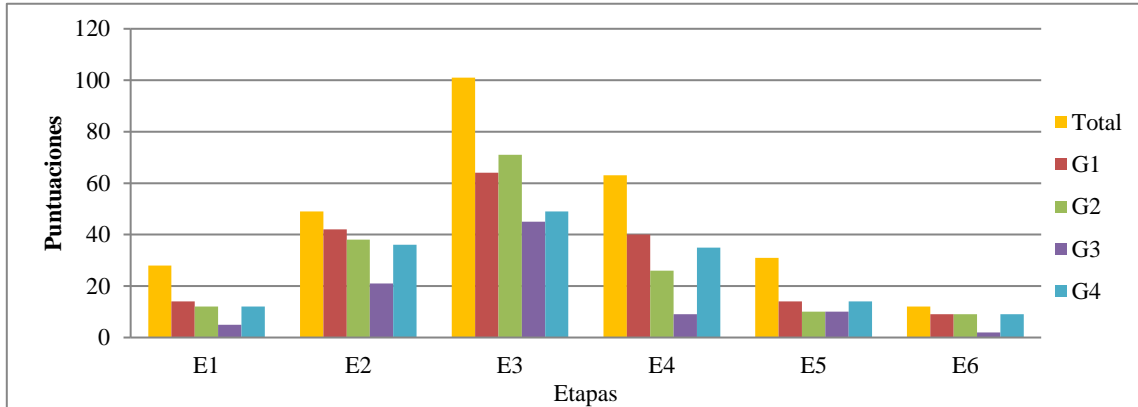


Figura 2. Puntuaciones asociadas a los desempeños en indagación en cada etapa. Estos resultados se pueden exponer de forma que la puntuación total (máxima posible), se pondere a 1, observando el desempeño proporcional en cada etapa (Figura 3)

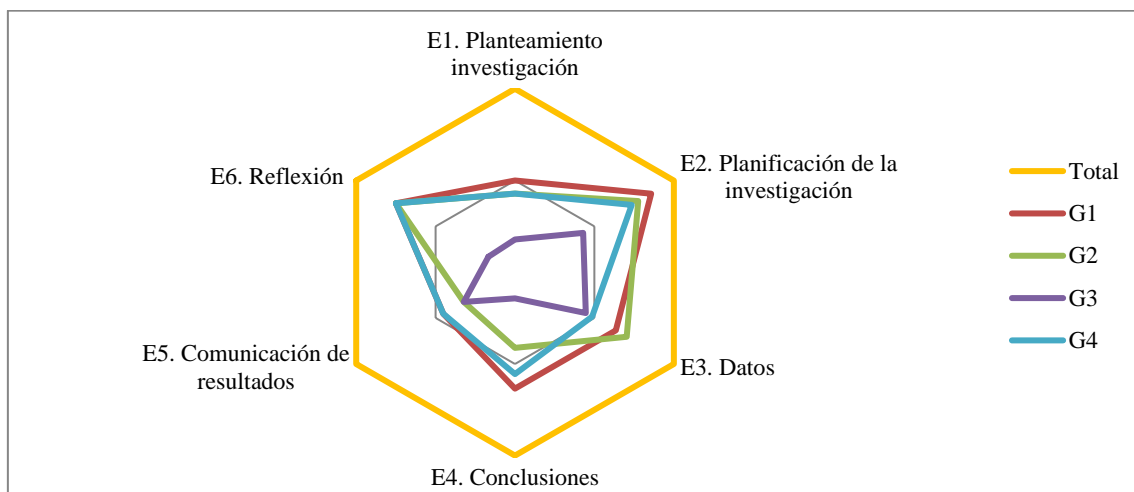


Figura 3. Desempeños mostrados proporcionalmente de cada grupo en cada etapa

A continuación se realiza un análisis de los resultados según las etapas de la actividad. En la etapa 1, el planteamiento de la investigación el alumnado debía relacionar la actividad con la práctica científica y plantear hipótesis para la ubicación de la estación, los resultados muestra que el alumnado identificó la componente científica (G2: “*tenemos que tomar medidas para poder elegir la ubicación*”) y plantearon hipótesis fundamentadas (G1: “*tuvimos en cuenta que no puede darle el sol y la sombra durante el día*”). La etapa 2 estuvo dedicada a la planificación de la investigación por parte del alumnado, destacando en esta etapa la identificación de variables tanto físicas como tecnológicas del problema. En esta identificación destacaron los grupos 2 y 4, identificando las variables físicas del problema de temperatura, viento (dirección y velocidad), presión, pluviosidad y radiación. Sin embargo, el grupo 1 aunque no identificó la presión como una variable a tener en cuenta, analizó posibles ubicaciones que cumplieran con los requisitos de todas las variables. En la etapa 3, los grupos pudieron realizar

pruebas experimentales con la estación meteorológica para estudiar las posibles ubicaciones. Esta etapa es la que mayor puntuación tiene asociada, dado que es a la que más tiempo se dedicó por ser uno de los objetivos fundamentales en el desarrollo de la actividad. En esta etapa se observó que el grupo 2 es el que mayor desempeño demostró, haciendo pruebas experimentales de las distintas variables: *“hicimos pruebas en el patio y la velocidad del viento era de 17km/h y en la azotea de 6 km/h. Nos dimos cuenta de que el edificio creaba corrientes”*. El grupo 4 también realizó pruebas con la estación meteorológica: *“añadimos cantidades de agua que habíamos medido para comprobar que el pluviómetro funcionaba bien”*. El grupo 1 también experimentó con la temperatura identificando que la ubicación inicialmente propuesta, no era válida dado que *“la estación estaba demasiado cerca del suelo y la temperatura era mayor de lo que debía ser”*. En la etapa 4, el alumnado debía extraer las conclusiones y exponer sus argumentos en un debate entre los 4 grupos para elegir la estación. En este debate es el grupo 4 el que mostró argumentos de mayor calidad, haciendo uso de las pruebas experimentales que realizó para justificar su elección. El grupo 2 hizo alusión a la propuesta de otro grupo, como poco adecuada, dado que *“ellos hicieron pruebas en ese sitio, y a lo largo del día da el sol y la sombra, por lo que no es válida”*. En la etapa 5, la comunicación de resultados, el desempeño de los grupos fue relativamente bajo. Esto se debe, entre otros factores a que ningún grupo realizó una representación gráfica de los datos experimentales que había tomado. Finalmente en la última etapa, el alumnado realizó una reflexión sobre la actividad. En esta etapa se observó que el alumnado fue capaz de relacionar los aprendizajes con otros contextos. Por ejemplo G1 afirmó: *“ahora ya sabemos de dónde surgen los mapas del tiempo”*. En esta etapa los grupos también valoraron su participación en la actividad (G2: *“a nosotros nos ha gustado por poder hacer experimentos con la estación como nosotros quisiéramos”*; G4: *“nos hemos sentido científicas al tener que resolver todos los problemas por nosotras mismas”*).

CONCLUSIONES

Tras el análisis de los resultados se ha podido observar que el nivel de desempeño en indagación del alumnado ha sido relativamente alto en tres de los cuatro grupos en las etapas de planificación de la investigación, toma de datos, conclusiones y reflexión. Ha destacado la etapa de la toma y análisis de los datos. En esta etapa, el alumnado realizó pruebas experimentales con la estación meteorológica y según estas pruebas, eligió la estación en la siguiente etapa. La posibilidad de realizar estas pruebas favoreció la adquisición de conocimientos de tipo procedimental (como por ejemplo, la iteración en las medidas) y también en el desarrollo de competencias como la autonomía y la cooperación, en concordancia con lo publicado por Bevins y Price (2016). Sin embargo, una de las mayores dificultades del alumnado se ha encontrado a la hora de comunicar los resultados, dado que aludieron a las pruebas experimentales, pero no hicieron una representación de los resultados. Finalmente se ha observado un acercamiento a la producción científica y un aumento en el interés hacia la ciencia, tal y como afirma McConney et al. (2014).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bevins, S., y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: Una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*.
- Couso, D. (2020). *Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo*. En Enseñando Ciencia con Ciencia (FECYT y Fundación Lilly). Penguin Random House.

- Easterday, M., Rees Lewis, D., y Gerbe, E. (2014). *Design-based process: Problems, phases, and applications*, in Proceedings of International Conference of Learning Sciences, 1(January), 317-324.
- Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A., y Sanmartí, N. (2014). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- Guisasola, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: Una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801.
- Kortland, K., y Klaassen, K. (2010). *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education: Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as Professor of Physics Didactics at Utrecht University*. CDBeta press.
- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R., y Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: A retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980.
- Méheut, M., y Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Muñoz Campos, V., Franco-Mariscal, A. J., y Blanco-López, Á. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3201.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Romero Ariza, M., Aguirre, D., Quesada, A., Abril, A. M., y Javier García, F. (2016). ¿Lana o metal? Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 297-311.
- Rosales Ortega, E. M., Rodríguez Ortega, P. G., y Romero Ariza, M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contexto en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2302.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso. Teoría y práctica*. Morata

Argumentación en el contexto del control sanitario de los alimentos. Un estudio en 3º de Educación Secundaria Obligatoria

Mario Caracuel González¹, Teresa Lupión Cobos², Ángel Blanco López³.

¹ CDP “Los Rosales”, Málaga. mariocgon@gmail.com.

² Universidad de Málaga. teluco@uma.es.

³ Universidad de Málaga. ablancol@uma.es.

RESUMEN: En la formación ciudadana actual la toma de decisión es una capacidad clave muy presente en nuestros días. Para trabajar su promoción en el alumnado, se ha diseñado e implementado una propuesta didáctica dirigida a tercero de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) cuya finalidad es promover su pensamiento crítico y la capacidad de argumentación para la toma de decisiones ante la controversia, en el ámbito de la alimentación, sobre el consumo de un producto natural/ no natural. La propuesta se aplicó con 25 estudiantes y entre los aspectos tratados en la misma, este estudio se centra en la importancia del control sanitario en los alimentos, analizando sus capacidades para identificar los componentes básicos, presentes en los argumentos de un vídeo que muestra el proceso a seguir para embotellar un zumo de naranja. Los resultados indican progresos en estas capacidades si bien, hay aspectos mejorables como diferenciar las justificaciones de las pruebas o no considerar datos e informaciones como pruebas.

PALABRAS CLAVE: Alimentación, Control sanitario, Argumentación, Educación Secundaria Obligatoria.

ABSTRACT: In current citizen training, decision-making is a key capacity that is quite present in our days. To work its promotion in the students, a didactic proposal has been designed and implemented aimed at a third party in Compulsory Secondary Education (ESO) whose purpose is to promote their critical thinking and the ability to argue for decision-making in the face of controversy, in the field of food, on the consumption of a natural / non-natural product. The proposal was applied with 25 students and among the aspects covered in it, this study focuses on the importance of sanitary control in food, analyzing their capacities to identify the basic components, present in the arguments of a video that shows the process to follow to bottle an orange juice. The results indicate progress in these capacities, although there are aspects that could be improved, such as differentiating the justifications of the tests or not considering data and information as tests.

KEYWORDS: Argumentation, Compulsory Secondary Education, Food, Sanitary Control.

INTRODUCCIÓN

La educación científica brinda un escenario relevante en el currículo escolar para la formación de ciudadanos competentes que sean capaces de desenvolverse de forma adecuada en diferentes contextos de la vida diaria en los que la ciencia y/o la tecnología juegan un papel importante (Blanco-López y Lupión-Cobos, 2015). Esto implica, entre otros aspectos, desarrollar un pensamiento crítico para ejercitar la toma de decisiones fundamentadas (Blanco, España y Franco, 2017). La argumentación, se muestra como

una herramienta efectiva para su abordaje, contribuyendo a que nuestros estudiantes puedan elegir entre diferentes productos con fundamentaciones adecuadas, conociendo y diferenciando los tres componentes básicos de un argumento (conclusión, prueba y justificación) (Jiménez-Aleixandre, 2010). En la toma de decisiones de un producto natural o no natural en contextos como la alimentación, la salud o la cosmética entre otros, pueden influir muchas variables. Esas tomas de decisiones se encuentran presentes en diversos ámbitos, por ejemplo, en la alimentación, en el que existen distintas modas alimenticias entre los jóvenes (Benarroch & Pérez, 2011) y, en particular, en el consumo de productos naturales frente a otros no naturales (Rozin et al., 2004).

En estudios anteriores encontramos que los estudiantes utilizan justificaciones del tipo: procedencia, salud, composición, tradición, medio ambiente o controles sanitarios y que muestran mayor preferencia por aquellos productos que son naturales frente a los que no lo son (Caracuel, Lupión y Blanco, 2020). Incluso cuando los encuestados son informados que los ejemplos naturales y artificiales son químicamente idénticos, continúan dotando de una superioridad al que es natural. Por todo ello, es importante diseñar e implementar propuestas formativas que ayuden al alumnado a desenvolverse adecuadamente en su día a día en contextos cercanos, ya sean de tipo personal, social o profesional, y así alcanzar decisiones de forma justificada (Bravo y Jiménez-Aleixandre, 2018). Así, se ha diseñado e implementado una propuesta didáctica dirigida a alumnado de tercero cuya finalidad es promover su pensamiento crítico y la capacidad de argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010) para la toma de decisiones ante la controversia, en el ámbito de la alimentación, sobre el consumo de un producto natural/ no natural (Caracuel, Lupión y Blanco, 2021). En concreto, en este trabajo, estudiamos la importancia del control sanitario en los alimentos, analizando las capacidades de los estudiantes para identificar los componentes básicos de los argumentos presentados en un vídeo, en el que se muestra el proceso a seguir para embotellar un zumo de naranja.

ESCENARIO DIDÁCTICO

La actividad que presentamos en este trabajo se titula “Control sanitario: ¿Por qué son necesarios los controles en los productos alimentarios?”. Con ella se pretendió que el alumnado aprendiera a argumentar sobre el por qué de su uso y su utilidad en la alimentación, consolidándose además las siguientes ideas: los alimentos están sometidos a controles que aseguran que no sean perjudiciales para la salud; garantizan que el contenido de los alimentos debe coincidir con la información aportada en la etiqueta; deben realizarse tanto a productos naturales y como a no naturales. En la actividad se ponían en juego procesos asociados a las prácticas científicas como: interpretación de información e identificación del problema tratado con un contexto adecuado para identificar los componentes básicos de un argumento: conclusión, prueba y justificación (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Su realización se llevó a cabo durante el tercer trimestre del curso 2019-2020, de forma virtual por motivo de la COVID-19, con un grupo de 28 estudiantes de 3º de ESO de un colegio concertado de Málaga. Previamente, el alumnado, dentro de la propuesta didáctica antes mencionada, ya había trabajado tareas sobre búsqueda y selección de información, justificación de las respuestas dadas a una pregunta o interpretación de información y había recibido algunas nociones sobre indagación y argumentación. En este escenario de docencia virtual, las actividades se realizaron a través de herramientas informáticas, aplicaciones como WhatsApp, Zoom y Classroom. En todas las actividades grupales, el profesor (primer autor del trabajo) guio el proceso de enseñanza de manera síncrona. Inicialmente, el profesor comenzó planteando a los estudiantes, organizados en

pequeños grupos a través de WhatsApp, si consideraban necesario los controles sanitarios, teniendo que aportar una justificación de sus respuestas. Posteriormente, se hizo una puesta en común con todas las razones dadas para categorizarlas. La mayoría de los estudiantes consideraban que los controles son necesarios. A continuación, aportamos algunos ejemplos de las respuestas, en las que muestran diferentes tipologías de razones para dichos controles:

- Seguridad alimentaria. *“Sí, son necesarios ya que todos los productos pueden tener alguna sustancia que nos perjudique y gracias a los controles sanitarios podemos tener cierta seguridad de que el producto que consumamos no nos perjudicará”* (estudiante 1).
- Fiabilidad del etiquetado *“Yo creo que los controles sanitarios son muy necesarios ya que gracias a ellos podemos saber si muchos de los alimentos que consumimos son buenos para nosotros y si la etiqueta de los alimentos es verdadera”* (estudiante 20).
- La concentración de los componentes *“Sí, sí que son necesarios ya que te garantizan cuanta cantidad de esa sustancia lleva, ya que puede ser perjudicial”* (estudiante 28).

Posteriormente, el profesor recordó los elementos básicos de un argumento (Jiménez-Aleixandre, 2010), y para promover la concienciación del alumnado sobre la importancia de los controles sanitarios en los alimentos, se proporcionaron dos videos (El arrecife, 2019; Mercadona, 2019), sobre el proceso de elaboración de zumos de naranjas, que planteaban diferentes perspectivas de los mismos mostrando el procedimiento seguido desde su origen hasta que el producto llega al consumidor. Estos videos fueron elegidos por el enfoque divulgativo utilizado en el tratamiento de la información que, destinada al gran público, se mostraba así de forma cercana también al estudiante.

Una vez visionados, el profesor facilitó un esquema para que los estudiantes de forma individual analizaran los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es el problema planteado en cada video?
- ¿A qué conclusión se llega en cada uno de ellos?
- ¿Cuáles son las pruebas que se presentan en cada video? ¿por qué consideras que estas son las pruebas? (Las pruebas son cifras hechos, datos comprobables que permiten sustentar a la conclusión).
- ¿Cuáles son las justificaciones empleadas en cada video? ¿por qué consideras que son estas las justificaciones?

Después de que los estudiantes respondieran a estas cuestiones, se llevó a cabo una puesta en común para valorar si habían comprendido el contenido de ambos videos y en qué medida fueron capaces de identificar el problema tratado y los tres elementos básicos de los argumentos (conclusión, prueba y justificación), corrigiéndose los errores producidos.

Por último, y con objeto de ayudar a los estudiantes a transferir lo aprendido, analizaron un tercer video editado por Radiotelevisión Española en su programa Made in Spain (Rtve, 2016), en el que se muestra el proceso a seguir para embotellar un zumo de naranja. Finalmente, como tarea individual tuvieron que identificar las fases del proceso y los elementos básicos de los argumentos que se aportaban en el video.

METODOLOGÍA

Para analizar la capacidad de los estudiantes para identificar los elementos básicos de los argumentos se llevó a cabo un análisis, por parte de los investigadores, sobre la conclusión, las justificaciones y las pruebas aportadas en el vídeo 3 (tabla 3).

Tabla 1. Análisis de los investigadores de los elementos básicos de los argumentos incluidos en el vídeo 3.

Conclusión	El zumo embotellado presenta bastantes garantías (al igual que un zumo recién exprimido en casa)
Justificaciones	Existen controles sanitarios que así lo garantizan Se usan diferentes técnicas para preservar la calidad del zumo
Pruebas	Primer lavado de las naranjas, para eliminar restos del campo (barro, hoja, piedra, etc.) Control de materias primas. Análisis en laboratorio para medir rendimiento en zumo y porcentajes de azúcar y acidez Deshecho manual de las estropeadas Pasteurizado para eliminar los posibles microorganismos presentes en el zumo Segundo lavado para eliminar posibles restos del primer lavado Tapa de aluminio para no perder la esterilidad el envase Esterilizar las botellas de plástico

A continuación, se realizó una lectura detenida de las respuestas de los estudiantes cotejándolas con el análisis presentado en la tabla 1. Estas tareas fueron realizadas inicialmente por uno de los investigadores, acordándose en reuniones del equipo de investigación el análisis y categorización de las respuestas en las que se presentaban dudas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados y conclusiones se enumeran en relación con:

a) Identificación del problema planteado en el vídeo

Debido a que la controversia sobre elección de consumo entre naranja natural o zumo embotellado se había tratado en la actividad previa a ésta, la práctica totalidad del alumnado fue capaz de identificar que el problema tratado en el vídeo era el proceso de elaboración de un zumo de naranja comercial y los procesos y controles utilizados para garantizar su calidad.

b) Identificación de la conclusión

La conclusión de que el zumo embotellado ofrece bastante garantía para su consumo fue planteada por casi la totalidad de los alumnos (24 de los 25). En concreto, 21 de ellos, hacen referencia a la similitud que hay entre el zumo embotellado y el zumo hecho en casa.

c) Identificación de las justificaciones.

De los resultados se desprende que todos han reconocido alguna de las dos justificaciones o ambas, ya que 10 de ellos han identificado tanto la existencia de controles sanitarios como los diferentes procesos para asegurar la calidad del zumo embotellado; 3 solo se han referido a los controles sanitarios, y 12 a las diferentes técnicas realizadas.

d) Identificación de las pruebas

Son los elementos más reconocidos por el alumnado. Hay que indicar, que algunas pruebas fueron identificadas en la fase anterior, y no explícitamente fueron citadas en las pruebas. La tabla 2 indica la frecuencia mostrada en cada una de ellas.

Tabla 2. Frecuencia de alumnos que han reconocido las diferentes pruebas

Pruebas	Frecuencia
Primer lavado, limpieza de las naranjas para eliminar restos del campo (barro, hoja, piedra, etc.)	21
Control de materias primas. Análisis en laboratorio para medir rendimiento en zumo y porcentajes de azúcar y acidez	20
Deshecho manual de naranjas estropeadas	15
Pasteurizado para eliminar los posibles microorganismos presentes en el zumo	15
Segundo lavado para eliminar posibles restos del primer lavado	11
Tapa de aluminio para no perder esterilidad el envase	5
Esterilizar las botellas de plásticos que no reaccionan con la naranja	3

Los resultados muestran que los procesos relacionados con la limpieza y controles de distintos parámetros son los identificados por una gran mayoría de estudiantes, así como la pasteurización que un proceso clave para poner consumir un zumo cierto. En sentido contrario, la esterilización de la botella y la utilización de un determinado tipo de plástico alimentario, son otros procesos importantes en la calidad y en el control sanitario del zumo que han sido poco identificados por los estudiantes.

También hay que destacar que los estudiantes mencionan como pruebas algunos de los procesos que aparecen en el vídeo, tales como la recogida manual, la rapidez en llegar a fabrica y comenzar a exprimir, o mantener una temperatura constante del zumo para su envasado que si bien pueden ser importantes en el vídeo no se mencionan como afectan a la calidad.

Por último, es destacable la identificación-por parte de 17 estudiantes de pruebas que no aparecían contempladas como tales por los investigadores (tabla 1), ya que no consideramos que influyan en la calidad del zumo embotellado, tales como: elegir las mejores naranjas, como el tamaño de la naranja o la filtración para la separación de la pulpa, que aquéllos las consideran garantía del producto.

A tenor de estos resultados, se puede concluir que la actividad ha servido a los estudiantes para mejorar sus capacidades para identificar los componentes de los argumentos que se suelen usar en videos relacionados con este tema. No obstante, hay algunos aspectos en los que es necesario seguir ayudando a los estudiantes: a diferenciar las justificaciones de las pruebas y a diferenciar datos e informaciones que, aunque sean importantes, no pueden ser considerados como pruebas en el contexto del problema analizado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benarroch, A., y Pérez, S. (2011). Hábitos e ingestas alimentarias de los adolescentes melillenses (España). *Publicaciones*, 41, 65-83.
- Blanco, A., España E. y Franco, A. (2017) Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.
- Blanco-López, A. y Lupión-Cobos, T. (Eds.) (2015). *La competencia científica en las aulas. Nueve propuestas didácticas*. Santiago de Compostela: Andavira Editora.
- Bravo, B. y Jimenez-Aleixandre, M.P. (2018): «Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts». *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619-638.

- Caracuel, M., Lupión, T. y Blanco, A. (2020). Decisiones y justificaciones entre natural versus no natural en el consumo de un producto alimentario por estudiantes de 14-15 años. Un estudio piloto. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1203.
- Caracuel, M., Lupión, T. y Blanco, A. (2021). Toma de decisiones sobre el consumo de productos naturales/no naturales: Propuesta didáctica para alumnado de 14-16 años. En D. Cebrián-Robles, A.J. Franco-Mariscal, T. Lupión-Cobos, C. Acebal-Expósito y A. Blanco-López (Coords.). *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía Transferencia al aula*, pp. 83-96. Graó.
- El arrecife (6 de marzo de 2019). *¿Zumo de naranja o zumo de bacterias?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fuJ26eG2bwg>
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Mercadona (20 de marzo de 2019). *Zumo de naranja recién exprimido en nuestra sección de fruta y verdura*. [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XzxirUyf-Po>
- Rozin P., Spranka M., Krieger Z., Neuhaus R., Surillo D., Swerdlin A., & Wood K. (2004). Preference for natural: instrumental and ideational/moral motivations, and the contrast between foods and medicines. *Appetite*, 43, 147-154.
- Rtve (24 de abril de 2019). *Made in Spain: Zumo de naranja* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=jHZLAL1_tcYk

Desempeño del alumnado de Educación Secundaria en destrezas científicas

Gabriel Enrique Ayuso Fernández¹, Luisa López Banet², Marina Martínez Carmona³.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia ayuso@um.es.

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia llopezbanet@um.es.

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia, marina.m.c1@um.es.

RESUMEN: Los resultados de estudios previos establecen que, durante la Educación Secundaria, habitualmente no se desarrollan las destrezas necesarias para la realización de investigaciones. El principal objetivo de esta contribución es analizar el grado de evolución en la identificación de problemas, formulación de hipótesis, establecimiento de conclusiones o diseño de experimentos, en esta etapa educativa. Los resultados obtenidos muestran que el aprendizaje que experimenta el alumnado respecto a las competencias mencionadas no alcanza los niveles deseables. Así, al finalizar la educación obligatoria, un escaso número de estudiantes ha adquirido las competencias establecidas en el plan de estudios. Finalmente, se aportan algunas explicaciones que podrían justificar esta situación, así como sugerencias para mejorar la enseñanza de las destrezas señaladas.

PALABRAS CLAVE: diseño experimental, hipótesis, identificación de problemas, destrezas científicas, Educación Secundaria

ABSTRACT: The results of previous studies establish that, during Secondary Education, the necessary skills to carry out research are not usually developed. The main objective of this contribution is to analyse the degree of evolution of identifying problems, formulating hypotheses, drawing conclusions or designing experiments in this educational stage. The results obtained show that the learning experienced by the students with respect to the aforementioned competences does not reach the desirable levels. Thus, at the end of compulsory education, a small number of students have acquired the skills established in the curriculum. Finally, some explanations are provided that could justify this situation, as well as suggestions to improve the teaching of the indicated skills.

KEYWORDS: experimental design, hypothesis, problem identification, scientific skills, Secondary Education

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La necesidad de mejorar la calidad de la educación científica que recibe el alumnado de Educación Secundaria, incluyendo a quienes no presentan aspiraciones científicas (Sheldrake, 2018), está ampliamente aceptada. La ciudadanía debe estar preparada para examinar y comprender problemas sociocientíficos y tomar decisiones basadas en la ciencia (Dauer et al., 2017). En esta línea, la OCDE propuso el término “competencia científica”, que incluye la capacidad de indagación vinculada a contextos concretos y a la integración de saberes. Este término se refiere, entre otros aspectos, al uso que los individuos hacen de los conocimientos científicos para identificar problemas, adquirir

nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia (OCDE, 2006).

Desempeño del alumnado en diversas destrezas relacionadas con la competencia científica durante la Educación Secundaria

Los estudios que analizan las destrezas científicas implicadas en la realización de investigaciones muestran que el nivel de comprensión y, por tanto, de la competencia en investigación, del alumnado de bachillerato, es insuficiente (Ferrés et al., 2015). El aprendizaje basado en la indagación permite avanzar significativamente en el desarrollo de dichas destrezas (Furtak et al., 2012), fomentando aquellas relacionadas con procesos integrados (Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre (2017). Asimismo, el análisis del aprendizaje del alumnado como respuesta a la indagación científica (Savelsbergh et al., 2016; Kuhn et al., 2017) muestra un incremento en destrezas científicas más avanzadas. Desde la perspectiva de este estudio, la comprensión del papel de la ciencia en la sociedad debe ser incluida como objetivo en este nivel educativo, implicando la necesidad de desarrollar capacidades intelectuales relacionadas con las destrezas científicas de investigación (Vossen et al., 2018), objeto de nuestro estudio.

Objetivos de la investigación

Teniendo en cuenta estos antecedentes, nuestro principal objetivo es identificar los problemas involucrados en el desarrollo de las destrezas científicas durante la Educación Secundaria. Esta información podría ayudar a reconocer las dificultades del alumnado para utilizar destrezas de investigación en contextos científicos, con la finalidad de mejorar la calidad de la educación científica en Educación Secundaria.

METODOLOGÍA

Las destrezas científicas que se analizan en este trabajo son la identificación del problema a resolver, la formulación de hipótesis, la obtención de conclusiones y la elaboración de diseños experimentales para resolver el problema. Todas ellas son destrezas de orden superior, consideradas fundamentales para la investigación científica.

Características de la muestra

En el estudio han participado 210 estudiantes de tres niveles educativos, procedentes de diez centros distintos, cuatro en la capital regional y seis de diferentes municipios. Las pruebas se administraron al inicio del año escolar, esperando que los resultados mostrasen los aprendizajes obtenidos en el nivel inmediatamente inferior (Tabla 1).

Tabla 1. Características de la muestra

Nivel educativo	Nº estudiantes	Nivel del curso correspondiente
Primer año de Educación Secundaria (12 años)	69	Final de Educación Primaria
Tercer año de Educación Secundaria (14 años)	55	Mitad de Educación Secundaria Obligatoria
Primer año de Bachillerato (16 años)	86	Final de Educación Obligatoria

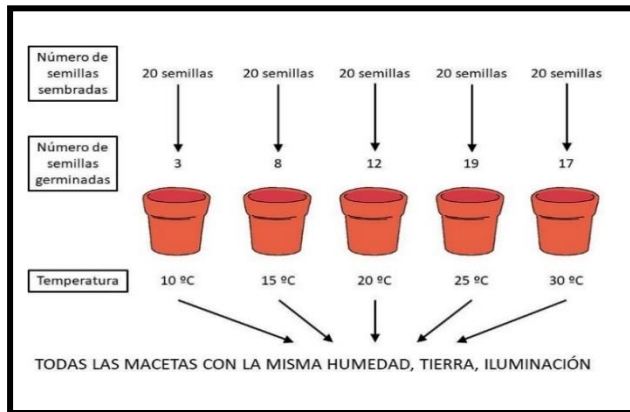
Instrumentos de recogida de información

La información fue obtenida a través de cuestionarios adaptados a cada nivel educativo, previamente contrastados mediante entrevistas a pequeñas muestras de estudiantes y validados por profesorado de secundaria (Cordón, 2009). Inicialmente se plantearon preguntas de carácter general, con el objetivo de comprobar si con anterioridad a su

experiencia académica habían tenido ocasión de poner en práctica la identificación de problemas, formulación de hipótesis, elaboración de diseños experimentales y establecimiento de conclusiones. Posteriormente, se describieron varias situaciones con la intención de analizar si los conocimientos permitían realizar las tareas propuestas. En concreto, se presentaron diversas situaciones referidas a situaciones sencillas, acompañadas de esquemas y dibujos, como la germinación de semillas que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo de situación planteada

<p>En una investigación sobre la germinación de unas determinadas semillas, se sembraron, en 5 macetas iguales y todas con las mismas condiciones de cultivo (humedad, tierra, iluminación), 20 semillas por maceta, como se muestra en la figura. Cada una de ellas se colocó a distinta temperatura ambiental (en grados centígrados: 10, 15, 20, 25, 30). Al cabo de dos semanas se contó el número de semillas que había germinado en cada maceta, obteniéndose el resultado que se muestra en la tabla adjunta.</p>	T. ^a (° C)	N.º semillas germinadas
	10	3
	15	18
	20	12
	25	19
	30	18
<p>En esta investigación:</p> <p>a. Escribe el problema científico que se intenta solucionar con este experimento.</p> <p>b. Escribe una hipótesis para este experimento.</p> <p>c. Escribe la conclusión o conclusiones que se pueden deducir de esta investigación.</p>		



Además de experiencias relacionadas con la germinación de semillas, se presentaron las situaciones presentes en la tabla 3, cada una de las cuales abordaba las capacidades y destrezas señaladas.

Tabla 3. Características de los cuestionarios

Situaciones	Capacidades	Destrezas
Expresiones extraídas de los libros de texto escolares:	Identificar las fases de la investigación	Identificación del problema científico
Actividades escolares:		Formulación de hipótesis
- Germinación de semillas I y II		Elaboración de diseños experimentales
- Los experimentos de Redi	Identificar y expresar destrezas en un contexto de investigación científica	Establecer conclusiones
- Comportamiento de la cochinilla		
- Los experimentos de Van Helmont		
Comportamiento de la cochinilla		
Los experimentos de Van Helmont	Planificar una investigación científica	Elaboración de diseños experimentales
Comportamiento de los caracoles		

Para la elaboración definitiva de los cuestionarios con las situaciones y experiencias planteadas, previamente, se aplicó a una muestra reducida piloto que permitió seleccionar las cuestiones para cada nivel educativo según la dificultad de las mismas. De este modo, las situaciones más complejas no se presentaron a los grupos de menor edad, del mismo modo que las más sencillas no se incluyeron para el alumnado mayor, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Situaciones presentadas a diferentes niveles

Edad	<i>Experimentos de Redi</i>	Comportamiento de caracoles	Germinación de semillas	Comportamiento de la cochinilla	Experimentos de Van Helmont
12	x	x	x		
14	x	x	x	x	
16			x	x	x

Análisis de resultados

Los resultados se analizaron a partir de la revisión de las respuestas del alumnado y la comparación entre los centros educativos. Para facilitar los análisis de las respuestas, y realizar un posterior análisis de las dificultades del alumnado, se han establecido tres categorías: correcto (estudiantes capaces de resolver las tareas presentadas), inadecuado (aunque aparentemente el alumnado entendía las tareas, sus respuestas eran incorrectas o no guardaban relación con la pregunta o situación presentada), o sin respuesta (no contestan o no comprendieron la pregunta).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que, respecto al problema científico de la investigación, el porcentaje de estudiantes que inician la Educación Secundaria (12 años) que dan respuestas correctas es muy bajo, para todas las situaciones descritas. Además, si bien el rendimiento del alumnado mejora durante la Educación Secundaria, el avance es insuficiente. Asimismo, resultó más difícil formular hipótesis que reconocer problemas. Extraer conclusiones es una actividad considerada relativamente frecuente. No obstante, los resultados obtenidos muestran dificultades del alumnado para comprender si una determinada hipótesis está respaldada por las pruebas. Respecto a la elaboración de diseños experimentales, la tarea sobre el experimento del caracol fue completada con más éxito que el resto. En el experimento con la cochinilla, solo una pequeña muestra del alumnado de 14 años respondió correctamente y menos del 20% de quienes terminaron la Educación Secundaria Obligatoria dieron respuestas satisfactorias. Los resultados empeoraron para el experimento de nutrición vegetal, en el que apenas el 10% de las respuestas se consideraron aceptables. De hecho, los resultados permitieron justificar la supresión de los dos últimos experimentos para el alumnado de menor edad.

CONCLUSIONES

En base a la información obtenida, es posible establecer que, durante los años de Educación Secundaria Obligatoria, el alumnado presenta poca evolución en el desarrollo de las destrezas de investigación científica analizadas y, en consecuencia, para aplicarlas a los textos de uso común en el aula. La gran cantidad de estudiantes que no respondieron, así como el pequeño número de respuestas correctas muestra lo difícil que encontraron estas tareas, especialmente en los dos primeros niveles estudiados.

Algunas de las razones que podrían explicar estas dificultades estarían relacionadas con el desarrollo de las capacidades intelectuales del alumnado, aspecto que está influido por la edad, como sostiene la teoría piagetiana. Por otro lado, el bajo dominio de ciertas destrezas lingüísticas podría repercutir en los resultados, pues algunos términos no tienen el mismo significado en la vida cotidiana que en el contexto científico. Asimismo, puede haber influido la escasa atención que se presta habitualmente en las aulas a las destrezas científicas, pues la enseñanza se suele orientar a inculcar conceptos, teorías y leyes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el proyecto PGC2018-097988-A-I00 financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia e Innovación de España-Agencia Estatal de Investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordón, R. (2009). *Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la educación secundaria obligatoria: análisis de la situación, dificultades y perspectivas*. [Teaching and learning scientific procedures (procedural contents) in compulsory secondary education: analysis of the situation, difficulties and perspectives] (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10201/3613>.
- Crujeiras-Pérez, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2017). High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 99-112. <http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/rp/c6rp00185h>
- Dauer, J.M., Lute, M., & Straka, O. (2017). Indicators of informal and formal decision-making about a socioscientific issue. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 124-138.
- Ferrés, C., Marbà, A., & Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. (Students' inquiry works: assessment tools and identification of difficulties). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37. Retrieved from <http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/view/696>
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D.C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329. <https://www.jstor.org/stable/23260047>
- Kuhn D., Sin Arvidsson T., Lesperance R., & Corprew R. (2017). Can Engaging in Science Practices Promote Deep Understanding of Them?. *Science Education*, 101(2), 232–250. <https://doi.org/10.1002/sce.21263>
- OCDE (2006). *PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/free/9806034e.pdf>
- Savelsbergh, E.R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M., & Bakker, A. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: A meta-analytic study. *Educational Research Review*, 19, 158-172. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.07.003>
- Sheldrake, R. (2018). Changes in Children's Science-Related Career Aspirations from Age 11 to Age 14. *Research in Science Education*, 1-30. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9739-2>
- Vossen, T.E., Henze, I., Rippe, R.C.A., Van Driel, J.H., & De Vries, M.J. (2018). Attitudes of secondary school students towards doing research and design activities. *International Journal of Science Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1494395>

El paseo marítimo de A Coruña, como contexto para el desarrollo didáctico de la geología de proximidad

González Rodríguez, C¹; Míguez-Rodríguez, L.J.²

¹ EPAPU “Eduardo Pondal”. A Coruña. concepción.gonzalez@edu.xunta.es

² IES A Sardiñeira. A Coruña. luismiguez@edu.xunta.es

RESUMEN: Se presenta una propuesta didáctica basada en un Itinerario Geológico, a lo largo del Paseo Marítimo de A Coruña, que se llevará a cabo con alumnado de bachillerato del IES “A Sardiñeira” (A Coruña), para conocer “in situ” la transformación del paisaje por los agentes externos, utilizando como modelo la acción del mar en este litoral, la importancia de las rocas en su construcción, la intervención humana para modificar dicha acción y el probable efecto del calentamiento global sobre el mismo.

PALABRAS CLAVE: Trabajo de campo, Geología, Modelado Litoral, Bachillerato.

ABSTRACT: A didactic proposal based on a geological itinerary along the promenade of A Coruña is presented with high school students from IES Sardiñeira (A Coruña), to learn “in situ” the transformation of the landscape by external agents, using the action of the sea on this coastline as a model, the importance of rocks in its construction, human intervention to modify said action and the probable effect of global warming.

KEYWORDS: Trabajo de campo, Geología, Modelado Litoral, Bachillerato.

INTRODUCCIÓN

Los procesos geológicos externos como transformadores de la superficie terrestre, el uso de recursos naturales y que algunos procesos naturales implican riesgos para la humanidad, forman parte de las diez ideas clave (Pedrinaci, 2018), que figuran en el documento elaborado por las sociedades científicas relacionadas con la geología y su enseñanza (Pedrinaci, 2013). Y de hecho, todos ellos se incluyen en el currículo de Enseñanza Secundaria (Decreto 86/2015, do 25 de xuño).

Por otra parte, en el aprendizaje de la geología se considera que la actividad práctica es el trabajo de campo (Pedrinaci, 2012), y las salidas son un contexto de referencia en la formación científica (Donaldson, Fore, Filippelli, Hess, 2020), ya que es en ellas, donde los estudiantes tienen la posibilidad de analizar múltiples interpretaciones sobre lo ocurrido en el pasado, y formular hipótesis sobre el futuro, además de conocer de primera mano hitos locales de interés geológico, e incluso relacionarlos “in situ” con problemáticas sociales y ambientales (Uskola, Seijas, Sanz, 2022), y con ello contribuir a mejorar el razonamiento causal y el pensamiento dinámico de los estudiantes. Por todo ello, y siendo conscientes como otros autores que “cuanto más estrecha es la relación entre las actividades realizadas dentro y fuera del aula, más se avanza en la comprensión de los temas trabajados” (Del Carmen, 2010), y en este caso tratándose de un centro educativo ubicado en A Coruña, una ciudad totalmente abierta al mar, consideramos como una buena opción para tratar estos contenidos, centrarnos en “el modelado del paisaje costero” y realizar una actividad de campo que permita la inmersión del alumnado en el contexto

del problema, proponiendo un itinerario geológico a lo largo del Paseo marítimo de A Coruña, en el que van a poder observar e identificar “in situ”, la influencia de la dinámica marina en el modelado del litoral, relacionando los movimientos del agua del mar con los procesos/ formas de erosión, transporte y sedimentación resultantes, la intervención humana para modificar dicha acción y la importancias de las materias primas en su construcción y posteriormente analizar y reflexionar sobre las posibles consecuencias del cambio climático en dicho modelado y en la propia ciudad.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En estas actividades en el medio natural es recomendable utilizar una metodología activa, en la que el alumnado sea el protagonista de su progreso educativo y que el profesorado actúe como guía y potenciador de ese aprendizaje (Míguez y González, 2017). Además facilita espacios para trabajar, no sólo contenidos conceptuales sino también la reflexión de los ligados a procedimientos y actitudes, como la responsabilidad, la capacidad crítica, la cooperación, ...etc., es decir, los componentes metadisciplinarios de las competencias que deben formar parte de todas las disciplinas (Zabala y Arnau, 2007).

Van a participar en la experiencia de manera conjunta 20 alumnos/as de las materias de Biología y Geología de 1º y de Geología de 2º de Bachillerato, por lo que ya disponen de conocimientos previos sobre este tema, que van a facilitar el desarrollo de la actividad. En concreto de la materia de Biología y Geología de 3º de ESO (Decreto 86/2015, do 25 de junio). La propuesta esperamos ponerla en práctica el próximo curso, ya que no pudo realizarse debido al protocolo COVID vigente en los centros educativos en Galicia. Antes de realizar el itinerario se realizará una sesión preparatoria en el aula.

Sesión preparatoria

Se inicia presentándole a todos los participantes la actividad de campo que van a realizar, y a partir de preguntas al grupo, se van activando los contenidos previos sobre los procesos y agentes que transforman el paisaje los riesgos que pueden ocasionar, y la importancia de las rocas y minerales para la sociedad (3º de la E.S.O), todos ellos necesarios para conseguir un aprendizaje significativo. A continuación se introducen los contenidos que se van a tratar. Historia geológica de A Coruña, rocas que la forman, y la tectónica local.

Finalmente, se entrega a cada participante un mapa del itinerario y una copia de las cuestiones y observaciones personales que van a ir realizando a lo largo del itinerario y el material que van a llevar: brújula, cuaderno de campo, lápiz, equipo fotográfico (teléfono móvil o máquina fotográfica), mapa local (turístico), mapa geológico sintético.

Tareas a realizar en el itinerario

- Tomar notas y fotografías, de todo aquello que despierte tu interés.
- Anotar la orientación de las playas (utiliza la brújula).
- Identificar el mayor número de rocas a lo largo del recorrido (ayúdate del mapa geológico y las indicaciones del profesor), y de la solería del paseo marítimo.
- Observar y valorar la resistencia a la erosión de las rocas y/o minerales.

ITINERARIO. PUNTOS DE INTERÉS

En cada punto, el profesor intervendrá brevemente para introducir su importancia, y resolver las dudas que le planteen los alumnos, si bien tratando de que sean ellos de forma individual o en pequeños grupos (3), los que realicen las observaciones y resuelvan las cuestiones indicadas en la sesión preparatoria.

Mirador de San Pedro

El Tómbolo de A Coruña

El mirador (punto 1, Figura 1) está colocado en lo alto de la antigua cantera de Penaboa, es un magnífico lugar donde iniciar este recorrido porque permite, de un golpe de vista, realizar una introducción histórica por parte del profesor, teniendo a la vista los lugares y las huellas que dejaron cada uno de los fenómenos que han actuado.

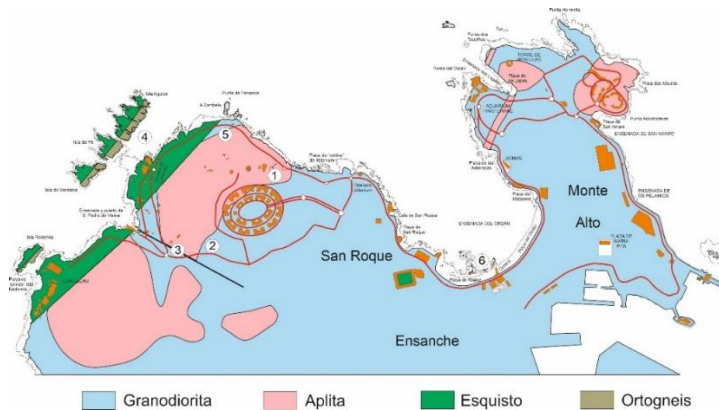


Figura 1. Mapa del itinerario con los puntos de interés

Desde aquí es muy evidente que A Coruña es un tómbolo. En el mapa del itinerario (Figura 1), se aprecia como la parte más estrecha de la ciudad corresponde al depósito de arena que une el barrio coruñés del Ensanche, con la “antigua” isla de la Torre (actualmente el barrio de Monte Alto), que sería un saliente importante, fuertemente expuesto a la acción erosiva del mar, y que esta erosión progresaría a favor de las fallas del lugar, organizadas de NE-SW y NO-SE, que es justo la orientación que tienen las ensenadas y las playas locales. Todo ello favorecido por la transgresión marina. Más tarde, cuando el nivel del mar descendió como consecuencia de las glaciaciones, se dieron las condiciones para que se produjera la sedimentación, y comenzara a formarse el tómbolo, uniendo la isla con el continente. A un lado quedará Riazor y el Orzán, y al otro lado el Puerto, los Cantones, la Marina.

Carretera al Puerto del Portiño

Riesgos gravitacionales e impactos ambientales

“La mañana del 10 de septiembre de 1996 se produjo una de las mayores catástrofes ecológicas de Galicia. El vertedero de Bens se vino abajo y **200.000 toneladas de basura rodaron por la falda del monte**. El alud sepultó todo cuanto encontró a su paso: vehículos, embarcaciones, incluso un puente, y **se cobró la vida de un vecino** del barrio de O Portiño cuyo cuerpo nunca apareció”. Este suceso terminó por convertirse en un desastre ecológico, que además causó una víctima mortal, y grandes daños materiales.

Geotécnia: tratamiento de laderas

Después de la avalancha del vertedero de Bens (punto 2, Figura 1), se adoptó una solución que inexcusablemente pasó por el sellado definitivo del vertedero, procedimiento que incluyó el tratamiento de las pendientes, y los drenajes oportunos para lixiviados y gases. El vertedero fue sellado y recuperado como zona verde y espacio público de ocio.

Glorieta, Ensenada y Puerto de San Pedro de Visma

Desestabilización de laderas y riesgos gravitacionales.

Como medida básica se rompieron las pendientes (punto 3, figura 1), dándoles el escalonamiento adecuado, a lo que siguió la adecuación de la superficie utilizando cubiertas impermeabilizantes de geotextil, y finalmente se reforestaron las superficies con una vegetación herbácea, poco exigente con la profundidad del suelo. Además, se dispusieron drenajes para los lixiviados, y colectores para los gases, que son reutilizados como fuente de energía.

Archipiélago de San Pedro***Diferentes formaciones litorales: plataforma de abrasión, erosión diferencial, furnas.***

El conjunto (Figura 2) muestra múltiples elementos de la geomorfología litoral, además de aspectos muy claros sobre las huellas de las transgresiones y regresiones marinas. Fue declarado “*Espacio Natural de Interés Local*” (ENIL), para dar cobertura legal a los valores naturales que alberga. Se puede observar (punto 4, figura 1):



Figura 2. Islas de San Pedro

La plataforma de abrasión, pone en contacto el continente y las islas y se ha ido desarrollando como consecuencia de la erosión marina, favorecida por la litología y la tectónica (fallas y diaclasas). Esta surcada por numerosos “corredores” o trincheras, que se disponen paralelamente a la costa (punto 4, Figura 1).

Erosión diferencial.- Se produce sobre las rocas que forman el archipiélago y la plataforma de abrasión, con formación de bloques y canales, que ponen de manifiesto la resistencia desigual de cada una de ellas.

Furnas.- Se producen por la erosión combinada de olas y mareas sobre la costa rocosa de una porción del cantil, erosión que progresa tierra adentro dejando un hueco de topografía variable, según el tipo de roca y su disposición.

Paseo del Portiño, As Zambelas, Milenium***Transgresiones y regresiones cuaternarias: variación del nivel del mar, rasa marina, y dunas rampantes.***

En este punto (punto 5, Figura 1) se muestran depósitos marinos consolidados formados por abundantes cantos rodados (pudingas), lo que muestra hasta donde llegó el nivel del mar en sus oscilaciones durante dicho periodo. En concreto durante el Wümiense, como consecuencia de un enfriamiento global, el nivel del mar se retiró hasta 50 metros por debajo su nivel actual. Esto provocó que A Coruña quedase rodeada de extensos arenales, de más de 1 km de anchura, de modo que los vientos empujaron la arena tierra adentro hasta formar acúmulos que treparon por las laderas del monte Penaboa y relieves adyacentes.

Minería y patrimonio: La Cantera de Penaboa

Aquí se puede ver la cantera de granito histórico de Penaboa y comprobar la importancia de la geología como recurso industrial. Esta es la mayor de muchas canteras que había en

la ciudad. Por su resistencia a la erosión y al uso diario, fue utilizada sistemáticamente en la construcción local. Tal es su importancia histórica que ha sido propuesta por el grupo de trabajo de Petrología aplicada a la conservación del patrimonio (CSIC), para ser declarada “Global Heritage Stone Resource”, el equivalente a patrimonio de la humanidad en litología. Constituye una franja que se instala dentro de la diorita dominante, con la que limita al este y al oeste, con dirección SW-NE, de una anchura media de 8 km, fallada, y muy intensamente diaclasada.

Modelado marino: Playa de cantos

El siguiente punto es la playa del obelisco “Milenium”. Situada a los pies de este obelisco, es una buena muestra de playa de cantos, tan frecuente en todo este sector de la costa de Galicia. Además del fenómeno que se ha producido como consecuencia de la acción marina, tan enérgica que no deja rastro de los fragmentos menores, que son trasladados a fondos próximos, más profundos, se observa la orientación de la playa, pero sobre todo la prolongación mar adentro de sus extremos, que resultan ser prácticamente paralelos. Este es un fenómeno que se repite en todas las playas de la ciudad.

Ensenada de San Roque

Modelado de erosión diferencial y formación de las primeras playas de arena del itinerario

La playa de San Roque junto con la playa de la depuradora, mucho más pequeña, son las primeras playas de arena del recorrido. Su orientación ha cambiado con respecto a las anteriores, ahora es NE/SW. Es un buen punto para ver la alteración de la granodiorita, que pasa a ser rojiza cuando se meteoriza intensamente, y también los enormes cristales de feldespato maclados (Karlsbad), que sobresalen como consecuencia de la erosión diferencial.

Ensenada de Riazor

Dinámica marina costera: corrientes litorales y movimiento de sustratos móviles

El conjunto urbano de A Coruña incluye vigorosos acantilados y playas, sometidos todos ellos a fuerte erosión en los puntos más salientes (cantiles de Penaboa y península de la Torre – Punta Herminia), entre los que se intercalan zonas de sedimentación (playas de Riazor, Orzán, Lapas...). El proceso de erosión y transporte es habitualmente tan intenso que es posible observar como la granulometría de las playas cambia a lo largo del año, y también su topografía. Con respecto a las corrientes litorales, aunque son intensas, no son capaces de retirar la arena debido a que se trata de playas muy encajadas tierra adentro.

Riesgos naturales y su prevención: Riesgos por acción marina. Duna artificial

Respecto al Paseo Marítimo, A Coruña es sin duda una muestra de ciudad inconcebible sin él, y la playa de Riazor puede ser un ejemplo perfecto para mostrar la necesidad de estudiar los riesgos derivados de la modificación de la línea de costa. El agua de la marea en los temporales inunda el paseo, la acera y la calzada, haciendo el tramo intransitable y peligroso, con el consecuente caos circulatorio. La razón es que en este tramo apenas existe diferencia de altura entre el arenal y la calle. La solución consiste en construir una duna con la misma arena, a todo lo largo de la playa, paralela al Paseo Marítimo y separada de este unos metros, suficientemente alta para que sirva de contención. La solución funciona, pero hay que construirla todos los otoños y desmontarla antes del verano.

Baluarto de Caramanchón: Coraza***Geología e ingeniería: utilización de las rocas como elementos constructivos.***

En este punto “La Coraza”, situada entre la playa de Riazor y el Orzán (punto 6, Figura 1) finalizamos este itinerario. Es un buen ejemplo de estructura construida con rocas del lugar, granodiorita y aplita (leucogranito). Esta última se puede observar en muchos otros puntos de la ciudad (murallas, iglesias, palacio municipal...). La parte delantera que sufre el impacto directo, está construida con sillares de aplita, que no han experimentado prácticamente ninguna alteración en su composición mineralógica, ni deterioro físico alguno, mientras que para los costados se utilizaron sillares de granodiorita, mucho menos competente en cuanto a resistencia, de hecho puede verse como presentan un deterioro importante.

SESIÓN FINAL Y CONCLUSIONES

Una vez realizado el itinerario en el aula, los participantes, en grupos de tres, expondrán las conclusiones obtenidas, después de haber realizado las siguientes tareas:

- Un breve resumen sobre las oscilaciones del nivel del mar durante el Pleistoceno, sus causas y sus consecuencias en la ciudad mediante la búsqueda de información y las observaciones realizadas a lo largo del itinerario.
- Dibujar el perfil de la costa de A Coruña en papel vegetal por la curva de nivel de 20 metros, y ver que partes quedarían sumergidas en caso de ascenso del nivel.
- Elaborar un itinerario “personalizado” con el material obtenido, y montarlo en una presentación en Google maps, o en PowerPoint, y justificar los cambios en dicho itinerario que se derivarían de la actividad anterior.

Se finaliza con un coloquio sobre la actividad, que nos va ayudar a su evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Del Carmen, L. (2010). Salir para conocer, salir para participar. *Alambique*, 66: 56-59.
- Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia. DOG, nº 120.
- .Donaldson T., Fore G.A., Filippelli G.M., Hess J.L. (2020) A systematic review of the literature on situated learning in the geosciences: beyond the classroom. *International Journal of Science Education* 42 (5), 722-743.
- Míguez-Rodríguez L.J., González C. (2017) La explotación de la pizarra como contexto de aprendizaje para ayudar al alumnado de bachillerato a entender las relaciones entre minería y sociedad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 25 (2), 203-212.
- Pedrinaci E. (2012) Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique* 71, 81-89.
- Pedrinaci E. (2013). Alfabetización en ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21 (2), 117-119
- Pedrinaci E. (2018) Qué debe saber todo ciudadano acerca del planeta en que habita. *Alambique* 83, 7-12.
- Uskola A., Seijas N., Sanz J. (2022) Revisión de experiencias sobre prácticas científicas en secuencias educativas de geología con trabajo de campo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(1), 1105.
- Zabala, A. y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.

Emociones manifestadas por alumnado de 2ºESO usando enseñanza en contexto y ABP

Jesús R. Girón-Gamero¹, Teresa Lupión-Cobos².

¹ IES Isaac Albéniz (Málaga). jesusr.giron@gmail.com.

² Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Málaga). teluco@uma.es.

RESUMEN: Se estudian las emociones experimentadas por alumnado de 2º ESO, al participar en una instrucción que recogía una secuencia de 4 proyectos que trabajaban cuestiones socialmente relevantes, utilizando como metodología activa el Aprendizaje basado en proyectos (ABP). Desde un instrumento validado se recaban datos, analizándose las emociones manifestadas en el proyecto inicial frente al final, y también, las mostradas de forma global en el proceso. Se encuentra que se ha propiciado una mayor experimentación de positivas frente a negativas, habiendo un cambio reseñable en algunas emociones, así la alegría y felicidad, aumentan, y la preocupación y el nerviosismo, disminuyen.

PALABRAS CLAVE: emociones; cuestiones socialmente relevantes; aprendizaje basado en proyectos; motivación; educación secundaria

ABSTRACT: The emotions experienced by 2nd ESO students are studied when participating in an instruction that included a sequence of 6 PBL projects, working on socially relevant situations and using the PBL as an active methodology. From a validated instrument, data is collected, analyzing emotions manifested in the initial project versus the final one are valued, as well as those shown globally throughout the process. It is found that a greater experimentation of positive versus negative has been encouraged, with a notable change in joy and happiness, which increase, and in worry and nervousness, which decrease.

KEYWORDS: emotions; socially relevant issues; project based learning; motivation; secondary education

INTRODUCCIÓN

Las emociones juegan un papel fundamental en el proceso de aprendizaje, ya que enfrentarse a situaciones novedosas o que originen un cambio conceptual, a menudo involucra una respuesta emocional. Así, la literatura (Bellocchi, et al., 2017), recoge la importancia de las denominadas emociones epistémicas, que refieren al propio aprendizaje y se centran en el conocimiento o su construcción. Estas emociones son especialmente importantes durante el aprendizaje con tareas nuevas, cuando se cuestionan las representaciones cognitivas de los estudiantes o se logran nuevas comprensiones.

Los procesos de construcción del conocimiento científico y las formas de impartirlo (enfoques de enseñanza y estrategias metodológicas) hacen que el estudiante participe de situaciones novedosas para su aprendizaje (Borrachero, 2015). Los cambios habidos, desde escenarios curriculares tradicionales hasta otros más contextualizados a situaciones cotidianas y cercanas al alumnado, generan vínculos emocionales en el alumnado

motivados no solo porque trabajar desde el contexto próximo se traduce en motivación hacia el elemento de estudio, sino también por las implicaciones que la epistemología, o la estructuración u orientación de los conocimientos, puede propiciar. Aspectos a los que se unen otros, asociados a la dinámica de aula de las metodologías activas, donde el papel que otorgan al alumnado le implica en un mayor interés y participación.

Uno de los escenarios de aprendizaje que fomenta la motivación es el que ofrece el Trabajo por Proyectos (Romero et al., 2021). Por ello, en este estudio, nos proponemos analizar la relación entre la motivación y las emociones que experimenta el alumnado, trabajando en situaciones próximas a su entorno utilizando la metodología del ABP.

OBJETIVO

El objetivo de la presente comunicación es: Mostrar qué emociones son expresadas por el alumnado, al trabajar durante un curso académico propuestas didácticas diseñadas desde el enfoque de enseñanza en contexto y siguiendo la metodología ABP.

CONTEXTO

Los proyectos ABP de este estudio, se implementaron en el IES Isaac Albéniz de Málaga, un centro en el que no se suele trabajar habitualmente con estos enfoques de enseñanza ni con metodologías activas. La experiencia se realizó en la materia de física y química durante el curso 2020-21 en dos grupos clase de 2ºESO que sumaban 26 estudiantes, de entre 13 y 14 años (10 alumnos y 16 alumnas), sin una especial motivación inicial por las materias científicas.

El alumnado estaba acostumbrado a trabajar con libro de texto, es por ello que se hizo necesario apoyar la docencia con una guía de tareas que, a modo introductorio, sirviera de andamiaje para iniciar al alumnado en este tipo de estrategias con las que adquirir un papel más protagonista en la construcción de su propio aprendizaje. A fin de promover una progresión en la construcción del conocimiento a construir, se planificó un proceso de instrucción, que recogía una secuenciación de proyectos ABP, indicadas en el siguiente itinerario:

1. ¿Se pueden reutilizar las mascarillas con luz UVC?
2. ¿Se pueden reutilizar las mascarillas con el calor de un secador?
3. El coronavirus
4. Los cambios a nuestro alrededor
5. Una vuelta por tu ciudad

INSTRUMENTO DE TOMA DE DATOS

Para poder recabar las emociones expresadas durante el proceso de enseñanza se seleccionaron 3 preguntas de un cuestionario validado en el área de didáctica de las ciencias (Borrachero, 2015), aunque para este trabajo se analiza solo una de ellas. Para presentarlo al alumnado en formato digital, se utilizó la herramienta Google form. Se realizó una introducción sobre el significado de las emociones, resolviéndose las dudas que pudiesen surgir en el transcurso de la dinámica. Tras esto, se les facilitó el enlace para que pudieran contestar en un tiempo de 15 minutos, con sus dispositivos móviles. La pregunta debía puntuarse según una escala Likert de elección de 4 puntos (donde 0 = nada; 1 = un poco; 2 = bastante; 3 = mucho): *¿Con qué frecuencia has sentido estas emociones durante la realización del proyecto?* Emociones: *Alegría; Preocupación; Confianza; Vergüenza; Ansiedad; Felicidad; Miedo; Admiración; Tranquilidad; Asco; Satisfacción; Culpabilidad; Tristeza; Entusiasmo; Ira; Sorpresa; Amor; Nerviosismo.*

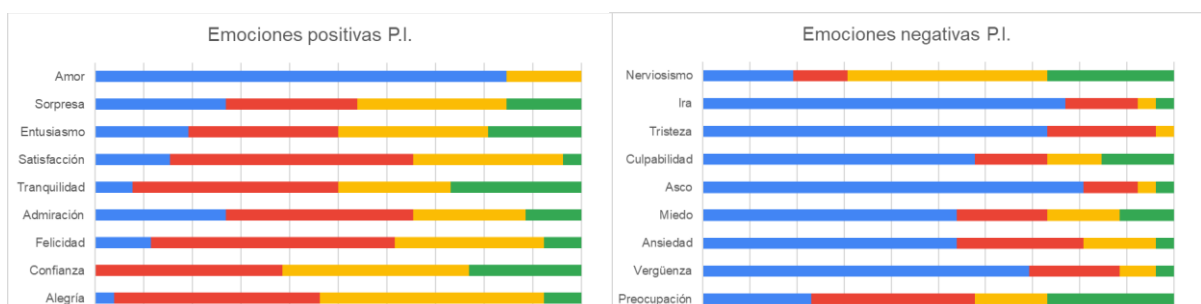
RESULTADOS

Los porcentajes de frecuencias de las puntuaciones del alumnado respecto a las emociones manifestadas, se muestran en la Tabla 1 y la Figura 1. Aunque en el cuestionario original todas las emociones aparecen mezcladas, para su análisis aparecen divididas en dos secciones correspondientes a las consideradas positivas y a las negativas. Las siglas P.I y P.F. corresponden en el itinerario, al proyecto inicial (1) y final (5) respectivamente.

Tabla 1. Expresión de frecuencias de emociones positivas y negativas de P.I. y P.F.

Emoción positiva	P.I (%)	P.F. (%)	Δ	Puntuación 0 = Nada 1 = Un poco 2 = Bastante 3 = Mucho	Emoción negativa	P.I (%)	P.F. (%)	Δ
Alegría	3.85	0.00	-3.85	0	Preocupación	23.08	24.00	0.92
	42.31	24.00	-18.31	1		34.62	44.00	9.38
	46.15	48.00	1.85	2		15.38	28.00	12.62
	7.69	28.00	20.31	3		26.92	4.00	-22.92
Confianza	0.00	8.00	8.00	0	Vergüenza	69.23	48.00	-21.23
	38.46	28.00	-10.46	1		19.23	40.00	20.77
	38.46	44.00	5.54	2		7.69	8.00	0.31
	23.08	20.00	-3.08	3		3.85	4.00	0.15
Felicidad	11.54	4.00	-7.54	0	Ansiedad	53.85	76.00	22.15
	50.00	24.00	-26.00	1		26.92	16.00	-10.92
	30.77	52.00	21.23	2		15.38	8.00	-7.38
	7.69	20.00	12.31	3		3.85	0.00	-3.85
Admiración	26.92	28.00	1.08	0	Miedo	53.85	72.00	18.15
	38.46	36.00	-2.46	1		19.23	24.00	4.77
	23.08	32.00	8.92	2		15.38	4.00	-11.38
	11.54	4.00	-7.54	3		11.54	0.00	-11.54
Tranquilidad	7.69	4.00	-3.69	0	Asco	80.77	88.00	7.23
	42.31	36.00	-6.31	1		11.54	8.00	-3.54
	23.08	36.00	12.92	2		3.85	0.00	-3.85
	26.92	24.00	-2.92	3		3.85	4.00	0.15
Satisfacción	15.38	32.00	16.62	0	Culpabilidad	57.69	92.00	34.31
	50.00	20.00	-30.00	1		15.38	4.00	-11.38
	30.77	36.00	5.23	2		11.54	4.00	-7.54
	3.85	12.00	8.15	3		15.38	0.00	-15.38
Entusiasmo	19.23	20.00	0.77	0	Tristeza	73.08	96.00	22.92
	30.77	20.00	-10.77	1		23.08	4.00	-19.08
	30.77	48.00	17.23	2		3.85	0.00	-3.85
	19.23	12.00	-7.23	3		0.00	0.00	0.00
Sorpresa	26.92	36.00	9.08	0	Ira	76.92	84.00	7.08
	26.92	28.00	1.08	1		15.38	8.00	-7.38
	30.77	32.00	1.23	2		3.85	8.00	4.15
	15.38	4.00	-11.38	3		3.85	0.00	-3.85
Amor	84.62	80.00	-4.62	0	Nerviosismo	19.23	28.00	8.77
	0.00	12.00	12.00	1		11.54	40.00	28.46
	15.38	8.00	-7.38	2		42.31	24.00	-18.31
	0.00	0.00	0.00	3		26.92	8.00	-18.92

En la Figura 1 se recogen visualmente las emociones positivas y negativas manifestadas en ambos proyectos.



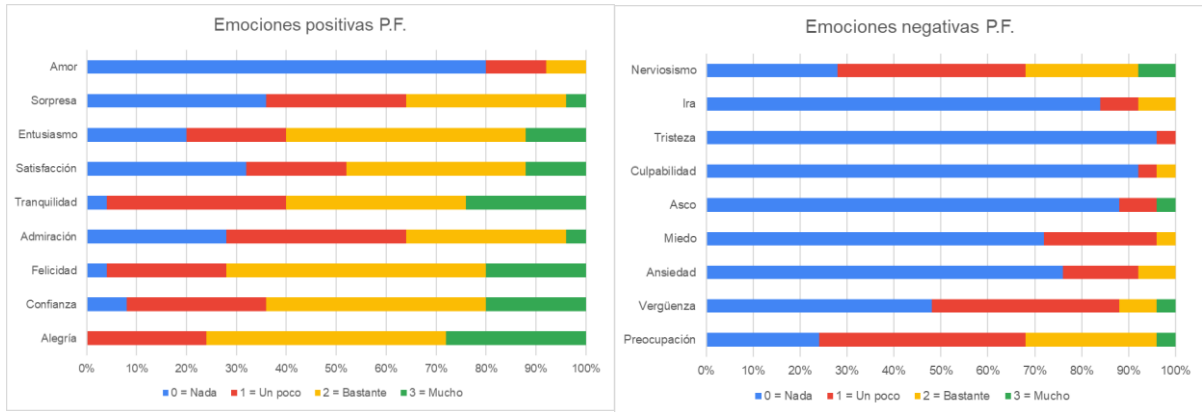


Figura 1. Visión global de las emociones manifestadas en el proyecto inicial (P.I.) y final (P.F.)

La Figura 2 recoge algunos cambios representativos en emociones manifestadas

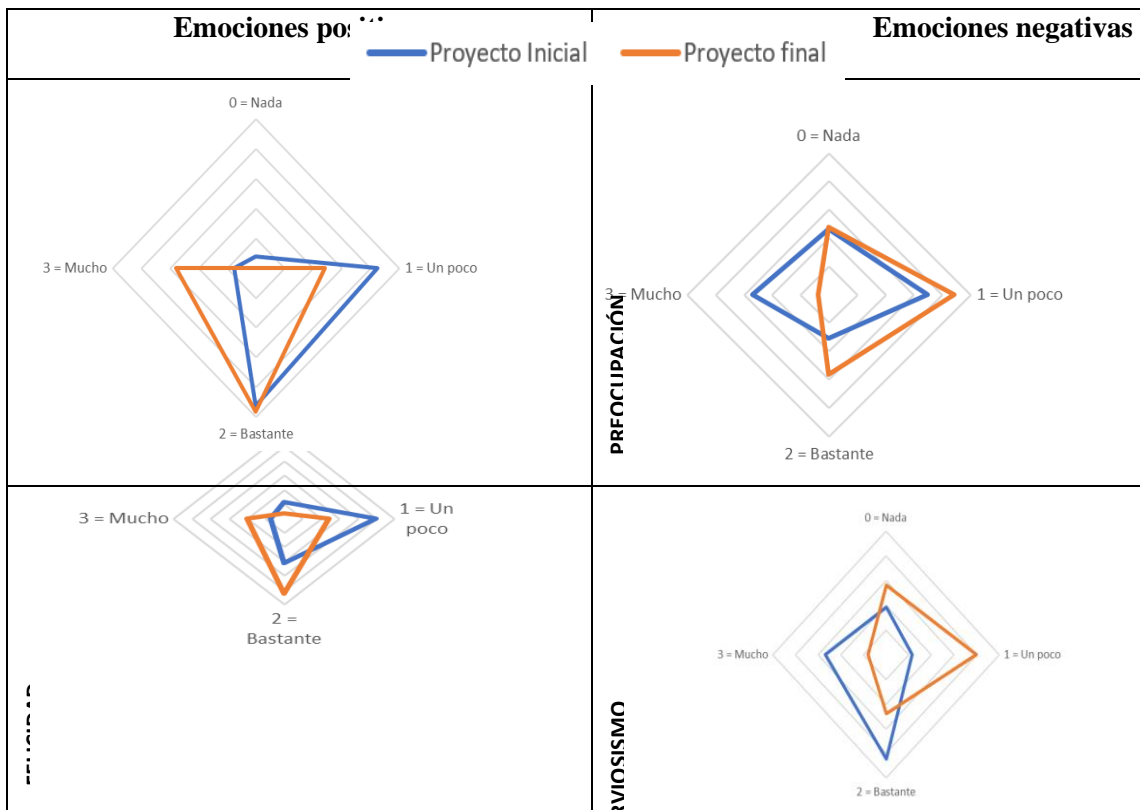


Figura 2. Cambios representativos en algunas de las emociones manifestadas tras el transcurso del curso usando la metodología ABP

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se van a discutir los resultados sobre las emociones manifestadas en dos bloques:

Emociones manifestadas en ambos proyectos de forma independiente.

Considerando las emociones que se derivan de la implementación de ambos proyectos, los resultados nos indican que éstos han propiciado una mayor experimentación de emociones positivas frente a negativas, tal y como puede verse en la Figura 1. Además, en lo que respecta a cada una de ellas, considerando la suma de puntuaciones de “bastante” y “mucho”, el comportamiento ha sido el siguiente:

- Para las emociones positivas:

- a) En el primer proyecto (P.I.), la confianza ha sido la mayoritaria (61,54%), seguida de la alegría (53,85%).
- b) En el proyecto final (P.F.), la alegría ha alcanzado el mayor porcentaje (76%), seguida de la felicidad (72%).

- Para las emociones negativas

- a) En el P.I. el nerviosismo (69,23%), seguido de la preocupación (42,31%).
- b) En el P.F. puntúan igual el nerviosismo y la preocupación (32%).

Emociones manifestadas ligadas al uso de la metodología ABP

De forma global, las emociones que atienden al proceso educativo experimentado tras seguir la metodología ABP, fruto de la comparativa de las emociones manifestadas en el P.I. y P.F. (Tabla 1 y Figura 2), nos indica que el trabajo por proyectos realizado durante el curso, ha propiciado la experimentación de incremento de emociones positivas frente a las negativas. Asimismo, en lo que respecta a variación experimentada, se comprueba que:

- En las emociones positivas, hay un aumento de las puntuaciones altas en el P.F. respecto al P.I. En concreto, ha habido un aumento reseñable en la alegría y felicidad (Figura 2).
- En las emociones negativas, hay una disminución de las puntuaciones altas en el P.F. respecto al P.I. En concreto, ha habido una disminución reseñable en la preocupación y el nerviosismo (Figura 2).

También los datos nos indican que en la evolución observada entre P.I. y P.F., la emoción asociada a la confianza, deja de tener un papel preponderante, quizás por la asimilación interna del estudiante habida a lo largo del proceso, sobre la metodología puesta en escena, dando paso a una mayor consideración de emociones positivas. Asimismo, se rebaja el nerviosismo inicial ante una estrategia no conocida y la preocupación del alumnado por los resultados alcanzados.

CONCLUSIONES

El trabajo ABP realizado con este grupo de alumnos y alumnas ha propiciado la experimentación de emociones positivas frente a negativas, lo que podría confirmar que el uso de esta metodología de forma sostenida en el tiempo crea una buena predisposición emocional en el alumnado para el aprendizaje de las ciencias. Concretamente, en este grupo, ha impactado favorablemente aumentado la alegría y felicidad que experimentaron en el aula. Las emociones negativas que aparecen de forma predominante, el nerviosismo y la preocupación, pueden tener su origen en la nueva forma de trabajar las ciencias, pero vemos como disminuyen al finalizar el curso, por lo que trabajar propuestas didácticas que usen el ABP para el desarrollo de todo el currículo de un curso disminuye las percepciones negativas del alumnado frente al cambio metodológico realizado por el docente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en la convocatoria 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellochi, A., Quigley, C. & Otrell-Cass, K. (Eds.) (2017). *Exploring emotions, aesthetics and wellbeing in science education research*. (Cultural Studies of Science Education, Volume 13). Springer.
- Borrachero, A. B. (2015). *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria* (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura.
- Romero, F., González, Y. y De las Heras, M.A. (2021). La motivación intrínseca como predictor de las emociones del alumnado en el marco del aprendizaje por proyectos sociocientíficos de su entorno, 541-548. *Actas 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*. Universidad de Córdoba y Ápice

Estudio preliminar de las dificultades de enseñanza-aprendizaje durante la utilización de instrumentos de microscopía en ciclos de Formación Profesional

Agustina Torres-Prioris¹, Susana Rams Sánchez², María del Carmen Acebal Expósito³.

¹ Universidad de Málaga, agusmtp@uma.es, mcacebal@uma.es.

² Universidad de Granada, susanarams@ugr.es.

³ Universidad de Málaga, mcacebal@uma.es.

RESUMEN: Los estudios didácticos desarrollados en la etapa de Formación Profesional y relacionados con la enseñanza-aprendizaje de contenidos teóricos y prácticos sobre microscopía son escasos y poco representativos. Esta investigación tiene como objetivo la identificación de las principales dificultades que afronta el alumnado de los ciclos formativos en «Técnico Superior en Anatomía Patológica y Citodiagnóstico» y «Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico» durante el trabajo de aula con diferentes herramientas de microscopía, el cual es fundamental para alcanzar las competencias profesionales de ambos ciclos. Participaron 176 estudiantes de dos centros de Málaga (España), que cumplimentaron un cuestionario diseñado *ad hoc* de 14 preguntas: 10 cerradas con escala de Likert y 4 abiertas. Los resultados preliminares indican que las observaciones directas con el microscopio son sustituidas por el alumnado por la toma de fotografías con sus propios teléfonos móviles, lo que dificulta la adquisición de competencia en su manejo.

PALABRAS CLAVE: microscopía, dificultades de enseñanza-aprendizaje, formación profesional.

ABSTRACT: Didactic studies related to teaching-learning of theoretical and practical contents of microscopy in Professional Training are scarce and not representative. This research aims to identify the main difficulties faced by the student of the training cycles in "Higher Technician in Pathological Anatomy and Cytodiagnosis" and "Higher Technician in Clinical and Biomedical Laboratory" during classroom work with different microscopy tools, which is essential to achieve the professional skills of both cycles. A total of 176 students from two centres in Malaga (Spain) participated, completing a questionnaire designed *ad hoc* with 14 questions: 10 closed with a Likert-type scale and 4 open. Preliminary results indicate that direct observations with microscope are replaced by taking pictures with their own mobile phones. This makes difficult to acquire the competence needed for it use.

KEYWORDS: microscopy, teaching-learning difficulties, vocational education and training.

INTRODUCCIÓN

El punto fuerte que presenta la Formación Profesional (en adelante FP) es que los conocimientos que adquiere el alumnado son directamente aplicables en el ámbito laboral. Podríamos decir que parece existir una relación más directa o concreta entre contenidos y desarrollo de competencias profesionales que en las etapas de educación obligatoria. La FP no se centra en la educación en materias teóricas estancas, sino en desarrollar las habilidades prácticas y procedimentales del alumnado, para que adquiera un dominio adecuado de las diferentes técnicas que le va a permitir incorporarse en el mundo laboral. Por lo tanto, en FP es importante diseñar situaciones de aprendizaje efectivas, que satisfagan estos requisitos prácticos clave (Gessler y Moreno Herrera, 2015).

En los ciclos formativos de «Técnico Superior en Anatomía Patológica y Citodiagnóstico» (en adelante APC) y «Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico» (en adelante LCB) encontramos diferentes módulos que tienen como objetivo el desarrollo de competencias relacionadas con la microscopía y la observación de imágenes de fotomicrografía. En la Tabla 1 se exponen dichos módulos y los competencias profesionales más destacadas estipuladas por la normativa vigente (RD 767/2014 y RD 771/2014, de 12 de septiembre).

El uso de las imágenes en el aprendizaje de las ciencias ha sido destacado en la investigación didáctica, pues en muchos casos tiene un efecto positivo para la comprensión de ideas, aunque también pueden ser el origen de concepciones erróneas (Maturano *et al.*, 2009). Cada día son mayores las evidencias que indican, desde el paradigma constructivista, que las ideas previas influyen en las observaciones que los estudiantes pueden hacer de los fenómenos y materiales científicos (Perales y Jiménez, 2002), dada la relación dinámica e interdependiente entre la teoría y la observación (Hodson, 1986).

Las observaciones sobre fenómenos científicos se pueden referir también a las imágenes que los representan, por lo que, cuando los alumnos las estudian, deben poner en juego determinadas destrezas de observación (Pérez de Eulate *et al.*, 1997; Gómez Llombart y Gavidia Catalán, 2015). Esto señala la necesidad de abordar el papel de las imágenes en la enseñanza de las ciencias, junto con otros aspectos relevantes para el aprendizaje, como su relación con el texto escrito o las actitudes del profesorado y alumnado ante ellas (Pérez de Eulate y Llorente, 1998; Aguilera y Perales, 2018). Diversas investigaciones han señalado que estas imágenes pueden desencadenar efectos complejos (Barbeau *et al.*, 2013). Se ha encontrado, por ejemplo, que ciertas imágenes facilitan el aprendizaje de las ciencias en algunos estudiantes, pero no de otros, y, también, que a medida que la dificultad de un tema aumenta, los estudiantes miran mayor número de veces y durante más tiempo las imágenes, pero aprenden menos (Reid y Beveridge, 1990). Del Panno *et al.* (2017) indican que la mayoría de alumnado de su estudio, perteneciente a la etapa universitaria, evidenció serios inconvenientes para describir preparados microscópicos, identificar estructuras e incluso enfocarlas.

En este estudio se analizan algunas dificultades de aprendizaje a las que se enfrentan el alumnado del ciclo formativo de técnico superior en APC y LCB con el uso del microscopio en las diferentes sesiones prácticas.

METODOLOGÍA

La muestra ha estado compuesta por N1= 80 estudiantes del ciclo formativo de APC y N2= 96 estudiantes del ciclo formativo de LCB de dos centros privados de Formación Profesional.

Con el fin de identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes en referencia al uso de los microscopios en las sesiones prácticas, se diseñó un cuestionario *ad hoc* en el que se presentan diferentes preguntas relacionadas con el manejo e interpretación de las imágenes observadas, de la escala submilimétrica y de los aumentos de una imagen, así como con el funcionamiento del microscopio. Este instrumento se diseñó siguiendo un sistema de categorización, teniendo en cuenta las competencias establecidas en la normativa, la experiencia docente de los autores y los antecedentes bibliográficos (Tabla 1). El cuestionario consta de 14 preguntas, de las cuales 10 son cerradas de tipo Likert con cinco valores que van desde “nunca” (valor 1), “pocas veces” (valor 2), “algunas veces” (valor 3), “muchas veces”, hasta “siempre” (valor 5) y 4 preguntas abiertas.

Tabla 1. Correspondencia entre las competencias profesionales que han de adquirir los alumnos de APC y LCB, con algunos ejemplos de los ítems del instrumento

NORMATIVA		CUESTIONARIO
Ciclo Formativo	Competencias profesionales	Ítems relacionados
APC	Realizar la aproximación diagnóstica de muestras citológicas ginecológicas, en función de los patrones celulares.	12. Indica la frecuencia con la que se producen los siguientes eventos:
	Realizar la aproximación diagnóstica de muestras citológicas no ginecológicas, en función de los patrones celulares.	12-e. ... relacionados con la recogida de datos de una observación con microscopio:
	Tallar y procesar muestras histológicas y citológicas, obteniendo preparaciones microscópicas de calidad adecuada para su estudio.	12-e1 Realizo una fotografía con el móvil 12-e2 Realizo una fotografía con el móvil y desde esa imagen hacer un dibujo 12-e3 Realizo un dibujo directamente en papel 12-e4 Realizo un dibujo directamente en un dispositivo electrónico
	Aplicar técnicas inmunohistoquímicas y de biología molecular, seleccionando los procedimientos en función de la determinación solicitada.	12-e5 Comparo lo observado con las imágenes proporcionadas en los apuntes de clase 12-e6 Comparo lo observado con lo que encuentro en las imágenes de internet
LCB	Realizar determinaciones analíticas de parámetros bioquímicos, siguiendo los protocolos normalizados de trabajo y cumpliendo las normas de calidad.	12-g. ... con respecto a lo aprendido con el uso del microscopio:
	Realizar análisis microbiológicos en muestras biológicas y cultivos, según los protocolos de seguridad y protección ambiental.	12-g1 Me permitió entender mejor las estructuras anatómicas y celulares 12-g2 Me sirvió para observar diferencias morfológicas 12-g3 Me permitió aprender a diferenciar tejidos 12-g4 Me permitió descubrir la forma real de las estructuras
	Aplicar técnicas inmunológicas, seleccionando procedimientos en función de la determinación solicitada.	12-g5 Me permitió identificar muestras patológicas 12-g6 Me aportó información complementaria a la estudiada en teoría
	Realizar técnicas de análisis hematológico, siguiendo los protocolos establecidos.	12-g7 Me ayudó a estudiar mejor los contenidos de la asignatura
APC y LCB	Aplicar técnicas de análisis genético a muestras biológicas y cultivos celulares, según los protocolos establecidos.	

En la Tabla 2 se indican los módulos específicos de los ciclos formativos de APC y LCB y los contenidos básicos que se deben tratar en cada uno de ellos.

Tabla 2. Módulos de los ciclos formativos de APC y LCB relacionados con contenidos de microscopía

Ciclo Formativo	Módulos	Contenidos básicos
AP y LCB	Técnicas Generales de Laboratorio	El microscopio óptico. Descripción, fundamento y propiedades. Técnicas de microscopía óptica de luz transmitida. Campo claro, campo oscuro y contraste de fases. Técnicas de microscopía de fluorescencia. Microscopía confocal. Técnicas de microscopía electrónica. Fundamento y aplicaciones. Técnicas de microscopía de barrido de sonda. Fundamento y aplicaciones. Sistemas de captación y archivo de imágenes digitales.
	Biología molecular	En el laboratorio de citogenética y cultivo celular. Área de procesado, bandeado, de microscopía y digitalización de imágenes.
AP	Citología Ginecológica	Identificación de muestras histológicas y citológicas de especímenes procedentes de biopsias o estudios citológicos. Identificación de patologías infecciosas benignas. Estudio de patologías asociadas a tumores malignos e invasivos.
	Citología General	Identificación de las características citológicas e histológicas de los diferentes tejidos. Identificación de las diferentes alteraciones citológicas presentes en muestras microscópicas.
	Procesamiento de tejidos	Observación y control de calidad del procesamiento, montaje y tinción de tejidos.
LCB	Microbiología	Identificación de parásitos. Identificación de colonias bacterianas mediante la observación de la colonia en su conjunto y preparación de muestras con tinción de GRAM.
	Hematología	Aplicación de técnicas de análisis hematológico al estudio de la serie roja, relacionando los protocolos de análisis con las características y las funciones de los parámetros que hay que determinar.
	Inmunología	Identificación de diferentes patrones relacionados con enfermedades del sistema inmune.

Con el fin de evaluar la confiabilidad y consistencia del instrumento utilizado se estimó el índice estadístico alfa de Cronbach. Además se realizó una prueba t de Student para estudiar las diferencias entre los grupos de estudiantes participantes teniendo en cuenta, por un lado, el ciclo formativo al que pertenecen y, por otro lado, la interpretación y uso de las imágenes observadas en las muestras microscópicas. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa informático JASP Versión 0.16 de 2021.

RESULTADOS

El estadístico alfa de Cronbach indicó una consistencia interna del instrumento utilizado buena ($\alpha= 0,815$) (George y Mallery, 2003), lo que indica una fuerte relación entre sus ítems. Para esta presentación de resultados preliminares se seleccionaron las preguntas relacionadas con la interpretación y recogida de los datos observados a través del microscopio.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la prueba de t de Student de los datos obtenidos en algunas preguntas seleccionadas, en función del ciclo formativo que cursan los participantes de la encuesta. En estos datos se observa que las medias de todas las cuestiones seleccionadas son superiores en el grupo de APC con respecto al de LCB. Esto se puede corresponder con la importancia que representa el uso del microscopio en el currículo de APC, el cual presenta varias competencias profesionales en las que se hace referencia a la adquisición de habilidades de identificación y reconocimiento de las diferentes estructuras celulares y tisulares, con patrones normales y patológicos.

Si observamos los resultados relacionados con el ítem 12e, tanto en APC como en LCB, la mayoría de los participantes (48,3%) coinciden en que primero toman una fotografía y a partir la imagen fija analizan los aspectos que deberían estudiar en el microscopio.

Respecto al ítem 12g, en el que se pregunta a los encuestados sobre el aprendizaje adquirido mediante la observación de muestras microscópicas, en la mayoría de los casos se obtienen valores medios superiores a 4 (siempre), que apuntan a la utilidad que representa para los encuestados el uso del microscopio para complementar lo aprendido en las sesiones teóricas con las imágenes proyectadas en la pantalla.

Tabla 3. Resumen de resultados del análisis estadístico comparativo entre los dos subgrupos participantes, en función de los estudios cursados (APC o LCB)

Cuestiones	Técnico Superior en APC (n ₁ = 80)		Técnico Superior en LCB (n ₂ = 96)		t de Student	
	X	σ	X	σ	t	p
12.e1	4.463	0.826	3.947	1.095	3.459	< .001
12.e2	2.725	1.661	1.737	0.959	4.909	< .001
12.e3	1.825	1.261	1.295	0.617	3.619	< .001
12.e5	3.212	1.429	2.768	1.216	2.221	0.028
12.g1	4.125	0.891	3.737	1.113	2.514	0.013
12.g3	3.825	1.240	3.421	1.208	2.177	0.031
12.g4	4.362	0.860	3.958	1.020	2.805	0.006
12.g6	4.088	1.009	3.747	1.101	2.115	0.036
12.g7	3.987	1.013	3.600	1.134	2.364	0.019

* valores con diferencias significativas con $p < 0,05$.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos en el estudio han puesto de manifiesto que los estudiantes prefieren utilizar fotografías capturadas con sus móviles antes que dedicar el tiempo adecuado para la interpretación y estudio de las muestras directamente con el microscopio. Incluso en aquellas ocasiones en las que el docente solicita la entrega de dibujos de las muestras observadas, los alumnos siguen prefiriendo capturar la imagen y posteriormente desde ella realizar el dibujo.

Sobre la utilidad que representa la observación de preparaciones en el microscopio y lo aprendido a partir de ellas, los encuestados de APC manifiestan, con valores sistemáticamente superiores que los de LCB, que les sirve para interpretar las estructuras y observar las diferencias entre patrones de normalidad y patogénesis.

Lo anteriormente expuesto indica que resulta necesario diseñar, para las sesiones prácticas, actividades que estimulen al alumnado a realizar observaciones más pormenorizadas, prestando más atención *in situ* a las muestras observadas y dedicando más tiempo a su análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera Morales, D. y Perales Palacios, F. J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(3), 41-

58.

- Barbeau M.L., Johnson M., Gibson C. y Rogers, K.A. (2013). The development and assessment of an online microscopic anatomy laboratory course. *Anatomical Science Education*, 6(4), 246-256.
- Del Panno, M., García, M.L., Kozubsky, L., Morcelle, S., Pardo, M., Sbaraglini, M.L., Speroni, F., Pérez, V. y Cappannini, O. (2017). *Articulación horizontal y vertical entre asignaturas universitarias: el Trayecto sobre Microscopía*. II Congreso Regional de Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza. Tandil, Argentina.
- Gessler, M. y Moreno Herrera, L. (2015). Vocational Didactics: Core Assumptions and Approaches from Denmark, Germany, Norway, Spain and Sweden. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 2(3), 152-160.
- George, D., y Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn y Bacon.
- Gómez Llombart, V. y Gavidia Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441-455.
- Hodson, D. (1986). Philosophy of Science and Science Education. *Journal of Philosophy of Education*, 20(2), 215-225.
- Maturano, C., Aguilar, S. y Núñez, G. (2009). Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(4), 1-11.
- 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: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 20(3), 369-386.
- Pérez de Eulate González, M. L. y Llorente Cámara, E. (1998). Las imágenes en la enseñanza-aprendizaje de la Biología. *Alambique*, 16, 45-53.
- Real Decreto 767/2014 [con fuerza de ley], de 12 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Anatomía Patológica y Citodiagnóstico y se fijan sus enseñanzas mínimas. 4 de octubre de 2014. BOE N°. 241.
- Real Decreto 771/2014 [con fuerza de ley], de 12 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico y se fijan sus enseñanzas mínimas. 4 de octubre de 2014. BOE N°. 241.
- Reid, D. y Beveridge, M. (1990). Reading illustrated science texts: a microcomputer based investigation of children's strategies. *British Journal of Educational Psychology*, 60, 76-87.

Evaluación de un programa de educación ambiental de un día con alumnado de secundaria en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia). Conocimientos sobre las aves y actitudes hacia la conservación

Unai Ortega Lasuen¹, Oier Pedrera², Oihana Barrutia³, José Ramón Díez⁴.

¹ Dpto. de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU). unai.ortega@ehu.eus. joseramon.diez@ehu.eus.

² Dpto. de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología (UPV/EHU), oier.pedrera@ehu.eus.

³ Dpto. de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología (UPV/EHU), oihana.barrutia@ehu.eus.

⁴ Dpto. de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU), joseramon.diez@ehu.eus.

RESUMEN: Este estudio evalúa el impacto de un programa de Educación Ambiental (EA) de un día de duración realizado en el Urdaibai Bird Center ubicado en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. 908 estudiantes de secundaria completaron un cuestionario escrito en el que se evaluaron actitudes y conocimientos ambientales. Los resultados muestran que los conocimientos sobre la Reserva de la Biosfera, las marismas y la migración de las aves son limitados, y que las habilidades de identificación de aves son escasas. Aunque las actitudes hacia el medio ambiente presentan una puntuación alta, una cantidad significativa considera que los esfuerzos de conservación son excesivos. Para adaptar el programa de EA en el UBC, podría considerarse su integración en contextos formales de enseñanza/aprendizaje a través de actividades prácticas significativas y/o basadas en proyectos, junto con la evaluación sistemática de los resultados.

PALABRAS CLAVE: biodiversidad, educación al aire libre, migración de aves, identificación de especies, actitudes ambientales

ABSTRACT: This study evaluates the impact of a daylong Environmental Education (EE) program performed at the Urdaibai Bird Center located on the Urdaibai Biosphere Reserve. 908 secondary students completed a written questionnaire where environmental attitudes and knowledge were assessed. Results show that students' knowledge regarding Biosphere Reserves, marshes and bird migration is limited, and that their bird identification skills are scarce. Although environmental attitudes score high, a significant amount consider that conservation efforts are excessive. To adapt the EE program at the UBC, its integration in formal teaching/learning contexts via meaningful hands-on and/or project-based activities could be considered, together with the systematic evaluation of the outcomes.

KEYWORDS: biodiversity, outdoor education, bird migration, bird species identification, environmental attitudes.

INTRODUCCIÓN

En el intento de mejorar la alfabetización ambiental ciudadana, aumentar su concienciación y fomentar la acción, se han empleado múltiples enfoques de Educación Ambiental (EA) tanto en contextos formales como informales (Jeronen et al., 2016). Algunas de las estrategias de enseñanza-aprendizaje más recurrentes a lo largo de los años en EA son las que se esfuerzan por acercar la naturaleza a la ciudadanía, como son el aprendizaje al aire libre, las experiencias de campo y las actividades extraescolares, reconociendo la conexión con la naturaleza como precursora de la alfabetización ambiental (Soga y Gaston, 2016). En este sentido, los espacios naturales protegidos suelen considerarse lugares que ofrecen oportunidades únicas y excelentes para desarrollar programas de EA al aire libre y contextualizados en el propio espacio. En particular, las Reservas de la Biosfera representan laboratorios de aprendizaje para el desarrollo sostenible, ya que integran funciones como la conservación de la biodiversidad y la diversidad cultural, el desarrollo económico sostenible desde el punto de vista sociocultural y medioambiental, y el apoyo logístico que sustenta el desarrollo mediante la investigación, la supervisión, la educación y la formación (Ishwaran et al., 2008).

Aunque se ha sugerido que la EA es efectiva en la instrucción y alfabetización de la ciudadanía en temas ambientales, la mayoría de los programas de EA carecen de evaluaciones sistemáticas (Carleton-Hug y Hug, 2010). Así, aunque generalmente se describen como grandes oportunidades para crear una sociedad ambientalmente alfabetizada, sin evaluaciones adecuadas la eficacia de estos programas es, en el mejor de los casos, circunstancial (Blumstein & Saylan, 2007). Esto dificulta la identificación y evaluación de los factores que afectan e influyen en la adquisición de conocimientos medioambientales y en el desarrollo de actitudes y comportamientos dentro de los programas de EA, obstaculizando su modificación y mejora. Además, la mayoría de estas evaluaciones se llevan a cabo justo después o al poco de implementar el programa de EA (Carleton-Hug & Hug, 2010), lo que hace que la información relativa a la retención de los resultados, o los efectos a largo plazo de estos programas sea escasa. Por lo tanto, a pesar de que los educadores ambientales pueden tener una medida sesgada y no basada en la evidencia del impacto de sus programas de EA, estos resultados positivos percibidos parecen desvanecerse en un corto período de tiempo, particularmente cuando las intervenciones son de corta duración (Sellmann & Bogner, 2013).

En lo que respecta a la alfabetización ambiental, se hace hincapié en las habilidades de identificación de especies como prerequisites esenciales para comprender la biodiversidad y la ecología (Randler, 2008), y su logro está estrechamente relacionado con las actitudes sostenibles y proambientales (Skarstein & Skarstein, 2020). Sin embargo, las habilidades de identificación entre las personas de a pie son deficientes, especialmente en lo que respecta a las especies autóctonas (Pedrera et al., 2021). Según Hooykaas et al. (2019) este desconocimiento es especialmente preocupante en el caso de las aves, ya que la gente no logra identificar ni siquiera algunas de las especies más comunes en su tierra. Además, este analfabetismo también se refleja en varios conceptos erróneos sobre la anatomía de las aves, su comportamiento (e.g. la migración) y las interacciones entre las aves y los humanos (Prokop et al., 2007). Por lo tanto, considerando que los esfuerzos de conservación son inútiles si no se fomenta una alfabetización científica y ecológica significativa de la ciudadanía, el objetivo de este estudio ha sido doble. Por un lado, esta investigación pretende diagnosticar y caracterizar los conocimientos y actitudes que el alumnado de secundaria tiene respecto a la conservación de las aves y las marismas en función de diferentes factores socioculturales;

y por otro, analizar los efectos que puede tener sobre estos aspectos la realización de un programa puntual de EA contextualizado y desarrollado en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (RBU), un espacio natural protegido dominado por una de las rías mejor conservadas de la cornisa cantábrica.

METODOLOGÍA

En este estudio participaron 908 estudiantes de educación secundaria obligatoria (ES1 a ES4), con edades comprendidas entre los 12 y los 15 años. Ocho de los nueve centros educativos participantes estaban ubicados dentro de la RBU (comarca de Busturialdea), mientras que un centro era de una comarca adyacente. Todos los centros educativos participaron en algún momento en el *Proyecto Águila Pescadora* para EA en el Urdaibai Bird Center (UBC), un museo y punto de observación de aves situado en las marismas de la RBU dedicado al estudio y divulgación científica sobre las aves y su migración (<https://www.birdcenter.org/en>). Las y los estudiantes completaron un cuestionario escrito en sus respectivas aulas durante 40 minutos, con la supervisión de su profesorado. Este cuestionario constaba de seis partes: (1) Caracterización general del alumno/alumna (P1-P7); (2) Percepciones sobre la RBU y las marismas (P8-P12); (3) Interés por la biodiversidad (P13-P14); (4) Conocimientos sobre la migración de las aves (P15-P16); (5) Habilidades y conocimientos de identificación de las especies de aves de la RBU evaluados con una tarea en la que debían identificar y nombrar diez especies de aves comunes (a saber, ánade real (*Anas platyrhynchos*), focha común (*Fulica atra*), martín pescador (*Alcedo atthis*), cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*), garceta común (*Egretta garzetta*), golondrina común (*Hirundo rustica*), espátula común (*Platalea leucorodia*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), ánsar común (*Anser anser*) y zarapito común (*Numenius arquata*)) y determinar si se pueden observar en la RBU y si son especies migratorias (P17); y (6) Actitudes hacia la conservación del medio ambiente de la RBU (P18-Q22). En esta comunicación se presentan los resultados de los apartados 5 y 6 del cuestionario.

Para el análisis de factores, se definieron dos categorías para la región de residencia; los residentes dentro de la región donde se encuentra la UBR (Busturialdea) y los residentes fuera de la región de la UBR. Asimismo, se ha tenido en cuenta el tamaño de la localidad estableciendo 2000 habitantes como umbral para diferenciar las localidades rurales de las urbanas. Gernika y Bermeo, las principales localidades de la comarca UBR tienen 16808 y 16910 habitantes respectivamente, mientras que los municipios de alrededor oscilan entre 235 y 1843 habitantes (Eustat, 2020). Asimismo, se definieron dos niveles para la escuela de educación primaria, diferenciando al alumnado que realizó la educación primaria en dos escuelas locales que llevan a cabo su plan de estudios mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) centrado en las aves. Estas dos escuelas trabajan también junto al UBC en un proyecto denominado "*Las aves que nos rodean*", con el objetivo de acercar la naturaleza y las aves a los niños y desarrollar competencias científicas.

En la pregunta relativa a la identificación de las especies de aves (P17), cada respuesta recibió un valor numérico en función del grado de corrección. Así, se calculó una puntuación de identificación (puntuación ID), en la que las identificaciones correctas de la especie (e.g. ánade real) recibían 1 punto, las identificaciones medianamente correctas (e.g. pato) recibían 0,5, y las respuestas incorrectas obtenían 0. Entre quienes habían visitado previamente el UBC, en 182 casos se conocía la fecha de su anterior visita. Así, se determinaron los días transcurridos desde la visita hasta la cumplimentación del cuestionario, que oscilaron entre los 377 y 1251 días (1 a 3,5 años), con lo que se

realizaron regresiones lineales para determinar la capacidad de retención de las habilidades de identificación de especies. Para el análisis factorial, se realizaron pruebas no paramétricas para los datos ordinales, y se realizaron correlaciones de Spearman.

RESULTADOS

Las preguntas sobre la migración de las aves revelaron algunos conceptos erróneos entre el alumnado de secundaria, principalmente en lo que respecta a las razones de este fenómeno. Casi la mitad del alumnado (48%) respondió que las aves migran únicamente en busca de temperaturas más cálidas, sin tener en cuenta el papel de la migración en la búsqueda de nuevos recursos. Quienes realizaron previamente el programa de EA en el UBC identificaron mejor la búsqueda de recursos como motivo principal que quienes no visitaron la UBC. Comparativamente, los y las estudiantes de niveles educativos más bajos respondieron con mayor frecuencia que el principal motivo de la migración es la temperatura, mientras que los de niveles educativos más altos eligieron con mayor frecuencia la respuesta correcta relacionada con los recursos. Por otro lado, la mayoría (91%) identificó correctamente que cada especie de ave tiene un destino migratorio diferente.

Las habilidades de identificación de especies de aves resultaron escasas, ya que la puntuación media de identificación fue de $3,42 \pm 0,09$. Sin embargo, se presentaron diferencias estadísticas dentro de todos los factores estudiados; el alumnado procedente de la región RBU, que viven en localidades más pequeñas, que estudiaron educación primaria a través de ABP centrado en las aves, y que habían visitado el UBC puntuaron más alto en la tarea de identificación de aves. Además, en cuanto a las especies correctamente identificadas, las más reconocidas fueron el ánsar común (50%), la golondrina común (43%) y el martín pescador (42%) (Figura 1). Sin embargo, sólo el 5% del alumnado nombró correctamente una especie muy extendida y común como ánade real, aunque el 79% la identificó a medias con nombres putativos como pato, pato azul o pato de cabeza verde. Este fenómeno también se aprecia en el caso del águila pescadora, ya que el 35% la identificó correctamente y el 23% la nombró parcialmente como águila (Figura 1A).

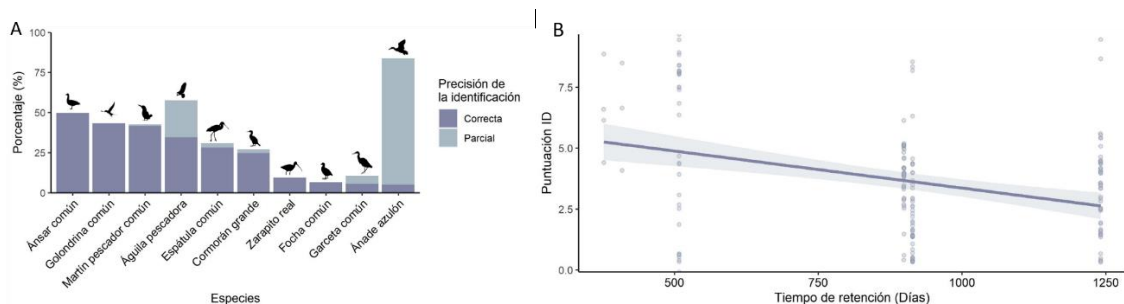


Figura 1. (A) Porcentaje de identificaciones correctas y parcialmente correctas para cada especie de ave. (B) Gráfico de dispersión y línea de regresión para la puntuación de identificación de aves (Puntuación ID) y el tiempo transcurrido desde la realización del programa de EA en el UBC y el cumplimiento de la tarea de identificación de aves en el cuestionario (Tiempo de retención) (n=182)

Se registró una correlación negativa moderada entre el tiempo transcurrido desde que se sometió al programa de EA en el UBC y la puntuación de identificación de aves ($r_s(182) = -0,333$, $p < 0,001$), lo que revela que las habilidades de identificación de especies de aves disminuyeron significativamente con el tiempo (Figura 1B).

Todas las especies consultadas pueden encontrarse en la RBU al menos durante algunos periodos del año, pero sólo cinco de las diez son migratorias: golondrina común, espátula, águila pescadora, ánscar común y zarapito real. Así, la media de respuestas correctas sobre su presencia en la RBU fue de $5,98 \pm 0,10$, y el carácter migratorio de estas especies sólo se identificó correctamente en una media de $2,64 \pm 0,06$ de los casos. El alumnado de la región de la RBU, que habían visitado previamente el UBC, de ES2, y especialmente de las escuelas primarias seleccionadas (ABP) mostraron una mayor capacidad para evaluar correctamente si estas especies podían encontrarse en la RBU o no. Por el contrario, el carácter migratorio de las especies fue mejor reconocido por quienes estudiaron la educación primaria a través del currículo ABP centrado en las, y los de los niveles educativos ES2 y ES3. Por otro lado, las y los estudiantes presentaron puntuaciones relativamente altas en cuanto a las actitudes medioambientales (Figura 2). En general, el 60% estaba de acuerdo en que las marismas de la RBU son zonas de alta biodiversidad, el 63% no consideraba aceptable perder una parte de su biodiversidad y el 79% creía que la conservación de la RBU es una necesidad. Sin embargo, también cabe destacar que el 15% de ellos pensaba que no tenía ninguna responsabilidad personal en la conservación de la biodiversidad de la RBU, y el 17% consideraba que el nivel y las medidas de conservación de la RBU no debían aumentarse. Además, en lo que respecta a la actitud medioambiental, quienes habían visitado previamente el UBC, y los de menor nivel educativo presentaron mayores valores medioambientales.

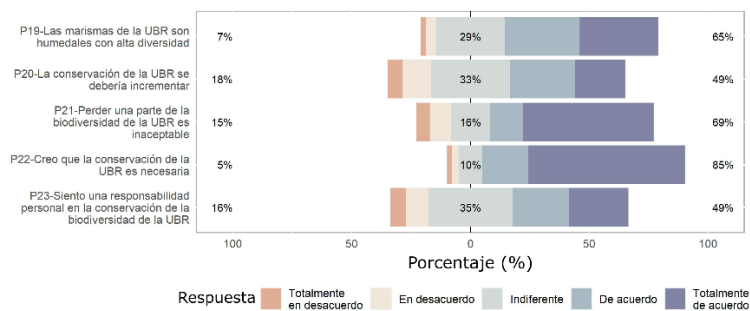


Figura 2. Respuestas del alumnado a las preguntas tipo Likert sobre las actitudes de conservación hacia el RBU (P18-P22)

Por último, cabe destacar que las actitudes medioambientales se correlacionaron positivamente con el número de especies de aves correctamente identificadas ($r(855) = 0,295$, $p < 0,001$), el número de respuestas correctas sobre si estas especies podían encontrarse en la RBU ($r(771) = 0,176$, $p < 0,001$), el conocimiento autopercebido sobre las marismas ($r(853) = 0,240$, $p < 0,001$), el conocimiento autopercebido sobre las Reservas de la Biosfera ($r(850) = 0,326$, $p < 0,001$), el número de respuestas correctas en las preguntas sobre la migración de las aves ($r(855) = 0,219$, $p < 0,001$) y el interés por las aves ($r(847) = 0,249$, $p < 0,001$).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio ilustran que los conocimientos factuales del alumnado de secundaria sobre la migración de las aves son limitados y, en particular, que sus habilidades para identificarlas son escasas. Aunque las actitudes medioambientales de los adolescentes son elevadas, una parte importante de ellos considera que los esfuerzos de conservación son excesivos y un obstáculo para el desarrollo económico, concepciones aparentemente heredadas. Además, todas estas variables se ven afectadas por diferentes factores socioculturales, ya que quienes viven en la Reserva de la Biosfera y tienen un origen rural tienen un mejor conocimiento de la biodiversidad local, y aquellos que

cursaron la educación primaria con un plan de estudios centrado en la EA muestran un mejor conocimiento de la misma. Se puede concluir que, aunque los programas de EA pueden ser una forma estupenda y útil de mejorar la apreciación de las áreas naturales protegidas y fomentar conocimientos y actitudes ambientales significativas, al menos a corto plazo, el programa de EA de un día de duración realizado en el UBC presenta una eficacia limitada. Para adaptar este programa, podría considerarse su integración en contextos formales de enseñanza/aprendizaje a través de actividades prácticas y/o basadas en proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blumstein, D. T. & Saylan, C. (2007). The failure of environmental education (and how we can fix it). *PLoS Biology*, 5, 973–977. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050120>
- Carleton-Hug, A. & Hug, J. W. (2010). Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. *Evaluation and Program Planning*, 33, 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005>
- Hooykaas, M. J. D., Schilthuizen, M., Aten, C., Hemelaar, E. M., Albers, C. J. & Smeets, I. (2019). Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238, 108202. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108202>
- Ishwaran, N., Persic, A. & Tri, N. H. (2008). Concept and practice: The case of UNESCO biosphere reserves. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 7(2), 118–131. <https://doi.org/10.1504/IJESD.2008.018358>
- Jeronen, E., Palmberg, I. & Yli-Panula, E. (2016). Teaching methods in biology education and sustainability education including outdoor education for promoting sustainability - A literature review. *Education Sciences*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.3390/educsci7010001>
- Pedraza, O., Ortega-Lasuen, U., Ruiz-González, A., Díez, J. R., & Barrutia, O. (2021). Branches of plant blindness and their relationship with biodiversity conceptualisation among secondary students. *Journal of Biological Education*, 1-27. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1933133>
- Prokop, P., Kubiato, M. & Fančovičová, J. (2007). Why do cocks crow? Children's concepts about birds. *Research in Science Education*, 37(4), 393–405. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9031-8>
- Randler, C. (2008). Teaching species identification - A prerequisite for learning biodiversity and understanding ecology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 223–231.
- Sellmann, D. & Bogner, F. X. (2013). Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. *European Journal of Psychology of Education*, 28, 1077–1086. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0155-0>
- Skarstein, T. H. & Skarstein, F. (2020). Curious children and knowledgeable adults – Early childhood student-teachers' species identification skills and their views on the importance of species knowledge. *International Journal of Science Education*, 42(2), 310–328. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1710782>
- Soga, M. & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: the loss of human-nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(2), 94–101. <https://doi.org/10.1002/fee.1225>

Evaluación preliminar de la enseñanza de la física a nivel medio en Colombia, basada en los modelos didácticos tradicional y constructivista

Carlos Mario Girado Polo¹, Leonardo Gónima Gónima², José Miguel Vílchez González³.

¹ I.E. El Rodeo (Colombia). cgiradop@unicartagena.edu.co.

² Departamento de Física y Electrónica, Universidad de Córdoba (Colombia). lgonima@correo.unicordoba.edu.co.

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada (España). jmvilchez@ugr.es.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar si los docentes de Física en Colombia presentan deficiencias organizativas y metodológicas en la preparación de una clase, así como las dificultades que se puedan presentar durante su desarrollo. Para ello se aplicó una encuesta a un grupo de 90 docentes. Solo 76 docentes definieron la organización de sus clases y 34 manifestaron seguir una metodología específica. De acuerdo a los resultados, se puede decir que existen grandes deficiencias en la enseñanza de la Física a nivel medio en Colombia, debido principalmente a la insuficiente formación en didáctica de los docentes asignados. Entre las dificultades que tienen los docentes destacan la escasez de recursos y el poco conocimiento previo de los estudiantes, así como su bajo interés por la asignatura.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de la Física, estrategias metodológicas, modelos didácticos, formación docente.

ABSTRACT: The objective of this work is to analyze whether Physics teachers in Colombia present organizational and methodological deficiencies in the preparation of a class, as well as the difficulties that may arise during its development. For this purpose, a survey was applied to a group of 90 teachers. Only 76 teachers defined the organization of their classes and 34 stated that they followed a specific methodology. According to the results, it can be said that there are great deficiencies in the teaching of Physics at the intermediate level in Colombia, mainly due to the insufficient training in didactics of the assigned teachers. Among the difficulties encountered by the teachers, the scarcity of resources and the low prior knowledge of the students, as well as their low interest in the subject, are highlighted.

KEYWORDS: Physics teaching, methodological strategies, didactic models, teacher training.

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de hoy ya no deben ser formados con los mismos principios y actitudes con los que instruyen en las escuelas tradicionales. Su formación se ve enfrentada a nuevos retos, que involucran el desarrollo de un conjunto de competencias clave que les permitan estar a la altura de las nuevas exigencias (Brunner, 2005).

Como indican Domènech-Casal et al. (2019), algunos informes de la Comunidad Europea, Estados Unidos y otros países industrializados muestran una alta preocupación por la disminución en el interés que presentan los estudiantes de Educación Primaria y Secundaria por las materias científico-tecnológicas, sobre todo las mujeres y los estratos sociales de nivel económico bajo. Dentro de las posibles causas señalan la enseñanza descontextualizada de la ciencia y la tecnología, que aumenta el desinterés de los alumnos por estas asignaturas.

Por otra parte, Cuevas et al. (2016) analizaron los resultados de enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos y sobre investigación científica en diferentes escuelas primarias públicas de 14 ciudades de México. Para ello, aplicaron un cuestionario estandarizado a un grupo de estudiantes y realizaron entrevistas a docentes y directores de las escuelas. En sus resultados, los autores señalan la preocupación hacia el desarrollo de habilidades de investigación en el alumnado, debido a la falta de competencias y habilidades que tienen los propios docentes, sumado a la falta de capacitación y formación continua en este tema.

Respecto a los estudios acerca de la formación inicial que reciben los docentes de ciencias en Colombia, Gallego et al. (2004) realizaron su investigación con un grupo de docentes, coordinadores y estudiantes de diferentes programas de facultades de educación, previamente acreditados por el Ministerio de Educación Nacional. El objetivo principal fue analizar la relación entre las asignaturas de ciencias y las relacionadas con la formación didáctica de los docentes. De acuerdo con sus resultados, en los planes de estudio de los programas de Física y Química predomina el conocimiento disciplinar respecto a la formación pedagógica; pareciera que en los programas basta conocer una ciencia para enseñarla. Nada más lejos de la realidad, dada la importancia del conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1986).

Una de las problemáticas de la enseñanza de las Ciencias Naturales en Colombia, definidas en Lopez-Rivera (2015), está asociada a la aplicación de modelos didácticos tradicionales. De acuerdo con los autores, estas prácticas no garantizan que los estudiantes comprendan los contenidos. Otros aspectos a destacar que dificultan la enseñanza de las ciencias están relacionados con el diseño del currículo sin una correcta articulación con el contexto de los estudiantes, así como las deficiencias en el saber disciplinar y pedagógico.

Ante esta situación, el objetivo de este trabajo es analizar si las clases de Física en Colombia presentan deficiencias organizativas y metodológicas, así como las dificultades que puedan presentar en el desarrollo de estas.

METODOLOGÍA

En este estudio ex post facto se utiliza la técnica de encuesta (Bisquerra, 2014), y un método mixto para aprovechar las virtudes de las metodologías cuantitativa y cualitativa (Crewell y Clark, 2007). La evaluación del estado de la enseñanza de la Física en Colombia se está realizando a partir del diseño, validación y administración de un cuestionario a un grupo de docentes de diferentes regiones de Colombia.

El cuestionario, que contiene siete preguntas abiertas y tres cerradas, fue sometido a un proceso de validación por expertos, doctores en Física (2), Ciencias de la Educación (5) y Didáctica de las Ciencias Experimentales (2), que valoraron cada pregunta en cuanto a la claridad en su expresión y pertinencia aplicando una escala Likert de cuatro niveles.

Siete preguntas obtuvieron una puntuación de 4, y tres valoradas con 3, siendo estas modificadas en la versión final del cuestionario (Anexo).

La muestra está formada por 90 docentes (36% mujeres) que tienen a su cargo la asignatura de Física en la educación media de Colombia, de edades comprendidas entre 27 y 66 años (M: 44.9 años; D.T.: 9.85). Poseen diferentes títulos profesionales en su formación inicial: Licenciados en educación-especialidad Física, Físicos, Ingenieros; Magíster: educación, Ciencias Físicas, Pedagogía o ingenierías; Doctor en Educación; entre otros.

RESULTADOS

Se presentan en esta comunicación los resultados de las dos primeras preguntas.

Pregunta 1: Exponga brevemente cómo es la organización y la metodología utilizada por Usted durante el desarrollo de una clase de Física.

Sólo 76 docentes describieron la forma de organizar las clases. Las respuestas se clasificaron en tres fases: inicial, intermedia y final. Mediante análisis inductivo, a cada fase se le asociaron varias categorías (Tabla 1).

Tabla 1. Fases y categorías de la organización de una clase. Con sus respectivas frecuencias

Fase	Categoría	N
Inicial	Ideas previas	36
	Lecturas previas	7
	Reflexión inicial	23
	Repaso de conceptos	2
Intermedia	Actividades prácticas	9
	Explicación de conceptos	67
	Prácticas de laboratorio	28
	Realización de ejercicios	29
Final	Actividades finales	2
	Evaluación de saberes	44
	Lecturas complementarias	1
	Reflexión final	15

Se observa que hacen mayor énfasis en la fase intermedia (N =74), seguida de la inicial (N = 56) y la final (N = 51). Esto puede deberse a que algunos docentes (N = 18) desarrollan las estrategias de la fase inicial durante el transcurso de la fase intermedia. La fase final tiene el menor número de respondientes, lo que parece indicar, que hay docentes que no le dan la debida importancia. 13 refieren una sola fase (uno la inicial, 11 la intermedia y uno la final); 21 dicen organizar la clase en dos fases (13 las fases inicial-intermedia y ocho las intermedia y final); y 42 definen su organización en las tres fases. Sólo el 55.3% organizan su clase utilizando las tres fases. En la Tabla 1 se observa también que la explicación de conceptos es la estrategia más utilizada, con un 74.4% (N = 67), seguida de la evaluación de saberes con un 48.9 % (N = 44). También destaca el hecho de que considerar las ideas previas, con un 40% (N = 36), es otra de las más mencionadas. Del mismo modo, se observa que el repaso de conceptos, la realización de actividades finales y las lecturas complementarias son las menos utilizadas.

En relación con la metodología, solo 33 docentes definieron en su respuesta la utilizada en sus clases de Física. En la Tabla 2 se muestran las referidas, con sus respectivas frecuencias, asociadas a los modelos didácticos tradicional y constructivistas descritos por Vives (2016).

Tabla 2. Metodologías utilizadas por los docentes

Modelo didáctico asociado	Categoría	N
Transmisión-recepción (Tradicional)	Método de lógica asertiva	1
	Método deductivo	1
	Método tradicional	13
Constructivista	Aprendizaje significativo	2
	Cambio conceptual	1
	Metodología activa	1
	Taxonomía de Bloom	2
	Trabajo en equipo	3
Tradicional y constructivista	Guías de aprendizaje	11
	Situación problemática	3

Se observa que gran parte de los encuestados se identifican con el modelo de transmisión-recepción (14), aunque también con metodologías que combinan los modelos de transmisión-recepción y constructivistas (14). En menor medida, algunos dicen utilizar solo metodologías asociadas a modelos constructivistas (6). Estos resultados corroboran lo hallado en el análisis de los aspectos organizativos de la primera pregunta, respecto a las deficiencias en la formación de los encuestados y su incapacidad para definir la metodología que utilizan.

Analizando los resultados por categorías, el 14.4% utilizan el método tradicional, mientras que el 12.2% basa su método de enseñanza en la entrega de guías de aprendizaje. Así mismo, el 16.5% emplean otras estrategias de enseñanza: trabajo en equipo (3.3%), situación problemática (3.3%), Taxonomía de Bloom (2.2%), aprendizaje significativo (2.2%), cambio conceptual (1.1%), método de lógica asertiva (1.1%), método deductivo (1.1%) y metodología activa (1.1%).

Pregunta 2: De acuerdo a su experiencia diaria, seleccione de entre las dificultades ofrecidas (Tabla 3), las que Usted considera que afectan la calidad con que se desarrolla una clase de Física.

A partir de las opciones seleccionadas, estas se organizaron en tres factores: docente, estudiante y recursos (Tabla 3).

Se observa que 78 docentes consideran que las dificultades están asociadas a la falta de recursos didácticos, de infraestructura, servicios públicos e internet; 77 consideran que están estrechamente relacionadas con las discapacidades, intereses y necesidades educativas de los estudiantes; y 22 respondieron que están asociadas a su formación y a la falta de capacitación. Estas dificultades se pueden clasificar en dos componentes: Uno externo, asociado a los estudiantes y los recursos, y otro interno, asociado a la formación y capacitación docente. De acuerdo con esto, 67 docentes consideran que las dificultades se deben a componentes externos, solo uno considera que se deben al componente interno, mientras que 21 eligieron simultáneamente externos e internos.

Tabla 3. Dificultades que afectan la calidad con la que se desarrolla una clase de Física, con sus respectivas frecuencias

Factor	Categoría	N
--------	-----------	---

Docente	Capacitaciones insuficientes o no pertinentes	15
	Formación profesional y de posgrado	11
Estudiante	Bases conceptuales previas de los estudiantes	55
	Discapacidades de los estudiantes	4
	Exceso de estudiantes	47
	Interés de los estudiantes	5
	Necesidades educativas de los estudiantes	45
	Horario inadecuado	12
Recursos	Infraestructura	38
	Laboratorios	3
	Recursos didácticos	65
	Servicios públicos	7
	Virtualidad	7
	Ninguna de las anteriores	1

A pesar de que la mayoría no reconocen tener dificultades, los resultados difieren de lo analizado en la pregunta 1 sobre las deficiencias encontradas en la formación de los docentes (disciplinar, pedagógica y capacitaciones), ya que, de acuerdo a las respuestas emitidas, pareciera que la mayoría de los docentes no reconocen esta dificultad.

CONCLUSIONES

En este trabajo se pretende analizar las deficiencias organizativas y metodológicas de los docentes en la preparación de una clase de Física en Colombia, e identificar las principales dificultades que los docentes encuentran para ello.

De los resultados obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La falta de descripción de la metodología por parte de 56 docentes (62.3%) nos lleva a pensar que tienen poca formación didáctica, lo que les impide describir un método para impartir sus clases de Física.
- Los profesionales no licenciados en Colombia pueden desempeñarse como docentes, a pesar de no tener en su carrera formación didáctica. El 65.6% de los encuestados tienen formación en educación y Física, el 14.4% solo en Física, el 5.6% en matemáticas y el 14.4% restante son ingenieros.
- La mayoría de los encuestados (15.6%) se identifican con el modelo didáctico de transmisión-recepción. Solo el 6.7% se identifican con modelos constructivistas.
- Un número considerable de los encuestados (15.6%) combinan los modelos tradicional y constructivista, lo que se puede deber a que se está produciendo el cambio de enfoque del modelo didáctico tradicional al constructivista.
- En cuanto a la organización de la clase, el 82.2% de los encuestados hacen énfasis en la fase intermedia, seguida de la inicial (62.2%) y final (56.7%), lo que podría deberse, a que algunos docentes, no les dan la debida importancia a estas dos últimas fases, o las desarrollan simultáneamente en la fase intermedia.
- De los 76 respondientes, sólo el 55.3% utilizan las tres fases para organizar su clase, mientras que el 44.7% restante muestran deficiencias organizativas.
- Los altos porcentajes de respuestas enmarcadas en las categorías “explicación de conceptos” (88.2%) y “evaluación de saberes” (57.9%), ratifican el predominio del modelo tradicional en el desarrollo de las clases de Física por parte de los encuestados. Las ideas previas (47.4%) y las reflexiones inicial y final, son indicios del cambio de enfoque a los modelos constructivistas.

- En Colombia existen deficiencias en la enseñanza de la Física a nivel medio. Esto podría deberse a que las personas asignadas como docentes de Física, tienen una baja formación didáctica.
- Los encuestados consideran que la formación profesional y las capacitaciones docentes son factores que no influyen en gran medida en la calidad de una clase de Física. Parece como si para dar clase de Física no hubiera que formarse. Expresan, en este sentido, que las dificultades se deben principalmente a la falta de recursos didácticos (86.7%) y a los estudiantes (85.6%), todos factores externos a ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bisquerra Alzina, R. (2014). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla, S.A.
- Brunner, J. (11 de diciembre, 2005). Competencias para la vida: Proyecto DeSeCo. *José Joaquín Brunner, Información, análisis y discusión sobre educación y políticas educacionales*. <http://www.brunner.cl/?p=485>
- Creswell, J. W. and V. L. P. Clark. 2007. *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. E. y Mendoza, C. P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- Domènech-Casal, J., Lope, S. y Mora. L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2203. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Gallego, R., Pérez R., gallego, T. y Nery, L. (2004). Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados. *Ciência & Educação (Bauru)*, 10(2), pp.219-234. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132004000200006>
- Lopez-Rivera, Z. C. (2015). La Enseñanza de las Ciencias Naturales desde el enfoque de la Apropriación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación ASCTI en la educación básica–media. *Revista Científica*, 22(2), pp.75–84. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a6>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Vives, M. (2016). Modelos pedagógicos y reflexiones para las pedagogías del sur. *Revista boletín Redipe*. 5(11), 40-55. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/140>

ANEXO

Cuestionario aplicado a los docentes

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdawyIrNaPN1Zgubw1HcIvtC9wkeruN3LgWBDundd5yXNNQ_A/viewform?usp=sf_link

Conocimientos del alumnado de formación profesional sobre investigación biomédica para el estudio de la genética

María Villar López¹, Paloma Blanco Anaya²

¹Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidad de Santiago de Compostela.
maria.lopez.villar@usc.es

²Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidad de Santiago de Compostela.
paloma.blanco@usc.es

RESUMEN: Esta comunicación tiene como objetivo presentar el análisis de los conocimientos que posee el alumnado, del ciclo superior de laboratorio de diagnóstico clínico y biomédico en el módulo de biología molecular y citogenética, sobre cuestiones relacionadas con la investigación biomédica, previo al proceso de enseñanza y aprendizaje de la genética.

Para ello, se realiza un análisis cualitativo descriptivo de las respuestas dadas en el cuestionario utilizado por los 21 alumnos y alumnas de este módulo. Los resultados revelan que el alumnado domina escasamente las cuestiones relacionadas con la investigación biomédica y su aplicación en el estudio de enfermedades, si bien es cierto que dichas cuestiones suscitan gran interés en el alumnado que le otorga importancia para aprender de los mismos, lo que sugiere la necesidad de acercar al alumnado a la realidad de esta investigación como futuros profesionales del ámbito sanitario.

PALABRAS CLAVE: genética, investigación biomédica, pensamiento crítico, Formación Profesional.

ABSTRACT: This communication aims to present an analysis of the knowledge possessed by the students of the higher cycle of Clinical and Biomedical Diagnostic Laboratory in the Molecular Biology and Cytogenetics Module, on issues related to biomedical research, as a starting point of the teaching and learning process of genetics.

To do so, 21 students of this module have answered a questionnaire and their responses have been analysed under a descriptive qualitative methodology. The results have revealed that the students have little knowledge of the issues related to biomedical research and its application in the study of diseases. While it is true that issues have raised great interest in the students who attach importance to learning from them. This suggests the need to bringing students closer to the reality of this research as future professionals in the health field.

KEY WORDS: genetics, biomedical research, critical thinking, Vocational Training.

ESTADO DE LA CUESTIÓN Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

La genética es uno de los campos de las ciencias que se considera de gran relevancia para los estudiantes, tanto a nivel científico como a nivel personal. Cada día surgen nuevas noticias sobre sus avances en distintos ámbitos, por lo que el interés que suscita esta área

del conocimiento es innegable. Los descubrimientos en las ciencias biomédicas en los últimos 200 años, y especialmente su aplicación práctica, han supuesto cambios radicales en la vida de la humanidad (Sentí Clapés, Presas i Puig, y Baños i Díez, 2018), provocando el planteamiento de cuestiones sociales de gran relevancia como son la investigación biomédica o la terapia génica. Sin embargo, toda esta revolución científica entorno al estudio de la genética, contrasta con el tratamiento que estos aspectos suelen recibir en el currículum tanto de educación secundaria (Domènech-Casal, 2016) como en formación profesional, pues como señalan Puig y Jiménez-Aleixandre (2015), cuestiones relacionadas con la investigación genética actual, tales como la farmacogenómica, se siguen trabajando poco y de emplearse se hacen de forma desconectada a sus aplicaciones biomédicas. Por tanto, se hace necesario que la enseñanza y el aprendizaje de la genética vayan acompañados con los avances de la investigación en este campo empleando estrategias didácticas para el estudio de la genética tales como el uso de programas informáticos empleados por Domènech-Casal (2016) para la comprensión de la expresión génica.

El trabajo que aquí se presenta es un prelude a una propuesta didáctica para acercar el estudio de la genética a aplicaciones del mundo real de la investigación biomédica, a través de la investigación de una enfermedad neurodegenerativa con base genética. Haciendo así participe al alumnado de la realidad en este tipo de investigación, lo cual va a contribuir a que comprendan como se construye el conocimiento científico, a través de la indagación y valoren críticamente dicho proceso. Esa capacidad crítica y científica es la que permite a la ciudadanía enfrentarse a los retos científicos y sociales propios de lo que denominamos la era de la posverdad, donde existe una confusión y un desacuerdo generalizado sobre lo que se sabe, cómo se sabe y en quién confiar (Chinn, Barzilai y Duncan, 2020). Cabe destacar también, la importancia que tiene para el alumnado de Formación Profesional adquirir habilidades propias del pensamiento crítico, pues en la actualidad se otorga gran reconocimiento a este tipo de pensamiento dentro de contextos laborales, algo fundamental para este tipo de formación, siendo además una competencia difícil de encontrar en las personas (Bezanilla-Albisua, Poblete-Ruiz, Fernández-Nogueira, Arranz-Turnes y Campo-Carrasco, 2018).

Objetivo de investigación

Ante esta situación el propósito que se sigue con el presente estudio consiste en analizar los conocimientos que posee el alumnado del ciclo superior de laboratorio de diagnóstico clínico y biomédico, dentro del módulo de biología molecular y citogenética, sobre cuestiones relacionadas con la investigación biomédica.

METODOLOGÍA

Se emplea una metodología cualitativa, para reflejar una interacción más directa con el pensamiento del alumnado, haciendo posible el acceso a sus propias perspectivas y formas de ver las cuestiones que se quieren analizar (Ballestín González y Fàbregues Feijoo, 2019).

Participantes

Los participantes son 16 alumnas y 5 alumnos (N=21) mayores de edad, procedentes de un centro integrado de formación profesional público, donde cursan el ciclo superior de laboratorio de diagnóstico clínico y biomédico en el módulo de biología molecular y citogenética. Dichos participantes poseen unos conocimientos sobre genética muy

variados por su procedencia: ciclos medios, otros ciclos superiores, estudios de bachillerato, e incluso mismo de grados universitarios.

Toma de datos

Los datos se recogieron en septiembre de 2021, el instrumento utilizado fue un cuestionario de ideas previas que consta de 15 preguntas relacionadas con las enfermedades raras ligadas a la genética, la investigación biomédica y el pensamiento crítico. Para este trabajo sólo analizaremos las preguntas relacionadas con la investigación biomédica (7 preguntas). El cuestionario se respondió de manera individual y presencial en 30 min. El cuestionario fue revisado por dos expertas en la materia; una catedrática en genética con amplia experiencia en investigación biomédica y una profesora del módulo de biología molecular y citogenética, las cuales sugirieron incluir dentro del cuestionario el análisis de las fases del proceso de investigación, así como una pregunta dedicada a los conocimientos del estudiantado sobre el proceso de inducción de mutaciones en el laboratorio. Se informó al alumnado que, siguiendo el reglamento de la Unión Europea (R (UE) 2016/679 del parlamento europeo y del consejo del 27 abril de 2016) y la ley Orgánica (3/2018 del 05 de diciembre) los datos recogidos serán tratados con fines científicos, manteniendo su anonimato en todo momento.

Análisis de datos

Para el análisis de datos, en primer lugar, se realizó un vaciado de datos de las respuestas abiertas dadas por el alumnado, posteriormente se crearon las distintas rúbricas con las que categorizar las respuestas de los participantes y su frecuencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos según las distintas cuestiones analizadas para este estudio.

Conocimientos sobre investigación biomédica a nivel individual y social

Tras analizar las respuestas dadas a las preguntas: “¿Tienes conocimientos sobre investigación biomédica?” y “¿Crees que la sociedad actual tiene suficientes conocimientos sobre la investigación biomédica, las denominadas enfermedades raras y sobre las enfermedades con componente genético?” Los resultados muestran que la mayoría de los/las participantes 17/21 no tiene ningún conocimiento sobre investigación biomédica, sólo 3 de 21 relacionan la biología con la medicina y uno expresa que tiene conocimientos, pero no profundiza en ello. Todo esto indica una falta general de conceptos relacionados con esta temática y la importancia, como indican Guerra-Varela et al. (2016) de acercar el mundo científico a las aulas, en este caso en cuestiones relacionadas con la biomedicina.

Todos los participantes, hacen mención a la falta de información de la sociedad ante cuestiones de investigación biomédica, enfermedades raras y enfermedades con componente genético.

Conocimientos sobre el proceso de investigación de una enfermedad

Ante la pregunta “Podrías indicar cuáles son los pasos para seguir para investigar una enfermedad” (tabla 1), aunque se esperaba que el alumnado citase las etapas propias de una indagación, no mencionan estas etapas, sino que centran el análisis en las causas de la enfermedad, los síntomas y el buscar una cura para la misma. Así 9/21 de los/las participantes no tiene ningún conocimiento sobre los pasos que se deben seguir para

investigar una enfermedad y 12/21 es capaz de indicar algún paso para realizar una investigación de este tipo, las tres subcategorías establecidas se reflejan en la tabla 1.

Cuatro participantes mencionan dos pasos para investigar una enfermedad, otros cuatro mencionan tres pasos y también 4/21 participantes menciona cuatro o más paso para investigar una enfermedad.

En general los datos ponen de manifiesto la falta de conocimientos que posee el alumnado entorno a cómo se lleva a cabo la investigación de una enfermedad, pues focalizan sus respuestas en las causas y la sintomatología, pero no en el proceso de establecer hipótesis, diseñar un procedimiento para obtener unos resultados y concluir si la hipótesis es correcta o no.

Tabla 1. Categorías establecidas a partir de las definiciones dadas sobre la pregunta si el alumnado conoce los pasos a seguir para investigar una enfermedad

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍA	f	EJEMPLO
Con conocimientos sobre los pasos a seguir para investigar una enfermedad.	Menciona dos pasos para investigar una enfermedad.	4/21	“Analizar los síntomas como afecta al organismo, posteriormente buscar una cura”
	Menciona tres pasos para investigar una enfermedad.	4/21	“Analizar los síntomas, buscar similitudes con enfermedades conocidas, buscar si tiene causa genética”
	Menciona cuatro o más de cuatro pasos para investigar una enfermedad.	4/21	“Observar las causas, tomar muestras y analizarlas, comparar resultados con otros parecidos o similares, realizar experimentos primero en no humanos para intentar hallar una cura, reunir todos los datos y una vez hallada la cura empezar a experimentar con ella”.
No propone ningún procedimiento para analizar una enfermedad.		9/21	

Organismos modelo para investigar tratamientos o vacunas

En cuanto a los organismos donde se investigan enfermedades o vacunas, se les realizaron las siguientes preguntas, cuyo análisis de las respuestas se presenta a continuación:

Ante la pregunta: “¿Qué te parece que se usen organismos para investigación biomédica?”, todos excepto uno de los participantes está de acuerdo con el uso de organismos modelo para investigación biomédica, siempre que se usen correctamente. Como ejemplo: “Es necesario experimentar previamente con otros organismos, ya que de no ser así no conseguimos avanzar científicamente hablando. Además, creo que hemos llegado al nivel actual de investigación de enfermedades gracias a la opcionalidad de experimentar con animales, por lo tanto, lo veo necesario para seguir avanzando”.

El otro participante muestra dudas aludiendo al sufrimiento de estos al señalar “Estoy de acuerdo y no, ya que dichos organismos pueden sufrir enfermedades y encontrarse mal por experimentar con ellos”. Esto pone de manifiesto la necesidad de trabajar con este tipo de especies, pero de forma bioética

Ante la pregunta “¿Sabes en qué especie se estudian las enfermedades humanas con este tipo de modelos biológicos? Da algún ejemplo de organismo en concreto”, 16/21 de los/las participantes reconoce a los “mamíferos: roedores” como organismos donde se pueden investigar enfermedades, 5/21 reconoce a los “mamíferos: lagomorfos” como organismos donde se pueden investigar enfermedades, 2/21 conoce a los “mamíferos: simios “. Sólo un participante reconoce como organismo “mamíferos: cerdo”, también sólo un participante reconoce especies “no mamíferos: líneas celulares” y sólo un participante conoce como especie “no mamíferos: pez cebra” como modelo biológico de

estudio. Por último, 7/21 de los participantes no conoce en qué especie se pueden investigar las enfermedades.

Ante la pregunta: "¿Conoces en base a qué se hace la elección de un organismo u otro para el estudio de una enfermedad?", 8 de los 21 participantes entiende que el organismo modelo para investigar enfermedades debe ser homólogo con la especie humana. Como ejemplo: "En caso de las enfermedades genéticas, aquellas especies con un genoma lo más similar posible al humano".

Seis participantes no relacionan el organismo modelo utilizado para investigar enfermedades con la homología con la especie humana. Como ejemplo: "En base a que sea sencillo su mantenimiento para poder estudiarlo de manera sencilla y aplicar todo lo que se necesite". Mientras que 9/21 de los participantes no conoce en base a qué se realiza la elección de un organismo modelo.

Mecanismos para inducir en laboratorio mutaciones

Del análisis de la pregunta "¿Conoces cuál es el proceso para inducir una mutación en el lugar concreto donde la queremos estudiar en un organismo modelo?" (tabla 2), se desprende que 18/21 de los participantes no conoce el mecanismo de generación de una mutación en el laboratorio con fines de investigación, de lo que se puede intuir una falta sobre la concepción de este término, cuestión tratada en el trabajo de Albadalejo y Lucas (2010) no sólo desde la falta de concepción si no también desde las concepciones alternativas que dicho término recibe por parte del alumnado.

Tabla 2. Análisis de las respuestas dadas a la pregunta de si el alumnado conoce algún tipo de mecanismo para inducir mutaciones en el laboratorio

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍA	f	EJEMPLO
Conoce el mecanismo de generación de una mutación en un organismo modelo.	Relaciona el mecanismo de generación de una mutación a través de la introducción de sustancias	1/21	"Introducción de d sustancias que puedan causar mutaciones en el ser vivo cuando aún se encuentra en fase fetal"
	Relaciona el mecanismo de generación de una mutación a través de la sustitución de ADN	2/21	"Básicamente creo que consiste en sustituir, añadir o extraer una parte del ADN de una célula y esperar a que se duplique"
	Relaciona el mecanismo de generación de una mutación a través de radiación	1/21	"Radiación localizada en el genoma"
No conoce el mecanismo de generación de una mutación en un organismo modelo.		18/21	

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Tras el análisis del cuestionario podemos concluir de manera general que hay una falta de conocimientos sobre conceptos relacionados con la biomedicina, tanto en lo relacionado con la metodología a seguir para la investigación de una enfermedad, como en conceptos como: homología o mutaciones, siendo la mayoría de los participantes quienes afirman no poseer ningún conocimiento en investigación biomédica.

Así mismo del análisis del cuestionario se infiere que el tema propuesto suscita interés dado que la totalidad de los participantes considera que la sociedad actual debería tener mayores conocimientos en cuanto a investigación biomédica. Esto puede ser debido a que se abarcan problemas y debates sociales, para los que como indica Bugallo (1995) es necesario que tanto estudiantes como el público en general comprendan mejor los conceptos genéticos, de ahí la necesidad de fomentar las habilidades propias del

pensamiento crítico en esta temática, pues resulta fructífero para la vida personal, profesional y social de los estudiantes (Vendrell I Morancho y Rodríguez Mantilla, 2020), como señala Abril Gallego (2010), “en un futuro no muy lejano será a ellos a quienes se les pedirá opiniones sobre estos asuntos para que tomen decisiones con una actitud crítica”(p.2).

En vista de los resultados obtenidos y siguiendo con la idea de que la enseñanza y el aprendizaje de la genética deben ir acompañados con los avances de la investigación en este campo, los resultados ponen de manifiesto la necesidad de trabajar estas cuestiones relacionando las mismas con el mundo real de la investigación biomédica, con la pretensión de que sirva de ayuda, en este caso para el alumnado de Biología Molecular y Citogenética, para una mejora en su formación, lo que cual va a contribuir a desenvolver su competencia científica y a mejora su capacidad crítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril Gallego, A. M. (2010). Influencia de la sociedad del conocimiento en la enseñanza de las ciencias experimentales. Un caso de estudio: la genética y la biología molecular. *Revista de Antropología Experimental*, (10), especial educación 1: 1-16.
- Albaladejo, C. y Lucas, AM (1988). Significado de los alumnos para "mutación". *Revista de educación biológica*, 22 (3), 215-219.
- Ballestín González, B., y Fàbregues Feijóo, S. (2019). *La práctica de la investigación cualitativa en ciencias sociales y de la educación*. Editorial UOC.
- Bezanilla-Albisua, M. J., Poblete-Ruiz, M., Fernández-Nogueira, D., Arranz-Turnes, S., y Campo-Carrasco, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 89-113.
- Bugallo, Á. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 379-385
- Chinn, CA. Barzilai, S. y Duncan, R.G. (2020). Education for a “Post-Truth” World: New Directions for Research and Practice. *Educational Researcher*, 50, 51-60.
- Domènech-Casal, J. (2016). Gene Hunting: una secuencia contextualizada de indagación alrededor de la expresión génica, la investigación in silico y la ética en la comunicación biomédica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.13(2), 342-358.
- España.Ley Orgánica 3/2018, del 05 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado, 06 de diciembre de 2018, núm. 294, pp. 119788-119857
- Guerra-Varela, J., Cabezas-Sainz, P., Yebra-Pimentel, E., Gutiérrez-Lovera, C., Cedrón, V. P., Otero Obarrio, M. A., ... y Sánchez, L. (2016). “A zebra in the water”: Inspiring science in Spain. *Zebrafish*, 13(4), 241-247.
- Puig, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*,12(1),55-65
- Sentí Clapés, M., Presas i Puig, A., y Baños i Díez, J. E. (2018). La enseñanza de la relación mutua entre ciencias biomédicas y sociedad. La experiencia de biomedicina, sociedad y cultura. *Educación Médica*. 2019; 20 (6): 347-52.
- Unión Europea. Reglamento (UE) n. 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Diario Oficial de la Unión Europea L 119/1, 04 de mayo de 2016, pp. 01-88
- Vendrell I Morancho, M., y Rodríguez Mantilla, J. M. (2020). Pensamiento Crítico: conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior. *Revista de la educación superior*, 49(194), 9-25.

Impacto de una secuencia de enseñanza-aprendizaje en las percepciones de estudiantes de secundaria sobre consecuencias y producción de plásticos

María del Mar López-Fernández¹, Antonio Joaquín Franco-Mariscal².

¹ Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

mmarlf@correo.ugr.es.

² Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. anjoa@uma.es

RESUMEN: La contaminación por plásticos es un problema ambiental grave y global. Este es considerado una cuestión socio-científica que puede servir para trabajar aspectos relacionados con la química, así como desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico sobre el problema en cuestión. En este estudio se trata de analizar el cambio de percepción sobre los plásticos y contaminación tras la realización de una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre plásticos y contaminación, en Educación Secundaria Obligatoria. Los resultados muestran que los estudiantes han mejorado la identificación de las consecuencias de esta contaminación para los seres vivos, así como han tomado consciencia sobre la producción de los mismos.

PALABRAS CLAVE: Plásticos, contaminación, Educación Secundaria Obligatoria.

ABSTRACT: Plastic pollution is a serious and global environmental problem. It is considered a socio-scientific issue that can be used to work on aspects related to chemistry, as well as to develop critical thinking skills in students about the problem in question. The aim of this study is to analyze the change of perception about plastics and pollution after the implementation of a teaching-learning sequence on plastics and pollution with 40 Spanish grade-8 students from a high school. The results show that students have improved the identification of the consequences of this pollution for living beings, as well as have become aware of the production of plastics.

KEYWORDS: Plastic, secondary education, pollution

INTRODUCCIÓN

La contaminación por plásticos, y como apuntan algunos autores de forma más concreta, por microplásticos, es una cuestión grave a nivel global. Éstos se producen de forma masiva y, generalmente, acaban en lugares inadecuados a través de los sistemas de gestión de residuos de las ciudades. Su presencia en los ecosistemas representa un daño para el medio y para los seres vivos que en ellos habitan (Vidal, Molina y Duque, 2021). Los plásticos también actúan como vectores de contaminantes químicos y biológicos. Así, cuando se desplazan por los ecosistemas y se acumulan, pueden llevar adheridos en su superficie briozoos, moluscos, bacterias, contaminantes tóxicos, etc. favoreciendo su propagación o la dispersión de especies invasoras, lo que supone un riesgo para la salud ambiental, humana y animal (Caruso, 2019).

Los plásticos se enmarcan dentro de la problemática denominada crisis ambiental. Como medidas se apuesta por la vinculación entre el hombre y su hábitat, desarrollar la responsabilidad de éste por su entorno o promover la empatía ambiental. Concretamente, sobre la contaminación por plásticos se plantean como soluciones el fortalecimiento de

los procesos en el destino final, el reciclaje, y alternativas pedagógicas o curriculares que fomenten la cultura ambiental (Sánchez, Bustos y Reyes, 2021). Además, del desarrollo de la conciencia ambiental, cuestiones socio-científicas como la mencionada sobre los plásticos, u otras como la lluvia ácida, el agujero en la capa de ozono, etc. son una excelente oportunidad para trabajar desde la química el desarrollo de competencias junto con contenidos específicos (Cardozo, 2021), así como habilidades relacionadas con el pensamiento crítico como la argumentación o la toma de decisiones (López-Fernández, González-García y Franco-Mariscal, 2021). En el problema concreto de los plásticos se resalta la necesidad de promover desde la escuela aprendizajes sobre la degradación de estos materiales y su importancia para la sociedad y el medioambiente, lo que permitirá fomentar la concienciación y sensibilización medioambiental de la ciudadanía (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2021).

Es, por ello, que el objetivo de este trabajo sea presentar el impacto que tiene una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) sobre plásticos y contaminación para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en las percepciones de estudiantes de secundaria. En particular, se analiza el impacto en las percepciones en torno a las consecuencias de la contaminación por plásticos en los seres vivos, y sobre la producción de estos materiales a pesar de su carácter contaminante, dos aspectos que consideramos relevantes en esta temática.

METODOLOGÍA

La muestra de este estudio está formada por 44 estudiantes de 2º de E.S.O. (13-14 años) de un instituto de Málaga pertenecientes a dos grupos clase (24 estudiantes -grupo A- y 20 -grupo B-). La SEA (López-Fernández, González y Franco-Mariscal, 2021) se implementó en la asignatura obligatoria Física y Química.

Antes de comenzar la SEA, los estudiantes respondieron un cuestionario, a modo de pre-test, que incluía 12 cuestiones tipo test de opción múltiple y 7 cuestiones abiertas, todas ellas relacionadas con diferentes aspectos de los plásticos y su contaminación. La SEA incluía diferentes actividades: construcción y presentación de murales sobre los tipos de plásticos y sus características, una indagación sobre la degradación de plásticos al aire libre (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2021, 2021), un juego de rol sobre la prohibición de plásticos de un solo uso (López-Fernández, González-García y Franco-Mariscal, 2021), y la creación libre de un audiocuento donde el protagonista debía ser un plástico. Al finalizar la SEA completaron el mismo cuestionario como post-test.

Para valorar el impacto de la SEA en las percepciones de los estudiantes en torno a las consecuencias de la contaminación por plásticos y la toma de conciencia sobre su producción, se eligieron dos preguntas abiertas del cuestionario. Concretamente, (1) *¿Qué consecuencias crees que puede tener la contaminación por plásticos para los seres vivos?* y (2) *¿Por qué crees que se sigue produciendo plástico a pesar de lo que contamina?*

Para el análisis de las respuestas de los estudiantes se establecieron diferentes categorías para cada pregunta. Cada respuesta fue incluida en tantas categorías como menciones se hicieran en dicha producción. La primera autora realizó una primera propuesta, a partir de la cual, los otros dos autores realizaron su valoración. Para los casos en los que hubo incidencias, se sometió a discusión hasta alcanzar consenso. Para conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos momentos de intervención se realizó la prueba Chi-cuadrado.

RESULTADOS

Análisis de la pregunta *¿Qué consecuencias crees que puede tener la contaminación por plásticos para los seres vivos?*

La Tabla 1 recoge las categorías encontradas a la pregunta 1.

Tabla 1. Resultados de la pregunta 1 *¿Qué consecuencias crees que puede tener la contaminación por plásticos para los seres vivos?*

CATEGORÍA RESPUESTAS	GRUPO A		GRUPO B		TOTAL	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
MUERTE DE ANIMALES/EXTINCIÓN DE ESPECIES	17	20	15	10	32	30
DAÑOS FÍSICOS (ATRAGANTAMIENTO, ENREDO, ...)	2	7	8	12	10	19
IDEAS CONFUSAS	4	1	2	1	6	2
PROBLEMAS DE SALUD EN HUMANOS	4	6	1	3	5	9
INTOXICACIONES	2	2	1	2	3	4
BIOACUMULACIÓN DE PLÁSTICOS	1	1	0	2	1	3
ENFERMEDADES EN LOS ANIMALES	0	5	0	3	0	8

De forma general, la prueba Chi-cuadrado indicó que no existen diferencias significativas entre los grupos, ni para el pre-test ($\chi^2 = 7,39$; $p=0,19 > 0,05$), ni para el post-test ($\chi^2 = 5,48$; $p=0,48 > 0,05$). Esto indica que los resultados de los grupos son similares.

Centrándonos en el pre-test, la consecuencia mayoritaria indicada fue la muerte de animales y la extinción de especies (32/44 estudiantes), que se puso de manifiesto con comentarios como: *“Los animales van a ir muriendo y lo vamos a ir perdiendo todo”*, *“en unos años todos los animales de la Tierra morirán”* o *“se extinguirán algunas especies”*. Una segunda categoría aludía a los daños físicos en los animales marinos (10/44 estudiantes) (*“Los animales se pueden atragantar porque en el mar hay mucho plástico”* o *“En el mar los animales marinos se están muriendo por culpa del plástico porque se están quedando atrapados”*). Otras respuestas reflejaron ideas confusas en los estudiantes, dando argumentos carentes de sentido o no atendiendo a lo que se les preguntaba (6/44 estudiantes). Se indican también problemas relacionados con la salud (5/44 estudiantes) (*“La contaminación por plásticos es perjudicial para nuestra salud”*). Como categorías minoritarias del pre-test se encontraron las intoxicaciones (3/44 estudiantes) y la bioacumulación (1/44 estudiantes).

El post-test muestra una variación tanto en las categorías como en las frecuencias de respuestas. La respuesta mayoritaria sigue siendo la muerte de animales y la extinción de especies, aunque con una frecuencia ligeramente menor (30/44). La frecuencia de la segunda categoría mayoritaria, sobre los daños físicos en los animales, prácticamente se duplica en el post-test (19/44), al igual que los problemas de salud en humanos (9/44). Tras la SEA se detecta como nueva categoría la aparición de enfermedades en los animales (8/44) (*“los plásticos podrían causar en los seres vivos graves enfermedades”* o *“algunos animales acaban enfermos por la contaminación”*). Además, las ideas confusas disminuyen en cuanto a aparición (2/44). En este sentido, parece que la SEA ha contribuido a que los estudiantes sean conscientes de que el problema de los plásticos afecta a la salud no solo del hombre sino también de los animales. Cabe resaltar también

que, de forma general, las respuestas iniciales hacían referencia a los animales marinos, principalmente a las tortugas. Tras las actividades, los estudiantes se refieren a animales de forma general, incluyen a los seres humanos y tratan la cuestión de la salud. Por último, las categorías minoritarias detectadas al inicio se mantienen también en el pos-test.

La prueba Chi-cuadrado entre pre-test y post-test para el total de respuestas ($\chi^2 = 12.929$; $p = 0,0442 < 0,05$) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del pre-test y el post-test, a favor de este último.

Análisis de la pregunta *¿Por qué crees que se sigue produciendo plástico a pesar de lo que contamina?*

La Tabla 2 resume las categorías encontradas para la pregunta 2.

Tabla 2. Resultados de la pregunta 2 *¿Por qué crees que se sigue produciendo plástico a pesar de lo que contamina?*

CATEGORÍA RESPUESTAS	GRUPO A		GRUPO B		TOTAL	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
NECESIDAD DE USO	10	7	13	10	23	17
CAUSAS ECONÓMICAS	6	11	7	11	13	22
PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS	5	5	6	8	11	13
IDEAS CONFUSAS	3	0	2	2	5	2
CAUSAS POLÍTICAS	1	1	2	0	3	1

En este caso, los resultados obtenidos en los diferentes grupos también son similares, ya que la prueba Chi-cuadrado indicó que no existen diferencias significativas entre los grupos, ni para el pre-test ($\chi^2 = 0,64$; $p = 0,96 > 0,05$), ni para el post-test ($\chi^2 = 3,39$; $p = 0,50 > 0,05$).

La categoría mayoritaria en el pre-test aludía a que se sigue produciendo plástico por la necesidad de su uso (23/44) (*“el plástico es necesario para algunas cosas”, “la gente piensa que lo necesita en su vida”, “son cómodos y necesarios para la humanidad”*). Destacan también como respuestas con alta frecuencia, los motivos económicos (13/44) (*“la gente lo sigue comprando, entonces para las empresas que lo fabrican y venden es muy beneficioso”, “el plástico es barato de fabricar, hay mucha cantidad, también porque beneficia a muchas grandes empresas”, “otros materiales cuestan mucho más dinero”*) o las excelentes propiedades que presentan los plásticos (11/44) (*“los plásticos son fáciles de fabricar”, “son muy útiles y moldeables”*). De nuevo, 5/44 estudiantes mostraron ideas confusas en el pre-test. 3/44 estudiantes hicieron alusión a causas políticas.

En el post-test, la categoría mayoritaria fue causas económicas (22/44) que aumenta respecto al pre-test, seguida de la necesidad de uso de los plásticos (17/44) que disminuye, y propiedades de los plásticos (13/44) que sufre pequeñas variaciones, pero donde los estudiantes indican nuevas características de los plásticos como su resistencia, ligereza o flexibilidad. Las categorías menos representadas fueron ideas confusas (2/44) y causas políticas (1/44).

A pesar de que la prueba Chi-cuadrado entre pre- y post-test para el total de respuestas no mostró diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2 = 5,667$; $p = 0,226 > 0,05$), los resultados nos parecen interesantes.

CONCLUSIONES

Es llamativo que al inicio de la SEA los estudiantes sean capaces de identificar algunas de las consecuencias de la contaminación por plásticos como la extinción de especies vulnerables o el atragantamiento y enredo de animales marinos, lo que muestra que estos aspectos eran ya conocidos. No obstante, tras realizar la implementación de la SEA fueron capaces de diversificar sus respuestas, apareciendo una mayor variedad de consecuencias como la bioacumulación de microplásticos en los organismos o la aparición de enfermedades en los animales como consecuencia de los plásticos.

Entre las respuestas de los estudiantes sobre efectos en los seres vivos, solo se hace referencia a animales, y más concretamente, a los seres humanos. Esto nos indica que aún quedan por trabajar los efectos sobre otros seres vivos que no son animales.

Como se observa, entre pre-test y post-test también se produce un cambio en la perspectiva de los estudiantes sobre por qué se siguen produciendo plásticos a pesar de que contaminan. Al iniciar la SEA, los estudiantes apuntaban mayoritariamente a cuestiones relacionadas con la necesidad del plástico en nuestras vidas. Sin embargo, parece ser que las actividades realizadas les hicieron ver que, aunque tenemos una relación de dependencia con los plásticos, el motivo por el que se continúan produciendo a pesar de las graves consecuencias ambientales que ocasionan, está relacionado principalmente con cuestiones económicas.

Como futuras líneas de trabajo se pretende desarrollar esta SEA en otros cursos de la etapa de educación secundaria y analizar los cambios producidos. Queremos recalcar también la necesidad de llevar al aula problemas socio-científicos como el estudiado, pues es necesario desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico, pues ellos deberán tomar decisiones en sus vidas, con una fundamentación científica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “*Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias*”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en 2019.

REFERENCIAS

- Cardozo, M. E. (2021). Las problemáticas ambientales: ¿Una oportunidad para la educación transdisciplinaria? *Revista Enseñanza de Química*, 3, 141-152
- Caruso, G. 2019. Microplastics as vectors of contaminants. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 921–924.
- López-Fernández, M. M., & Franco-Mariscal, A. J. (2021). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación química*, 32(2), 21-36.
- López-Fernández, M. M., González-García, F., & Franco-Mariscal, A. J. (2021). Should We Ban Single-Use Plastics? A Role-Playing Game to Argue and Make Decisions in a Grade-8 School Chemistry Class. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3947-3956.

- López-Fernández, M.M., González, F. & Franco-Mariscal, A. J. (2021). Desarrollo de prácticas científicas en una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la contaminación por plásticos en educación secundaria obligatoria. In *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía* (pp. 51-64). Graó.
- Sánchez, P., Bustos, E. H. y Reyes, J. D. (2021). La educación ambiental: problemática de los plásticos de un solo uso en las instituciones educativas. *Revista Boletín Redipe*, 10(4), 103-123.
- Vidal, L., Molina, A. y Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50 (2), 113-132.

Indagando en las heridas ¿cómo las curarías?

Marta Castellar Cárdenas¹, María del Carmen Romero López², María del Pilar Jiménez Tejada³

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. martacardenas@ugr.es.

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. romero@ugr.es.

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. pjtejada@ugr.es

RESUMEN: Se presenta una propuesta de indagación para mejorar los conocimientos sobre los microorganismos y el proceso de infección. La propuesta se implementó en dos grupos de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.) y para valorar la utilidad de dicha propuesta se realizaron un pretest y postest. Los resultados muestran que hay mejoras en los conocimientos sobre microorganismos e higiene, pero no tantas como cabría esperar.

PALABRAS CLAVE: microorganismos, indagación, higiene de manos, herida

ABSTRACT: An enquiry proposal is presented to improve knowledge about microorganisms and the infection process. The proposal was implemented in two groups of 3rd year of Compulsory Secondary Education (E.S.O.) and a pre-test and post-test were carried out to assess the usefulness of the proposal. The results show that there are improvements in knowledge about microorganisms and hygiene, but not as many as could be expected.

KEYWORDS: microorganisms, IBSE, hand hygiene, injury

INTRODUCCIÓN

Indagación como metodología de enseñanza de la microbiología

Actualmente, la enseñanza de las ciencias está siendo replanteada a nivel metodológico en las aulas ya que encontramos en ellas grupos de clase muy numerosos, falta de interés por aprender del alumnado y el rechazo a las ciencias por la aparente dificultad o la necesidad de dar un programa largo en poco tiempo (Martínez et al., 2015). En los nuevos planteamientos metodológicos se pretende que el alumnado tenga un papel más activo, siendo el aprendizaje por indagación uno de ellos. Nos encontramos ante un conocimiento en acción, donde a partir de ejemplos prácticos y cotidianos, el alumnado es capaz de emitir hipótesis, argumentar, sacar sus propias conclusiones, proponer modelos, discutir, etc., generando así conocimiento (Crujeiras y Jiménez, 2011). En el caso que nos ocupa pretendemos investigar sobre las ideas previas de los estudiantes acerca de las bacterias y establecer un punto de partida para promover conocimientos del ámbito microbiológico. Conocer estas ideas es de gran ayuda desde la posición del profesorado, aunque en el ámbito de la microbiología han sido poco estudiadas (Auman et al., 1985; Lopez-Contreras, 2015).

La literatura científica muestra desde hace décadas diversos beneficios de la metodología IBSE. Podemos citar, entre otros, la mejora en la comprensión de los conceptos (Minner et al., 2010), mejora en la actitud hacia las ciencias (Kyle et al., 1985), desarrollo y mejora en la comunicación oral Rodríguez y Bethel (1983).

Ideas previas y dificultades en la enseñanza de los microorganismos y la higiene

La indagación también se ha utilizado en numerosas propuestas de enseñanza de la microbiología (López-Contreras, 2015; Rodríguez Fernández, et al., 2019).

Además, se encuentran estudios recientes en los que se relacionan los hábitos de higiene con la promoción de la salud como los de Byrne (2011), Faccio et al. (2017), Rodríguez Fernández, et al. (2019), Ruiz-Gallardo et al. (2018) y Simard (2021) en los que se pone de manifiesto las numerosas dificultades que presenta la microbiología. Entre ellas, encontramos la creencia de que los microorganismos solo son patógenos causantes de enfermedades y responsables del deterioro de los alimentos. También es difícil diferenciar virus de bacterias y comprender su reducido tamaño y las escalas utilizadas. Por último, también se pone de manifiesto que el estudiantado no reconoce la importancia de la flora simbiote ni su papel en procesos biotecnológicos como la producción de alimentos o antibióticos.

Por todo lo anterior se propone como objetivo de esta investigación “Evaluar en el alumnado de 3 E.S.O. el cambio de conocimiento sobre microorganismos y el proceso de infección al utilizar la indagación como metodología de enseñanza-aprendizaje”.

METODOLOGÍA

Participantes

52 estudiantes de 3º de Educación Secundaria (en adelante ESO) de dos grupos-clase, 26 en cada uno de ellos.

Diseño de intervención

Se diseñó una Unidad Didáctica: "Microorganismos: su papel en la salud y alimentos", en la que se trabajaron contenidos teóricos y prácticos mediante indagación guiada.

Los contenidos se impartieron en los dos grupos durante tres sesiones de una hora y se desarrollaron en el aula ordinaria. A lo largo de las sesiones se incluyeron contenidos teóricos relacionados con la microbiología, la metodología científica, enfermedades infecciosas y su tratamiento, esterilización, desinfección y hábitos de higiene y salud.

Al comienzo de la primera sesión y al finalizar la tercera sesión se pasó un test tipo Likert con una serie de afirmaciones, que pueden ser falsas o verdaderas. Los estudiantes debían señalar si estaban o no de acuerdo con la afirmación, siendo el 1, no estoy nada de acuerdo y el 5, estoy completamente de acuerdo. Las respuestas intermedias evidenciaban las dudas sobre los conceptos que se pretendían investigar. El test se puede consultar en: [TEST DE EVALUACIÓN.pdf](#)

Primera sesión

Se realizó el test y tras la introducción de contenidos teóricos se plantea a los alumnos una situación que se trabaja durante todas las sesiones:

"Estoy en el campo con unos amigos dando un paseo. De repente tropiezo, me caigo y me hago una herida en la mano. Me miro y veo que tengo la piel levantada y estoy

sangrando. Por no preocupar a mis amigos, me sacudo las manos y seguimos nuestro paseo"

Se les preguntó si es correcto no curarse las heridas y dibujaron qué pasa si dejamos una herida sin curar. A continuación, se organizaron en grupos y se plantó la cuestión principal del problema:

"Voy al botiquín de casa y decido curarme la herida, pero no sé qué puedo utilizar".

Para resolverla se entregó al estudiantado cinco tarjetas de colores con diferentes preguntas que tenían que ordenar según se indica en la figura 1 para establecer un orden lógico:

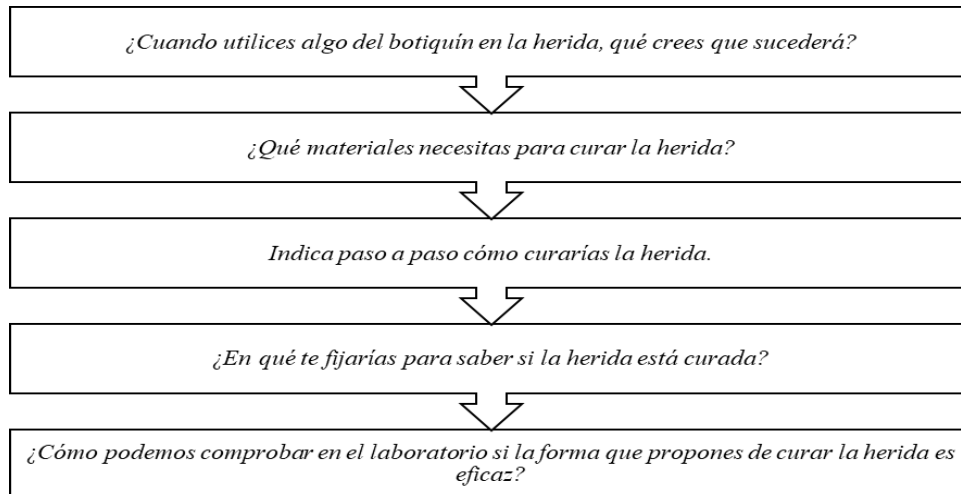


Figura 1. Ejemplo de orden lógico de las tarjetas utilizadas

Segunda sesión:

Se inició con los contenidos teóricos y a continuación, se entregaron tres placas de Petri, una sin cultivar, como control, y dos cultivadas, una de control con microorganismos y otra es la placa experimental, en la que los grupos van a probar si es eficaz el método de curar la herida que han propuesto. Las placas fueron cultivadas por los estudiantes con muestras de sus manos para que crecieran los microorganismos que habitualmente componen la flora de la piel. Después pusieron en práctica el método de curar la herida que propusieron en su diseño experimental.

Para finalizar, formularon hipótesis haciendo uso del dibujo y la descripción sobre qué creían que iba a pasar en cada una de las placas.

Tercera sesión:

Tras explicar los contenidos teóricos, cada grupo comprobó los resultados de sus experimentos. Hicieron recuento y descripción de las placas, representaciones gráficas de los resultados y un informe con las conclusiones. Dicho informe debía responder a las siguientes preguntas: *¿Es correcto no curar las heridas? ¿Por qué? ¿Qué método crees que es el mejor para curar la herida?*

En los últimos minutos realizaron la prueba que había realizado previamente en la primera sesión.

RECOGIDA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se excluyeron del estudio las respuestas de estudiantes que faltaron a la primera o a la última sesión

Para cada grupo-clase se analizaron los siguientes resultados

- a) Porcentaje de estudiantes que aumentan o disminuyen el número de respuestas correctas en el postest respecto al pretest.
- b) Número de respuestas correctas obtenidas para cada pregunta en el pretest y el postest.

RESULTADOS

En ambos grupos, A y B (figura 2 y 3), un alto porcentaje de estudiantes mejoraron en el número de respuestas correctas en el postest (74% y 67% respectivamente).

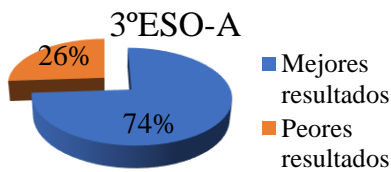


Figura 2. Porcentaje de alumnos que mejoraron o empeoraron en grupo A

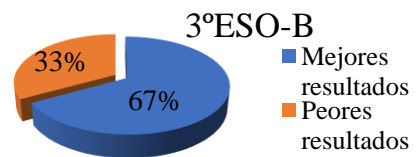


Figura 3. Porcentaje de alumnos que mejoraron o empeoraron en grupo B

También en ambos grupos se observa que el número de respuestas correctas aumenta tras la intervención en la mayoría de las preguntas. Son una excepción la primera pregunta en ambos grupos, la pregunta 7 en el grupo A (figura 4) y las preguntas 9, 14 y 17 en el grupo B (figura 5).

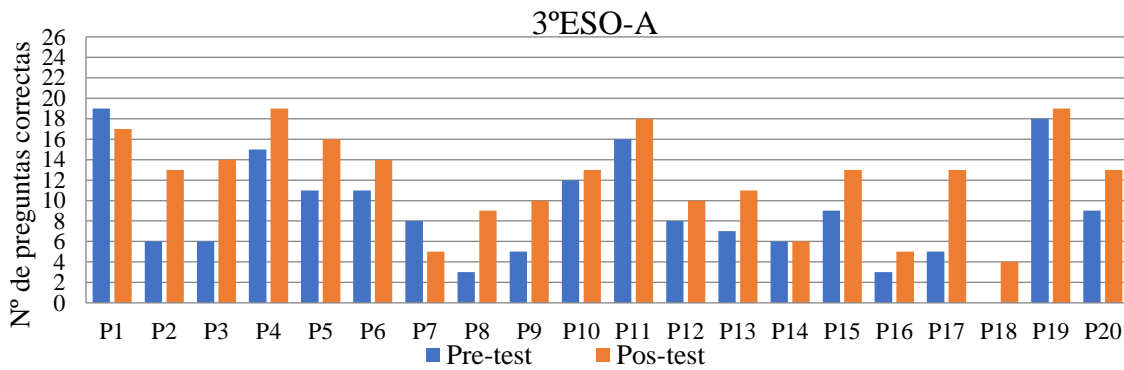


Figura 4. Respuestas correctas de 3°ESO A dadas a cada pregunta del pretest y postest

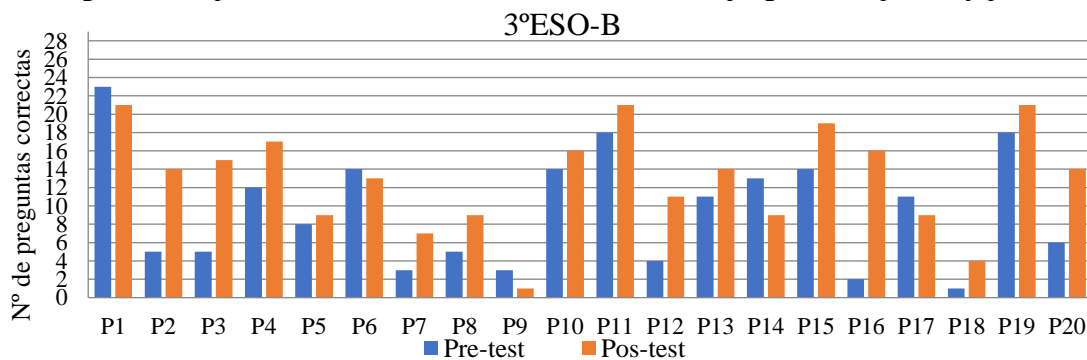


Figura 5. Respuestas correctas de 3°ESO B dadas a cada pregunta del pretest y postest

El alumnado tenía dificultades para identificar las bacterias y los virus como agentes causantes de las infecciones (preguntas 2 y 3) pero se observa que la intervención ha sido

de utilidad en ambos grupos. Aunque mejora el número de respuestas correctas, sigue existiendo confusión sobre el funcionamiento del sistema inmune (pregunta 8).

La utilidad de los microorganismos (pregunta 17) también es un contenido que no se domina especialmente y tras la propuesta los resultados en ambos grupos fueron dispares, no mejorando en el grupo B.

Las preguntas especialmente relacionadas con la indagación realizada (16 y 20) mostraron mejoría tras intervención, aunque no tanto como cabría esperar.

DISCUSIÓN

Los microorganismos forman parte de nuestra vida cotidiana pero no siempre se explicita en las aulas, pues el temario escolar está desconectado de la realidad del alumno. Estamos de acuerdo con diversos autores en que lo que se transmite en el aula no siempre está conectado con la vida cotidiana (Byrne, 2011; Castellar Cárdenas y Romero López, 2020; López-Contreras, 2015; Rodríguez Fernández, et al., 2019; Ruiz-Gallardo y Paños, 2018). Esta desconexión entre la microbiología y la vida cotidiana obstaculiza el aprendizaje y no promueve la comprensión de que estos seres no sólo traen perjuicios a la salud, siendo en su mayoría beneficiosos tanto en la naturaleza como en diversos sectores importantes para el hombre, como la alimentación y los medicamentos (Albuquerque, et al. 2012).

Las dificultades que presentan los estudiantes para identificar bacterias y virus como agentes causantes de las infecciones se dan desde edades tempranas y perduran hasta la edad adulta, cuando se han estudiado previamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ballesteros, et al. (2017), Byrne (2011), Rodríguez Fernández, et al. (2019), Ruiz-Gallardo y Paños (2018) y Cárdenas Rincón y Zapata Villareal (2016) en estudiantes de edad similar. Además, dichos autores coinciden en que la visualización microscópica produce un cambio conceptual, por lo que hubiese sido idóneo el uso del microscopio escolar además de visualizar las placas, pues en las sesiones sólo pudieron observar el crecimiento y la evolución de las bacterias tras aplicar productos para desinfectar las heridas.

Dado que la indagación no es una metodología que se usa con frecuencia, es posible que los resultados no hayan sido tan buenos como cabría esperar.

CONCLUSIONES

En general, con el uso de la indagación se consiguen resultados modestos pero positivos. El planteamiento de un problema cercano y cotidiano hace que los alumnos se impliquen en el trabajo realizado en clase mejorando la comprensión de conceptos más abstractos como son los microorganismos.

A pesar de las mejoras obtenidas, es necesario reforzar el papel beneficioso que tienen los microorganismos. Profundizar en procesos biotecnológicos como la producción de alimentos o antibióticos puede ser favorable a la hora de superar la idea previa de que todos los microorganismos son patógenos. Complementar esta propuesta de indagación con elaboración de productos artesanales como el pan o los yogures, fabricar compost o visitar depuradoras de aguas residuales también puede ser de utilidad.

La indagación no es una metodología sencilla de implementar en el aula y puede necesitar de improvisación y adaptación a situaciones que puedan surgir. Es esencial conocer muy

bien el procedimiento para que sea efectiva y útil para el alumnado, por ello es conveniente que el profesorado se forme en esta metodología.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la concesión de la ayuda FPU 17/04913 de la primera autora, y al grupo de investigación HUM- 613, por participar en su formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, G., Braga, R. P. da S., y Gomes, V. (2013). Conocimiento de los estudiantes sobre microorganismos y su uso en la cotidianidad. *Recm*, 2(1).
- Ballesteros, M. I., Paños, E., & Ruiz-Gallardo, J. R. (2018). Microorganisms in Primary Education. Conceptions in children from 8 to 11 years old and influence of the textbooks. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 79-98. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2274>
- Brumby, M., Garrard, J., y Auman, J. (2007). Students' perceptions of the concept of health. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/0140528850070308*, 7(3), 307–323. <https://doi.org/10.1080/0140528850070308>
- Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927–1961. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536999>
- Cárdenas Rincón, K. M., y Zapata Villareal, A. F. (2016). Enseñanza de las reacciones químicas mediante una alternativa renovable que fomente la cultura científica y ambiental. *Reponame: Repositorio Institucional de La Universidad Pedagógica Nacional*.
- Castellar Cárdenas, M., y Romero López, M. del C. (2020). Salud e Higiene Alimentaria en Educación Primaria: Contenidos e imágenes en los libros de texto. In J. Rodríguez Moreno, Ó. Zambrano Valdivieso, & S. García Mirón (Eds.), *Nuevos enfoques para la docencia universitaria* (2019th ed., pp. 87–100). Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S.A.).
- Faccio, E., Costa, N., Losasso, C., Barrucci, F., Mantovani, C., Cibin, V., Andrighetto, I., y Ricci, A. (2017). Drawing instead of answering to evaluate the effectiveness of food safety programmes in primary school. *Health Education Journal*, 76(1), 15–28. <https://doi.org/10.1177/0017896916643102>
- Kyle, W.C., Bonnstetter, R. J., McCloskey, J., y Fults, B. A. (1985). What research says: Science through discovery: Students Love It. *Science & Children*, 25 (7), 39-40
- López-Contreras, J. A. (2015). En la guerra de las bacterias el antibiótico es el rey: una propuesta de indagación para la enseñanza de la microbiología en 2º curso de Bachillerato (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Granada, Granada.
- Martínez, R. M., Alonso, M. A., Barceló, R., Ferriz, J. M., y Alonso, R. (2015). ¿Qué está pasando en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Ciencias Básicas en nuestro sistema educativo? *Jornadas de Redes de Investigación En Docencia Universitaria: Nuevas Estrategias Organizativas y Metodológicas En La Formación Universitaria Para Responder a La Necesidad de Adaptación y Cambio*, 25. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/49486>
- Minner, D. D., Levy, A. J., y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>

- Rodríguez Fernández, Á, Cárdenas Castellar, M. y Romero López, M. del C.. (2019). Microorganismos e Higiene Alimentaria a través de la Indagación, Una Intervención Didáctica. En Baena Extremera, A. y Ruiz Montero, P.J. (Eds.), *Metodologías activas en ciencias de la educación* (Vol. 2, pp. 83-112). Wanceulen.
- Rodriguez, I., y Bethel, L. J. (1983). An inquiry approach to science and language teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 291-296. <https://doi.org/10.1002/tea.3660200404>
- Ruiz-Gallardo, J. R., & Paños, E. (2018). Primary school students' conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. *Research in Science and Technological Education*, 36(2), 165-184. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1386646>
- Simard, C. (2021). Microorganism education: misconceptions and obstacles. *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909636>

Investigación científica profesional y ciencia ciudadana: ¿el alumnado de secundaria le otorga la misma confianza?

Caterina Solé¹, Digna Couso² y María Isabel Hernández³.

¹Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. caterina.sole@uab.cat

²Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. digna.couso@uab.cat

³Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. mariaisabel.hernandez@uab.cat

RESUMEN: Ante los numerosos retos sociocientíficos actuales, el alumnado debe enfrentarse constantemente al hecho de tener que juzgar investigaciones científicas. Así, cuando estas investigaciones se enmarcan en paradigmas como los de la ciencia ciudadana, dónde el alumnado participa directamente de la investigación, su competencia epistémica se enfrenta a un nuevo escenario. En esta comunicación exploramos como el alumnado de 3º ESO justifica su confianza a una investigación científica presentada en la prensa y a una investigación científica basada en la ciencia ciudadana en la que han participado. Los resultados preliminares muestran que aunque en ambos contextos el alumnado mayoritariamente otorga confianza según la experiencia del equipo científico y la medida de la muestra, en el caso de la investigación de ciencia ciudadana el alumnado se centra en menor número en los productos de dichas investigaciones y los procesos generales de la ciencia y en mayor número en criterios epistémicos generales.

PALABRAS CLAVE: ciencia ciudadana; competencia epistémica; confianza; educación secundaria

ABSTRACT: In light of the current numerous socio-scientific challenges, students must face the fact of having to judge scientific research constantly. Thus, when these investigations are framed in paradigms such as citizen science, where students participate directly in the investigation, their epistemic competence faces a new scenario. In this communication we explore how 3rd ESO students justify their trust in scientific research presented in the press and in scientific research based on citizen science in which they have participated. Preliminary results show that although in both contexts the majority of students justify their trust according to the experience of the researchers and the size of the sample, in the case of citizen science research, fewer students focus on the products of research and the general processes of science but in greater number in general epistemic criteria.

KEYWORDS: citizen science; epistemic competence, trustworthiness; secondary education

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe un consenso en que la enseñanza y aprendizaje de las ciencias debe incluir no solo conocimientos conceptuales sino también epistémicos y sociales (Duschl, 2008; Kelly, 2008), marcándose como objetivo de aprendizaje que el alumnado sea capaz de entender cómo sabemos lo que sabemos y cómo se desarrolla el conocimiento

científico dentro de una comunidad de práctica (Duschl, 2008; Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017).

Una de las iniciativas que se están promoviendo en los últimos años es la participación del alumnado en proyectos de ciencia ciudadana (Socientize Consortium, 2013), donde el alumnado, en diferentes niveles, desarrolla o contribuye a una investigación científica real, a menudo junto con equipos científicos profesionales. A pesar de que hay poca investigación alrededor del impacto de este tipo de iniciativas sobre el aprendizaje, debido a su naturaleza, se considera que la participación en dichos proyectos tiene potencial para contribuir a la competencia epistémica del alumnado (Phillips, Porticella, Constanas, & Bonney, 2018).

Íntimamente relacionado con la participación en investigaciones científicas y la competencia epistémica, uno de los elementos clave y que se considera parte integral de la enseñanza de las ciencias es que el alumnado sea capaz de evaluar un enunciado o una investigación científica (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007). Así, ante este escenario el objetivo de esta investigación es explorar si existen diferencias entre como el alumnado otorga confianza a una investigación científica ‘tradicional’ realizada por profesionales y publicada en prensa y a una investigación científica desarrollada bajo la perspectiva de ciencia ciudadana en la que han participado junto con un equipo científico.

MARCO TEÓRICO

A pesar que de manera habitual la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se ha centrado en los contenidos conceptuales, existe un consenso cada vez mayor en que se deben incluir conocimientos sobre cómo es la ciencia y cómo se construye el conocimiento científico, es decir, sobre naturaleza de la ciencia (Acevedo et al., 2005). Así, centrar la mirada hacia la naturaleza de la ciencia nos permite contribuir al conocimiento epistémico del alumnado (Erduran & Kaya, 2018).

En consecuencia, en las clases de ciencias, en términos de Duschl (2008), se debe promover un balance entre los objetivos conceptuales, epistémicos y sociales. Para ello, los objetivos epistémicos de la educación científica se pueden promover poniendo en el centro de la enseñanza/aprendizaje las prácticas científicas (Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017), es decir, promoviendo que el alumnado se involucre en modelizar, argumentar e indagar (Osborne, 2011), prestando especial atención a la dimensión epistémica y social.

Uno de los objetivos epistemológicos es ayudar al alumnado a desarrollar estándares para evaluar el encaje entre observaciones, los métodos para obtenerlas y las afirmaciones científicas derivadas, ya que de eso dependerá también el grado de certeza otorgado al conocimiento científico (Sandoval, 2005). Por otro lado, además, en el contexto escolar, autores como Sandoval (2005) se refieren al término ‘epistemología práctica’ para referirse a las ideas que el alumnado tiene sobre la producción de conocimiento dentro de las clases de ciencias. Este aspecto es especialmente relevante en nuestro contexto de estudio porque en el caso de la investigación basada en la ciencia ciudadana, el alumnado se enfrenta a contribuir no solo a su propio conocimiento científico, sino al proceso de la construcción del conocimiento científico profesional estando en el aula. En este marco, explorar cómo el alumnado confía en las investigaciones científicas propuestas, aborda uno de los retos actuales sobre la confianza de la población en la ciencia (Cobern, Aj, Brandy, Andrew, & Kagumba, 2022).

Es mucha la literatura que apunta que la interacción entre la ciudadanía, y concretamente el alumnado de secundaria, y la ciencia se basa en diferentes perspectivas que incluyen relaciones complejas entre conocimientos y valores (Kolstø, 2006; Tytler, Duggan, & Gott, 2001). Así, para comprender cómo el alumnado otorga confianza a las investigaciones científicas, no solo tendremos que tener en cuenta la dimensión epistémica sobre la evaluación de los productos y los procesos sobre cómo se desarrolla el conocimiento científico (Barzilai & Chinn, 2018; Couso & Puig, 2021) y los aspectos procedimentales de dichas investigaciones (Gott, Duggan, Roberts, & Hussain, 2003), sino también aspectos más amplios como los aspectos emocionales (Lee, 2012).

CONTEXTO Y METODOLOGÍA

El presente estudio se ha llevado a cabo durante el curso escolar 2018-19 en el marco de un proyecto de ciencia ciudadana sobre la calidad del aire xxx, dónde han participado más de una treintena de institutos con su alumnado de 3º ESO. En este proyecto el alumnado se involucra en una secuencia didáctica sobre la calidad del aire (Solé, Tena y Couso, 2020) y participaba, entre otros aspectos, formando parte de la muestra en un experimento científico sobre la relación entre los niveles de contaminación atmosférica y la atención de los adolescentes.

Así, para la investigación se preguntó al alumnado sobre la confianza que otorgaban junto con su justificación en dos contextos de investigación. Primero, a una investigación científica que se mostraba en prensa sobre la posible relación entre la contaminación atmosférica y el desarrollo cognitivo. En segundo lugar, después de participar en el experimento de ciencia ciudadana, sobre los resultados que se obtendrían de dicho experimento sobre la posible relación entre la contaminación atmosférica y la atención.

Para este estudio preliminar se han analizado los datos recogidos pertenecientes a un instituto de secundaria. Se han analizado las 60 respuestas que se obtuvieron en relación a la confianza otorgada por el alumnado a las investigaciones científicas comunicadas por la prensa. Por otro lado, se han analizado las 39 respuestas que se obtuvieron en relación a la confianza otorgada por el alumnado a la investigación de ciencia ciudadana que se ha llevado a cabo en su centro educativo. La diferencia entre las muestras se debe a que no todo el alumnado participó en el experimento.

Para analizar las respuestas del alumnado se han dividido las respuestas entre aquellas que hacen referencia a la dimensión epistémica (cómo confío en base al conocimiento sobre la ciencia) y aquellas que hacen referencia a una dimensión afectiva (cómo confío según mis emociones). Así, para el caso de las respuestas que hacen referencia a la dimensión epistémica se ha establecido un sistema de categorías presentado en la Tabla 1 que, con el objetivo de establecer un marco amplio, confluye entre diferentes propuestas teóricas de Barzilai y Chinn (2018), Couso y Puig (2021) y Gott y Duggan (2007). A partir de dicho sistema se han analizado los datos y validado mediante una triangulación entre las autoras.

Tabla 1. Sistema de categorías propuesto para analizar a qué otorga confianza el alumnado dentro de la dimensión epistémica, junto con ejemplos del alumnado

		¿A qué aspecto hacen referencia?	Ejemplo
Productos de la ciencia		Relevancia o impacto del tema	“Es un tema [la contaminación] importante”
		Concordancia con el modelo personal	“Porque yo ya sabía que la contaminación es dañina”
Procesos de la ciencia	Aspectos generales relacionados con las maneras de hacer de la comunidad científica	Fundamentación o concordancia con otras investigaciones	“Concuerta con estudios anteriores”
		Conocimiento científico en progreso constante	“Se podría investigar más”
		Investigación experimental	“Porque está demostrado científicamente”
		Inversión de recursos	“Porque han invertido recursos”
	Autoría de la investigación	Experiencia del equipo científico	“Son expertos”; “Han practicado mucho”
		Reconocimiento del equipo científico y/o la institución	“Son instituciones fiables”
	Diseño experimental	Instrumentos utilizados	“Los sensores son tecnología fiable”
		Medida de la muestra	“Participan muchas personas”
		Adequación de la muestra	“Lo han hecho con diferentes niños”
		Control de variables	“Hay variables que no controlan”
Participación de la ciudadanía		Hemos participado	
Comunicación y publicación de los resultados	Observación del proceso de investigación	“Porque he estado presente durante el experimento”	
	Prensa	“Se ha publicado en El Periódico”	
	Aspectos formales de la comunicación	“Se necesitaría especificar más los resultados”	
	Contexto escolar	“La noticia ha sido propuesta por el profesor”	
Criterios o ideales epistémicos generales		“Está bien hecho”; “Me ha parecido una buena manera de hacer el experimento”	

RESULTADOS

En relación al nivel de confianza otorgado por el alumnado, en ambos contextos (ciencia ciudadana e investigación ‘tradicional’) la mayoría del alumnado le da mucha confianza a los resultados presentados (89% y 70% respectivamente), aunque en mayor medida a los resultados pertenecientes a la investigación de ciencia ciudadana. Por otro lado, es destacable que en el caso de la investigación ‘tradicional’ el 12% del alumnado no confía en los resultados, pero en el contexto de ciencia ciudadana no hay ningún alumno que declare que no confíe en los resultados obtenidos. En ambos casos hay un pequeño porcentaje de alumnado que confía a medias (11% para el contexto de ciencia ciudadana y un 12% en el contexto de la investigación ‘tradicional’).

Explorando las justificaciones del alumnado cabe destacar que solo un 3% del alumnado otorga confianza a la investigación de ciencia ciudadana desde la dimensión afectiva (p.ej. “Confío [en los resultados] porque me ha gustado”), mientras que para el contexto de la investigación ‘profesional’ todo el alumnado responde desde la dimensión epistémica.

Si profundizamos en la dimensión epistémica, en base al sistema de categorías descrito anteriormente, la distribución de justificaciones se encuentran detalladas en la Figura 1. En azul se pueden observar los resultados relativos a la investigación de ciencia ciudadana dónde el alumnado ha participado y en naranja los relativos a la investigación científica ‘tradicional’ presentada en prensa.

En ambos contextos observamos que tanto la experiencia del equipo científico como la medida de la muestra recogida son dos de los motivos más usados para otorgar confianza a las investigaciones científicas. Por otro lado, en el caso de la investigación ‘tradicional’ comunicada en prensa el alumnado alude también a su coherencia con su modelo personal (13%) y a aspectos generales de las investigaciones científicas como el hecho que se haya investigado para llegar a las conclusiones (20%). En cambio, para el contexto de la investigación de ciencia ciudadana dónde el alumnado ha tenido la oportunidad de participar junto con equipos científicos, el 16% del alumnado también hace referencia a criterios epistémicos generales sobre cómo se ha desarrollado la investigación.

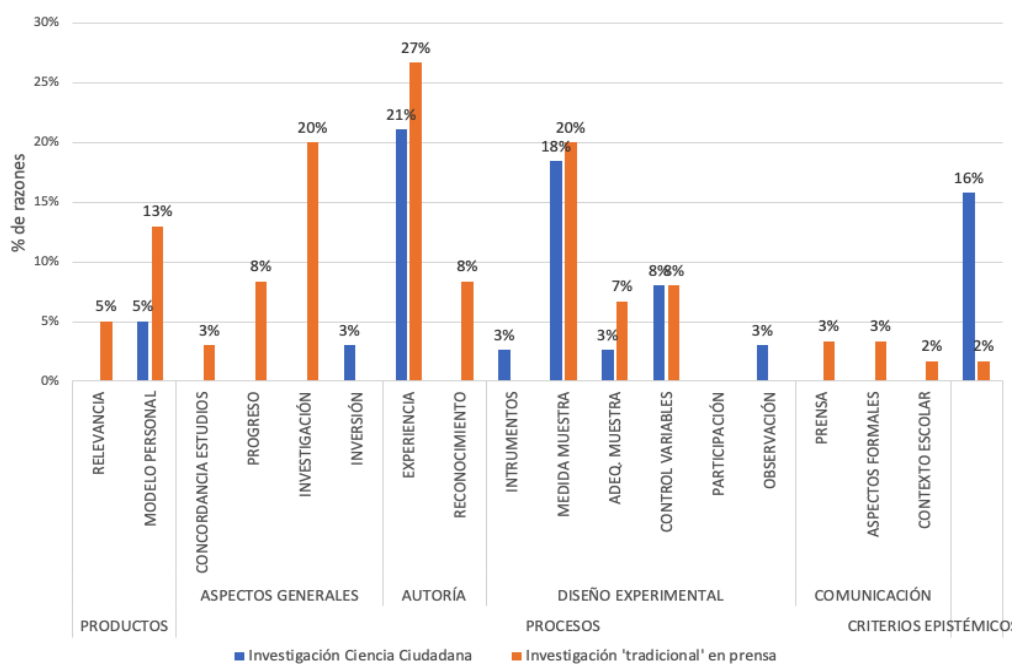


Figura 1. Resultados de los tipos de justificaciones del alumnado sobre su confianza en dos contextos en términos del sistema de categorías establecido en la Tabla 1

CONCLUSIONES

A pesar del estado preliminar de este estudio, los resultados apuntan diferencias entre cómo el alumnado otorga confianza a las investigaciones ‘tradicionales’ realizadas solo por equipos científicos y publicadas en prensa con respecto a investigaciones de ciencia ciudadana en las que han participado. Así, explorar en profundidad cómo el alumnado justifica su confianza en ambos contextos, nos permitirá apuntar aspectos útiles para el desarrollo de la competencia epistémica del alumnado dentro del aula de ciencias, y en contextos cada vez más comunes dentro de los institutos como pueden ser las iniciativas de ciencia ciudadana. En las siguientes fases de este estudio analizaremos la relación entre el nivel de confianza otorgado y la dimensión desde la que el alumnado se posiciona.

AGRADECIMIENTOS. Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y el contrato predoctoral PRE2019-087419 y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixao, M. F., ... Física, D. E. L. 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), 218–233.
- Barzilai, S., & Chinn, C. A. (2018). On the goals of epistemic education: Promoting apt epistemic performance. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 353–389. <https://doi.org/10.1080/10508406.2017.1392968>
- Cobern, W. W., Aj, B., Brandy, A., Andrew, A. S. P., & Kagumba, R. (2022). Do We Have a Trust Problem? Exploring Undergraduate Student Views on the Tentativeness and Trustworthiness of Science. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00292-1>
- Couso, D., & Puig, B. (2021). Educación científica en tiempos de pandemia. *Almabique*, 49, 49–56.
- Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Argumentation in Science Education*. Springer.
- Erduran, S., & Kaya, E. (2018). Drawing Nature of Science in Pre-service Science Teacher Education : Epistemic Insight Through Visual Representations Content courtesy of Springer Nature , terms of use apply . Rights reserved . Content courtesy of Springer Nature , terms of use apply . R, 1133–1149.
- Gott, R., & Duggan, S. (2007). A framework for practical work in science and scientific literacy through argumentation. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 271–291. <https://doi.org/10.1080/02635140701535000>
- Gott, Richard, Duggan, S., Roberts, R., & Hussain, A. (2003). Research into Understanding Scientific Evidence. ... /Www. Dur. Ac. Uk/Rosalyn. Roberts/Evidence ..., 1–14.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. *Science Education*, 69–80. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_5
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. In *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. (pp. 99–117). Rotterdam: Sense Publishers. <https://doi.org/10.1163/9789460911453>
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689–1716. <https://doi.org/10.1080/09500690600560878>
- Lee, Y. C. (2012). Socio-Scientific Issues in Health Contexts: Treading a rugged terrain. *International Journal of Science Education*, 34(3), 459–483. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.613417>
- Osborne, J. (2011). Science teaching methods: a rationale for practices. *School Science Review*, 93(343), 93–103.
- Phillips, T., Porticella, N., Conostas, M., & Bonney, R. (2018). A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2), 3. <https://doi.org/10.5334/cstp.126>
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634–656. <https://doi.org/10.1002/sc.20065>
- Socientize Consortium. (2013). *Green paper on Citizen Science. Citizen Science for Europe: Towards a society of empowered citizens and enhanced research*. Socientize. Brussels.
- Solé, C., Tena, È., Couso, D. (2020). ¿Qué modelo de materia explica la contaminación? Explorando el modelo corpuscular en la mesoescala. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 101, 30-36
- Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23(8), 815–

La adquisición de la competencia digital en una actividad experimental en 3º de ESO

Daniel Valverde-Crespo¹, Antonio de Pro-Bueno².

¹ IES Ricardo Ortega. daniel.valverde@um.es

² Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. nono@um.es

RESUMEN: La adquisición de la competencia digital se ha incorporado, como prioridad, en los programas oficiales de la educación obligatoria en numerosos sistemas educativos; también en la enseñanza de las Ciencias en la ESO. En este trabajo, tras la observación de una experiencia, ponemos el acento en unas subcompetencias relacionadas con la competencia digital. Los resultados muestran que los estudiantes tienen un desarrollo heterogéneo de las que han trabajado y precisan de intervenciones intencionadas para aprenderlas.

PALABRAS CLAVE: Educación Secundaria, competencia digital, actividades experimentales, uso de internet, aprendizaje de los estudiantes.

ABSTRACT: The development of digital competence has been incorporated, as a priority, in the official programs of compulsory education in numerous educational systems; also in the teaching of Sciences in Secondary Education. In this work, after observing an experience, we focus on some subcompetences related to digital competence. The results show that the students have a heterogeneous development of the ones they have worked on and require intentional interventions to learn them.

KEYWORDS: Secondary Education, digital competence, laboratory activities, Internet using, students learning.

INTRODUCCIÓN Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La inclusión de la competencia digital en las actividades de carácter científico ha sido estudiada por diversos autores (Julien y Baker, 2009; Pedrinaci, 2012; Blanco, España, González y Franco, 2015). En nuestro caso, también hemos realizado contribuciones en este campo (Valverde-Crespo, 2018; Valverde-Crespo, González y de Pro, 2021).

Nuestros trabajos se apoyan en el DIGCOMP: The Digital Competence Framework for Citizens (Ferrari, 2013) que distingue cinco macroáreas: Información, Comunicación, Creación de contenido, Seguridad y Resolución de problemas; y cada una se desarrolla en competencias.

Esta comunicación, concretamente, se sitúa en el área de Información (Yong, 2022) y en las competencias que comprende: 1.1. Navegación, búsqueda y filtrado de la información; 1.2. Evaluación de la fiabilidad de la información; 1.3. Almacenamiento y recuperación de la información.

Como se expuso en Valverde-Crespo, de Pro y González (2021) existe una relación entre la adquisición de estas competencias digitales del área de información y competencias científicas. Se vuelve a ilustrar dicha relación por medio de la Figura 1.

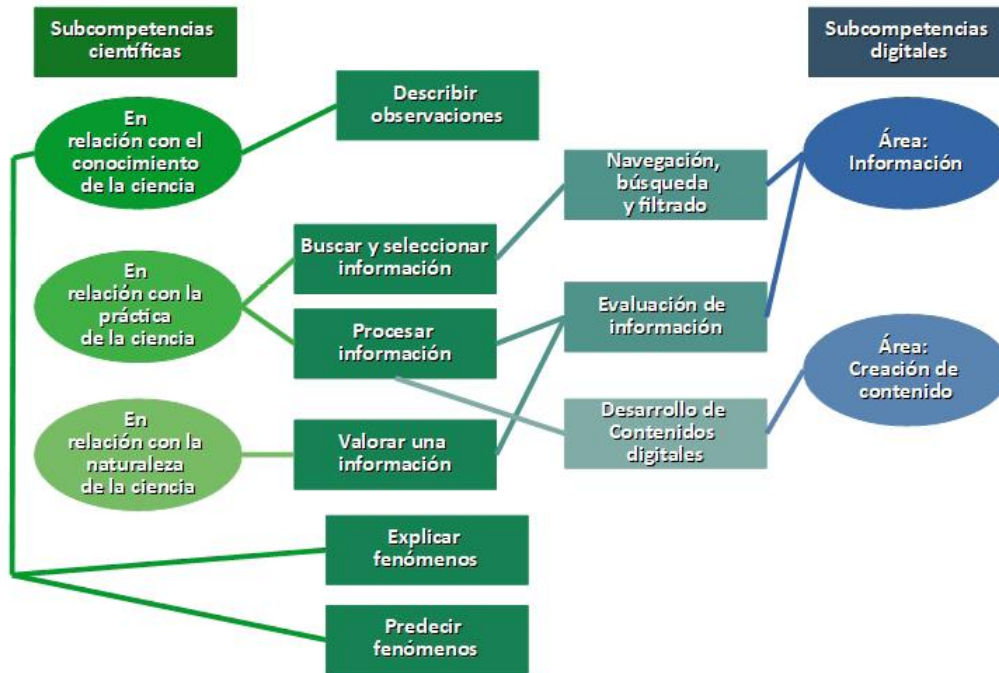


Figura 2. Relación entre sub-competencias científicas y digitales (Valverde-Crespo, de Pro y González, 2021)

De este modo, en esta comunicación se ha llevado a la práctica una secuencia de enseñanza sobre la realización de mezclas, en la asignatura de Física y Química de 3º Educación Secundaria Obligatoria (ESO), y durante el desarrollo de una de las actividades que consistía en una experiencia de laboratorio, se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

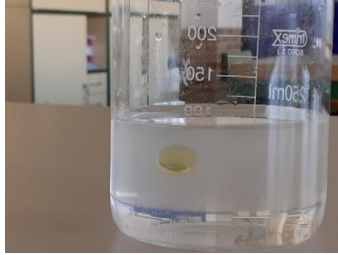
- ¿Son capaces los estudiantes de describir una observación?
Y cuando buscan una interpretación del fenómeno observado:
- ¿Qué grado de desarrollo tienen de la sub-competencia digital “búsqueda de información”?
- ¿Y de la “valoración fiabilidad de la información”?
- ¿Y de la “realización de inferencias a la información”?
- ¿Y de la “realización de predicciones a partir de la información buscada”?

METODOLOGÍA

La propuesta ensayada en esta comunicación fue descrita en otro trabajo (Valverde-Crespo, de Pro y González, 2021) y giraba en torno a las disoluciones y la realización de mezclas de diferentes líquidos. En ella, se trabajaban las subcompetencias de la competencia digital que hemos señalado e indicado párrafos anteriores.

Se va a recordar brevemente en la Tabla 1 las sesiones de la propuesta.

Tabla 1. Sesiones de la propuesta (Valverde-Crespo, de Pro y González, 2021)

Sesión 1. Búsqueda de información en Internet y valoración de su fiabilidad.	
<ul style="list-style-type: none"> Experiencia demostrativa de mezcla de líquidos. Propuesta de cuestiones sobre la observación realizada. (Tabla 2). Búsqueda en Internet de apoyo para resolver las cuestiones. Valoración de la fiabilidad de la información utilizada. 	Se proporciona un documento de apoyo con criterios para ello.
Sesión 2. Realización de la experiencia y comprobación de la predicción realizada.	
Realización en el laboratorio de la experiencia “la gota submarina” (AAVV, 2012) – Figura 2- para comprobar la predicción realizada en la cuestión 6 de la sesión 1.	 <p>Figura 2. Estado final de la gota de aceite de oliva en el seno de la disolución de etanol en agua (elaboración propia).</p>
Sesión 3. Creación de contenido – Realización de un informe.	
Trabajo autónomo del participante. Realizar un informe con una serie de actividades propuestas sobre la experiencia realizada.	

En esta comunicación nos centramos **exclusivamente en la fase/sesión 1** de la misma por motivos de espacio. En ella, tras una experiencia demostrativa de mezcla de líquidos (entre agua y aceite, y entre aceite y etanol, observando cómo queda el sistema heterogéneo al final en cada caso), se les plantea una serie de cuestiones sobre la experiencia observada en las que deben apoyarse en una búsqueda en Internet (individual) y en un documento de apoyo que se les proporciona para valorar la fiabilidad de las páginas web en las que apoyen sus respuestas.

Nuestro instrumento de recogida de información en la sesión 1 se recoge, junto con sus subcompetencias en la Tabla 2.

Tabla 2. Cuestiones a realizar en la sesión 1 y subcompetencias implícitas en ellas

1. Describe las experiencias que has observado con los líquidos agua, aceite de oliva y alcohol etílico. (Descripción observación)
2. Busca en Internet el valor de la densidad (en la unidad kg/m^3) del agua, del aceite y del alcohol (etanol) y anótalas. (Búsqueda de información).
3. Rellena la tabla siguiente indicando las páginas web que has usado (Búsqueda de información).
4. Indica la fiabilidad (alta, media o baja) que le otorgas a cada una, justificando tu respuesta con al menos dos motivos. Puedes apoyarte en el documento de Edmodo. (Fiabilidad de información).
5. Teniendo en cuenta los datos que has obtenido para la pregunta anterior y de lo que ha sucedido en la experiencia que has observado, intenta generalizarla. (Inferencia cercana a la información).
6. Si en un vaso hiciéramos una mezcla homogénea de agua y etanol, que son líquidos miscibles, y después lo añadimos a una pequeña cantidad de aceite, ¿qué crees que sucedería? Explícalo con tus palabras y haz un dibujo de cómo crees que quedaría el vaso indicando donde estaría cada uno de los componentes de la mezcla. (Realización de predicciones o inferencia cercana a la información).

Participantes de la experiencia

Participó todo el alumnado de la clase de uno de los autores del trabajo. Eran 23 estudiantes de Física y Química de 3º de la ESO de un Instituto público de Educación Secundaria de Molina de Segura, cuarto término municipal más poblado de la Región de Murcia. El número de chicas era de 13/23; todos tenían entre 14 y 15 años. Su rendimiento académico medio era, en términos de calificación media, de notable. Perteneían a familias con un nivel socioeconómico medio-alto. Todos acudían a las clases con sus ordenadores puesto que participaban en un proyecto educativo 1:1 (un ordenador portátil por alumno) impulsado por la CARM.

RESULTADOS

Para evaluar los resultados de la experiencia, siguiendo los niveles establecidos por Ferrari (2013), el referencial escolar deseable lo situamos en el Nivel Intermedio, que se basa en los siguientes descriptores:

- Puede navegar por Internet en busca de información y puedo buscar información en línea.
- Puede seleccionar la información adecuada que encuentre.
- Puede comparar diferentes fuentes de información. Sabe cómo guardar, almacenar o etiquetar archivos, contenido e información y tiene una estrategia de almacenamiento.
- Puede recuperar y administrar la información y el contenido que guardó o almacenó.

A continuación, se ofrecen los resultados de forma sintetizada. Su descripción se realiza de acuerdo a las subcompetencias indicadas en la Tabla 1.

En relación a la descripción de observaciones:

Respecto a la descripción e interpretación de la observación inicial, todos los participantes describieron las dos fases de ambas experiencias (agua-aceite y aceite-alcohol). Un porcentaje importante hablan de líquidos “inmiscibles” o “no miscibles” (15/23). Algunos señalan la densidad como factor que lo puede justificar (6/23).

En relación a la búsqueda de información:

Respecto a la subcompetencia “Búsqueda de información”, encontramos que todos coinciden en la ρ del agua (997 kg/m^3), con valores muy aproximados entre sí.

Sin embargo, no ocurre lo mismo con el caso del aceite: 916 kg/m^3 (17/23), 918 kg/m^3 (2/23), 920 kg/m^3 (2/23) y 2 otros valores. Ni tampoco con el caso alcohol: 789 kg/m^3 (16/23), 812 kg/m^3 (3/23), 790 kg/m^3 (2/23) y 799 kg/m^3 (2/23). La variabilidad puede desconcertar - es debida a los diferentes sitios web que han usado para tomar los datos - pero también puede ser un recurso didáctico para realizar una puesta en común con los estudiantes comparando dichos valores diferentes y las causas.

Las páginas web más utilizadas son: Wikipedia (elegida 27 veces), aunque 8 estudiantes la usaron dos veces; Teleoliva (15); Experimentos.científicos (10); Ecured (4) y otras (6), en este último caso se trata de páginas web con una frecuencia absoluta igual a uno. En dos casos, sólo señalaron Google y, en un caso, no se indicó. La principal fuente es Wikipedia, pero resulta positivo que algunos participantes acudieran a páginas específicas sobre el aceite.

Respecto a valorar la fiabilidad de la información:

En total se obtuvieron 69 valoraciones por parte de los estudiantes, ya que para la toma de datos de Internet podían usar -y valorar- más de una página web. En cuanto a la fiabilidad que le otorgaban a los datos recogidos, 35/69 le daban “Media”; 25/69 la valoraban “Alta”; 4/69 le otorgaban “Baja” y los demás son anecdóticos (menores del 5%).

Utilizaron motivos diferentes para apoyar sus valoraciones apoyándose en el documento que se les suministró con criterios para valorar la información de Internet. Entre los motivos que respaldan las valoraciones positivas, se recogieron 108 valoraciones: con presencia mayor del 5%, destacan “Autoridad y credenciales” (18.7%), “Realizada por empresas, organismos, asociaciones...” (12.7%), “Comprensibilidad” (11.2%), “Popularidad” (9.7%), “No tiene opiniones parciales” (9.7%), “No tiene publicidad” (7.5%). Entre las motivaciones que respaldan las valoraciones negativas (26), ninguna llega al 5%, lo que se encuentra de acuerdo con resultados previos obtenidos en otras aportaciones (Valverde-Crespo, 2018).

Respecto a la inferencia cercana a la información:

En cuanto a la explicación de porqué se quedan arriba o abajo, 21 de los 23, se refieren a la densidad y realizan un razonamiento correcto. No obstante, podemos distinguir entre los que utilizan los valores numéricos encontrados (7/21) y los que no (14/21). En los primeros, podemos asegurar el uso de la información que han buscado (inferencia cercana); en los otros, podrían haberlos utilizado, pero no se puede asegurar.

Respecto a la realización de predicciones:

Ningún participante aludió a que era necesario conocer las proporciones de etanol y agua en la mezcla para estudiar la densidad de su disolución y compararla con la del aceite. Por lo demás, 3/23 no llegaron exactamente a la respuesta deseable, pero razonaron en base a los valores de la densidad obtenida y a la proporción de las sustancias agua y etanol ofreciendo incluso varias posibilidades. De resto de los participantes, un conjunto de 12/23 dibujaron aceite (abajo) y agua + alcohol (arriba) y el resto (7/23) al revés.

CONCLUSIONES

Los resultados ponen de manifiesto algunos de los logros alcanzados en la propuesta. El caso más destacado es en la subcompetencia “Valorar la información de Internet”, en la que por medio de un documento de ayuda que actúa de guía, los participantes han sido capaces de valorar la información de Internet utilizando argumentos objetivos, por contra de lo que obtuvimos en otros estudios diagnósticos previos (Valverde-Crespo, 2018).

Del mismo modo, también algunos participantes fueron capaces de realizar inferencias a la información buscada en Internet para realizar explicaciones de un fenómeno observado, lo que también resulta una situación deseable.

No cabe duda, por tanto, del interés que podría tener la incorporación de Internet y de las tecnologías a las aulas de ciencias, aunque sea para su aplicación en sencillas experiencias. Sin embargo, el uso de las mismas debe ser en todo momento guiado y la información buscada y valorada tiene que tener algún fin o relación para poder conducir a la adquisición – al menos en cierto grado – de la competencia digital en el área de información.

En esta comunicación se ha fijado el referente escolar deseable en el Nivel Intermedio del área de información y el hecho de que algunos participantes hayan sido capaces de manifestar competencias de ese nivel, en contraposición a lo diagnosticado en Valverde-Crespo (2018) puede interpretarse de varios modos: en primer lugar, debido al enfoque guiado de la propuesta en los procedimientos ligados al proceso de búsqueda y valoración de información de Internet. Y, en segundo lugar, por las características de los participantes (alumnado de nivel socioeconómico medio-alto o alto, rendimiento académico elevado, vocación por las materias de ciencias, etc.) que hayan facilitado el desarrollo de la propuesta frente a lo que pudiera ocurrir en otros contextos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.A.V.V. (2012). La gota submarina. En Junta de Andalucía (Editor), *100 Experimentos sencillos de Física y Química* (pp. 101-103). España: OpenLibra.
- Blanco, A., España, E., González, F. J. y Franco, A. J. (2015). Key Aspects of the Scientific Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164-198. <https://doi.org/10.1002/tea.21188>
- Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. En Y. Punie y B. N. Brecko (Eds.), *JRC scientific and policy reports*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. <http://dx.doi.org/10.2788/52966>.
- Julien, H. y Barker, S. (2009). How high-school students find and evaluate scientific information: A basis for information literacy skills development. *Library & Information Science Research*, 31, 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2008.10.008>
- Pedrinaci, E. (2012). El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En E. Pedrinaci (Coord.), *Once ideas clave: El desarrollo de la competencia científica* (pp. 15-35). Barcelona: Graó
- Valverde-Crespo, D. (2018). *Competencia digital de estudiantes de física y química en Educación Secundaria Obligatoria: un estudio diagnóstico en el área de información sobre la temática de las reacciones químicas*. [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]. Repositorio Institucional de la Universidad de Murcia. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/61779>
- Valverde-Crespo, D., de Pro, A. y González, J. (2021). Competencia científica y competencia digital en una experiencia de aula: la gota submarina. *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Córdoba.
- Yong, L. R. (2022). La alfabetización informacional y digital: una mirada al desarrollo de estas competencias en los estudiantes. *ConcienciaDigital*, 5(2), 102-121. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i2.2133>

Mejora de la satisfacción y el rendimiento hacia las ciencias del alumnado de Secundaria

Raquel Romero Fernández¹, Yolanda González Castanedo² y M^a Ángeles De las Heras Pérez³

¹ Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO)/Universidad de Huelva. raquel.romero@pi.uhu.es

² Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO)/Universidad de Huelva. yolanda.gonzalez@ddcc.uhu.es

³ Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO)/Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Se ha analizado la relación entre la necesidad psicológica básica de competencia, la emoción de orgullo, la satisfacción con la vida y el rendimiento en el alumnado entre 11 y 17 años en Ciencias de la Naturaleza mediante un cuestionario (N=482). Los hallazgos sugieren que, para aumentar la satisfacción con la vida y el rendimiento del alumnado es necesario favorecer que experimenten la emoción de orgullo mediante la satisfacción de la necesidad psicológica de competencia en las clases de Ciencias Naturales.

PALABRAS CLAVE: necesidades psicológicas básicas, emociones, satisfacción con la vida, rendimiento, Ciencias de la Naturaleza.

ABSTRACT: The relationship between the basic psychological need for competence, the emotion of pride, satisfaction with life and performance in students between 11 and 17 years of age in Natural Sciences was analyzed using a questionnaire (N = 482). The findings suggest that, to increase life satisfaction and student performance, it is necessary to encourage them to experience the emotion of pride by satisfying the psychological need for competence in the Natural Science classes.

KEYWORDS: basic psychological need, emotions, satisfaction with life, performance, Natural Sciences

INTRODUCCIÓN

La enseñanza actual es entendida, cada vez más, como una práctica en la que intervienen procesos afectivos y cognitivos, donde las emociones ocupan un lugar fundamental en el desarrollo del aprendizaje del alumnado (Mellado et al. 2014; Garritz, 2010). En concreto, las emociones afectan a la motivación y al rendimiento del alumnado, ya que pueden sentirse emocionados mientras estudian y estar orgullosos de sus logros o experimentar emociones negativas derivadas de las malas calificaciones o aburrirse durante las clases (Destacamento, 2018). Asimismo, se relacionan con comportamientos escolares adaptativos (Garn et al., 2017; King y Gaerlan, 2014), ya que promueven la formulación de respuestas menos habituales y reflexiones novedosas (Subramaniam et al., 2009), a la vez que favorecen el razonamiento inductivo y la creatividad (Extremera-Pacheco y Fernández-Berrocal, 2003).

Bajo este enfoque del aprendizaje, Goetz y Hall (2014) han demostrado que las emociones de los estudiantes se encuentran relacionadas con su rendimiento académico. Las emociones positivas tales como el disfrute generan vínculos positivos con el logro, mientras que las negativas como la ansiedad a los exámenes, muestran vínculos negativos. A su vez, diversos estudios han detectado que las emociones positivas facilitan el aprendizaje y contribuyen al logro académico (Um et al., 2012), así como predicen la satisfacción con la vida (Cohn et al. (2009), la cual Rodgers et al. (2017) definen como el grado en que una persona evalúa la calidad global de su vida en conjunto de forma positiva.

Por otro lado, siguiendo la Teoría de la Autodeterminación (Deci y Ryan, 2000), se ha puesto de manifiesto que las experiencias que satisfacen las necesidades psicológicas básicas (autonomía, competencia y relación) generan emociones positivas y bienestar psicológico, con lo que se las vincula con la motivación intrínseca (Flunger et al., 2013; Ryan y Deci, 2001). En concreto, la necesidad psicológica de autonomía hace referencia al deseo de ser uno mismo, el origen de la conducta, la competencia hace referencia a los esfuerzos para sentirse eficaz y, la relación, hace referencia al deseo de sentirse conectado y aceptado por los demás. Además, crear contextos y tareas en las que el alumnado pueda elegir entre diferentes opciones, flexibilizando los límites de tiempo o dándoles segundas oportunidades han demostrado ser estrategias adecuadas para favorecer las emociones positivas y la motivación intrínseca (Pekrun y Stephens, 2010).

En consecuencia, es necesario profundizar en las relaciones entre las necesidades psicológicas básicas y las emociones, ya que nos proporcionará información de cómo favorecer el rendimiento del alumnado y su satisfacción con la vida.

MATERIALES Y MÉTODO

Objetivo

- Indagar la relación entre la necesidad psicológica básica de competencia y la emoción de orgullo como forma de explicar la satisfacción con la vida del alumnado entre 11 y 17 años en Ciencias de la Naturaleza y el rendimiento.

Participantes y procedimiento

La muestra estuvo compuesta por 482 participantes. Dicho alumnado pertenecía a 5 centros de Educación Secundaria situados en Huelva y Lanzarote. Se tuvo en consideración un muestreo no aleatorio (Bisquerra, 2014) y que el tamaño muestral fuera 20 veces mayor que el número de ítems (MacCallum et al., 2001). Los cuestionarios fueron rellenados en horario de Ciencias Naturales de forma anónima y con un investigador presente.

Instrumentos

Los datos se obtuvieron mediante tres escalas, con un rango de respuesta tipo Likert con valores desde 1 (Totalmente en desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo), que fueron presentadas como un único cuestionario compuesto por 13 ítems. Asimismo, se incluyó una cuestión para obtener información sobre la calificación obtenida en Ciencias Naturales, que se contrastó con el docente. En concreto, la calificación corresponde a la obtenida en el tercer trimestre.

Necesidades psicológicas básicas (NBP). Se empleó el factor competencia de Vlachopoulos y Michailidou (2006). Dicho factor se encuentra formado por cuatro ítems

(p.ej., *Pienso que puedo cumplir con las exigencias de la clase*). Los índices de bondad de ajuste para el constructo fueron adecuados: $\chi^2 = 6.59$, $p < .001$, $\chi^2/g.l. = 3$, CFI = .99, IFI = .99, GFI = .99, SRMR = .02, RMSEA = .06. La validez interna de los tres factores fue: .762.

Cuestionario de emociones de logro (Peixoto et al., 2015). De la versión original se seleccionaron los cuatro ítems del factor emoción de orgullo (p.ej. *Me enorgullece ser capaz de seguir el ritmo de la clase de Ciencias Naturales*). Este constructo obtuvo unos índices de ajuste adecuados: $\chi^2 = .03$, $p < .001$, $\chi^2/g.l. = .03$, CFI = 1, IFI = 1, GFI = 1, SRMR = .001, RMSEA = .001. La consistencia interna de la escala fue considerada aceptable, ya que el valor de alfa de Cronbach fue de .800.

Cuestionario de satisfacción con la vida (Atienza et al., 2000). En este caso se encuentra formado por 5 ítems (p. ej., *En la mayoría de los aspectos mi vida es como quiero que sea*). Los índices de ajuste fueron apropiados: $\chi^2 = 9.06$, $p < .001$, $\chi^2/g.l. = 2.26$, CFI = .99, IFI = .99, GFI = .99, SRMR = .02, RMSEA = .05. La consistencia interna obtuvo un valor de .791.

Análisis de datos

Se realizó un modelo estructural, con el programa AMOS 22.0. Fue llevado a cabo, siguiendo a Lévy y Varela (2006), en dos pasos. Primero se realizó un análisis factorial confirmatorio para comprobar la validez del modelo de medida. Después, se realizó un análisis de mediación y, finalmente, se ejecutó el modelo estructural para analizar las relaciones entre las variables latentes, momento en el que se evaluó simultáneamente el modelo estructural y el de medición. A su vez, se realizó una evaluación de la bondad de ajuste atendiendo a los índices CFI, IFI y GFI, los índices de error RMSEA y SRMR (Lévy y Varela, 2006) y $\chi^2/g.l.$ (Schermelel-Engel et al., 2003). Todos los valores de asimetría y curtosis se situaron por debajo de 2 y próximos a 0, por lo que se observó semejanza con la curva normal, tal y como recomienda Byrne (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis factorial aplicado al modelo de medida mediante el método de estimación de máxima verosimilitud obtuvo unos índices de ajuste aceptables: $\chi^2 = 187.96$, $p < .001$, $\chi^2/g.l. = 2.68$, CFI = .95, IFI = .95, GFI = .95, SRMR = .04, RMSEA = .05. Debido a ello, dicho modelo fue considerado adecuado.

Por otro lado, el análisis de ecuaciones estructurales estableció las relaciones entre las variables (Figura 1). El modelo de mediación obtenía unos índices adecuados: $\chi^2 = 194.43$, $p < .001$, $\chi^2/g.l. = 2.66$, CFI = .95, IFI = .95, GFI = .94, SRMR = .04, RMSEA = .06. La necesidad psicológica de competencia predecía la emoción de orgullo ($\beta = .90$, $p < .001$), llegando a explicar el 81% de la varianza. A su vez, dicha emoción predijo la satisfacción con la vida ($\beta = .49$, $p < .001$) y el rendimiento ($\beta = .51$, $p < .001$) explicando el 24% y el 27% de sus varianzas respectivamente.

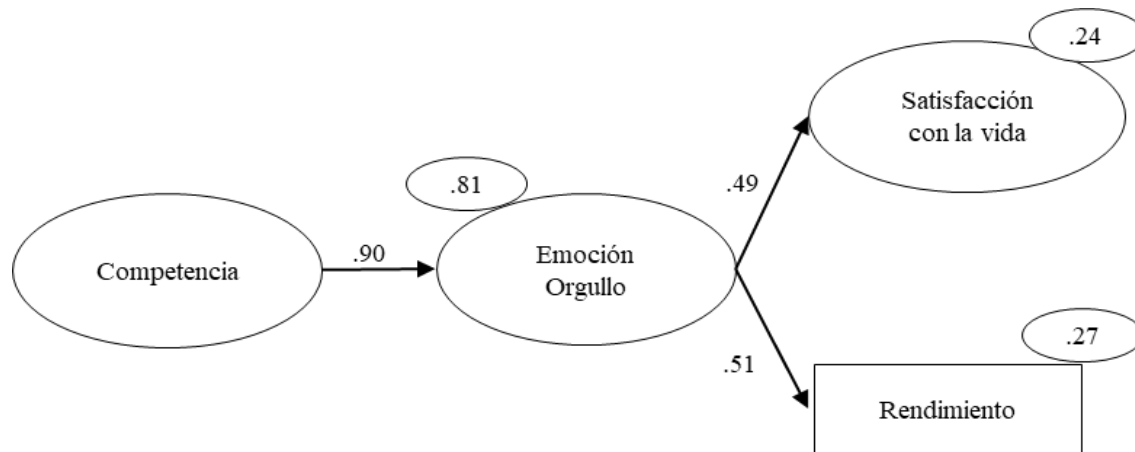


Figura 1. Modelo estructural de relaciones entre variables. Todos los parámetros están estandarizados y son estadísticamente significativos ($p < .001$)

En esta línea se encuentran varios estudios previos. La investigación de Løvoll et al. (2019) había puesto de manifiesto que existía relación entre las necesidades psicológicas básicas y las emociones positivas, mientras que, recientemente se ha detectado en el estudio de Fierro et al. (2020) que se comportan como predictores de las emociones de logros.

Por otro lado, se demostró que es necesario promover las emociones positivas, entre las que se encuentra el orgullo, ya que éstas predicen aumentos en la satisfacción con la vida (Cohn et al., 2009) y favorecen el rendimiento del alumnado (Pekrun et al., 2011; Pekrun et al., 2017).

CONCLUSIONES

Como respuesta al problema planteado y en relación a la muestra estudiada, se concluye que la relación entre los diferentes constructos es la que responde al modelo estructural encontrado, es decir, la necesidad psicológica de competencia predice la emoción de orgullo y, a su vez ésta predice el rendimiento y la satisfacción con la vida del alumnado. En definitiva, generar entornos en los que el alumnado experimente la emoción de orgullo, mediante tareas que les hagan sentirse competentes, podría hacerles mejorar en sus rendimientos en las clases de Ciencias de la Naturaleza, así como favorecer su satisfacción con la vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atienza, F. L., Pons, d., Balaguer, I. y García-Merita, M. (2000). Propiedades psicométricas de la escala de satisfacción con la vida en adolescentes. *Psicothema*, 12 (2), 314-319.
- Bisquerra, R. (coord). (2014). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Byrne, B. M. (2001). *Structural equation modeling with Amos: Basic concepts, applications, and programming*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cohn, M., Fredrickson, B., Brown, S., Mikels, J., Conway, A. (2009). Happiness unpacked: Positive emotions increase life satisfaction by building resilience. *Emotion*, 9, 361–368.
- Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behaviour. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.
- Destacamento, R. (2018). Academic emotions and performance of the senior high school students: Basis for intervention program. *SMCC Higher Education Research Journal*, 5, 69-92.

- Extremera-Pacheco, N., y Fernández-Berrocal, P. (2003). La inteligencia emocional en el contexto educativo: hallazgos científicos de sus efectos en el aula. *Revista de Educación*, 332, 97-116.
- Fierro, S., Almaro, B. y Sáenz-López, P. (2020). Validation of the Achievement Emotions Questionnaire for Physical Education (AEQ-PE). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 4560. doi:10.3390/ijerph17124560
- Flunger, B.; Pretsch, J.; Schmitt, M.; Ludwig, P. (2013). The role of explicit need strength for emotions during learning. *Learn. Individ. Differ.*, 23, 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.001>
- Garn, A. C., Simonton, K., Dasingert, T., Simonton, A. (2017) Predicting changes in student engagement in university physical education: Application of control-value theory of achievement emotions. *Psychology of Sport and Exercise*, 29, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.12.005>
- 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.
- Goetz, T., y Hall, N. C. (2014). Academic boredom. En R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 311–330). Routledge/Taylor & Francis Group.
- King, R., y Gaerlan, M. J. M. (2014). High self-control predicts more positive emotion, better engagement, and higher achievement in school. *European Journal of Psychology of Education*, 29, 81–100. <https://doi.org/10.1007/s10212-013-0188-z>
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Preacher, K. J., y Hong, S. (2001). Sample size in factor analysis: the role of model error. *Multivariate Behavioral Research*, 36(4), 611-637. https://doi.org/10.1207/S15327906MBR3604_06
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruíz, C., y Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32, 11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Lévy, J.P. y Varela, J. (coord) (2006). *Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales*. A Coruña: Netbiblo.
- Løvoll, H.S., Bentzen, M., Säfvenbom, R. (2019). Development of Positive Emotions in Physical Education: Person-Centred Approach for Understanding Motivational Stability and Change. *Scand. J. Educ. Res.* 2019, 3831, 1–16. <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1639818>
- Peixoto, F., Mata, L., Monteiro, V., Sanches, C., y Pekrun, R. (2015). The achievement emotions questionnaire: Validation for pre-adolescent students. *European Journal of Developmental Psychology*, 12(4), 472-481. <https://doi.org/10.1080/17405629.2015.1040757>
- Pekrun, R.; Stephens, E.J. (2010). Achievement Emotions: A Control-Value Approach. *Soc. Personal. Psychol. Compass*, 4, 238–255. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2010.00259.x>
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A.C., Barchfeld, P. y Perry, R.P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemp. Educ. Psychol*, 36, 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.10.002>
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H.W., Murayama, K. y Goetz, T. (2017) Achievement Emotions and Academic Performance: Longitudinal Models of Reciprocal Effects. *Child Development*, 88, 1653–1670. <https://doi.org/10.1111/cdev.12704>
- Rodgers, V., Neville, S., y La Grow, S. (2017). Health, functional ability and life satisfaction among older people 65 years and over: a cross-sectional study. *Contemporary Nurse*, 53(3), 1-9. <https://doi.org/10.1080/10376178.2017.1319286>
- Ryan, R.M. y Deci, E.L. (2001). On Happiness and Human Potentials: A Review of Research on Hedonic and Eudaimonic Well-Being. *Annu. Rev. Psychol.*, 52, 141–166.

- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. y Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research*, 8, 23-74.
- Subramaniam, K., Kounios, J, Parrish, T. B., y Jung-Beeman, M. (2009). A brain mechanism for facilitation of insight by positive affect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(3), 415-432. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21057>
- Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O. and Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *J. Educ. Psychol.* 104, 485–498. doi: 10.1037/a0026609
- 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. *Meas. Phys. Educ. Exerc. Sci*, 10, 179–201. https://doi.org/10.1207/s15327841mpee1003_4

Percepciones del estudiantado de Bachillerato sobre uso de Realidad Virtual Inmersiva para la educación científica

Francisco Sílvá-Díaz¹, José Miguel Vílchez-González², Rafael Marfil-Carmona³, Javier Carrillo-Rosúa⁴

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada. fsilva@correo.ugr.es;

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada. jmvilchez@ugr.es

³ Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Granada. rmarfil@ugr.es

⁴ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). fjcarri@ugr.es

RESUMEN: En este estudio analizamos las percepciones de estudiantes de Bachillerato respecto a la Realidad Virtual Inmersiva (RVI) desde las dimensiones educativa, social y de accesibilidad. A través de la aplicación de un cuestionario diseñado para este propósito, validado por expertos y aplicado a una muestra de 41 estudiantes de un IES de Granada, se describen las percepciones de los estudiantes frente al uso de la tecnología de RVI desde las tres dimensiones que propone el instrumento. Por medio de un análisis estadístico descriptivo se establece que los estudiantes valoran positivamente el uso de tecnología como recurso educativo, conciben la RVI como un recurso lúdico social, pero del cual no cuentan ni tienen pensado comprar. Finalmente, concluimos que perciben la RVI como una tecnología favorable en el ámbito de la educación científica, a la vez que consideran de que se trata de una tecnología aun costosa y de difícil acceso.

PALABRAS CLAVE: Tecnologías Emergentes, Realidad Virtual Inmersiva, Educación Científica, Percepciones.

ABSTRACT: In this study we analyze the perceptions of high school students concerning Immersive Virtual Reality (IVR) from educational, social and accessibility dimensions. Through the application of a questionnaire designed for this purpose, validated by experts, and applied to a sample of 41 students from a public school in Granada, we describe the perceptions of students regarding the use of IVR technology from the three dimensions proposed by the instrument. By a descriptive statistical analysis, it is established that students value positively the use of technology as an educational resource, also, they conceive IVR as a social recreational resource, but they don't have it and don't plan to buy it. Finally, we conclude that they perceive IVR as a favorable technology in the field of science education, while at the same time they consider that it is a technology that is still expensive and difficult to access.

KEYWORDS: Emerging Technologies, Immersive Virtual Reality, Science Education, Perception.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha observado, y documentado en la literatura científica, el auge en el uso de diversas Tecnologías Emergentes en la Educación Científica, especialmente el uso de Realidad Virtual Inmersiva (RVI) (Di Natale et al., 2020; Menjivar et al., 2021; Silva-Díaz et al., 2021a). Como ha sido señalado en diversos informes respecto a las tendencias educativas, este tipo de tecnología se sitúa dentro de las que tienen un alto potencial en el ámbito educativo (Liu et al., 2017; Freeman et al., 2017).

En cuanto al concepto de RVI, Cipresso et al. (2017) señalan que, ante la diversidad de definiciones del concepto, se establecen tres ideas clave en la mayoría de las definiciones; a) inmersión: hace referencia a la cantidad de sentidos estimulados en el entorno RVI. El grado de inmersión puede variar según el diseño del entorno RVI y del uso de sensores adicionales que estimulan los sentidos (e.g. auriculares –oído-, sensores hápticos –tacto-, entre otros); b) percepción de la presencia en un entorno RVI: la presencia es un sentimiento psicológico complejo relacionado con “estar ahí”, se relaciona con el nivel de realismo del diseño del entorno virtual y la posibilidad de “interactuar” con él; c) interacción con el entorno: ligado a las expectativas de realidad del usuario y las propuestas en el entorno de RVI, a mayor cercanía con la realidad – o las expectativas del usuario – mayor sensación de presencia e interacción.

Existe un número importante de investigadores que han utilizado la RVI como recurso para el aprendizaje, especialmente en el ámbito de las ciencias, obteniendo resultados favorables al respecto (Liu et al., 2020; Silva-Díaz et al., 2021b). Además, existen evidencias de que el uso de la RVI en la educación tiene un impacto positivo en habilidades como las representaciones espaciales, el aprendizaje experiencial y la motivación por el aprendizaje (Chang et al., 2019; Cheng y Tsai, 2020). Por otra parte, el uso de la RVI se constituye como un recurso muy favorable para la realización de salidas de campo virtualizadas, como una alternativa económica y viable a las “reales”, generándose una sensación de presencialidad mayor a cualquier otro recurso existente hasta el momento (Cheng y Tsai, 2019; Han, 2020; Markowitz et al., 2018). Otros estudios han analizado los efectos del uso de RVI en el interés por cursar carreras científicas (Makransky et al., 2020), en la implementación de laboratorios de ciencias basados en RVI (Makransky et al., 2019) e, incluso, los efectos de utilizar RVI en el desarrollo de ambientes de aprendizajes basados en el género (Makransky et al., 2018).

Considerando estos antecedentes que posicionan a la RVI como un recurso tecnológico favorable para la Educación Científica, nos hemos planteado el objetivo de investigar respecto a la percepción que tienen los estudiantes de bachillerato respecto del uso de tecnología de RVI tanto en ambientes lúdicos, como sociales y/o educativos.

MÉTODO

Se desarrolla una investigación cuantitativa de tipo descriptiva (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), basada en el análisis de indicadores estadísticos respecto de la aplicación de un instrumento *ad hoc*, diseñado por los autores y sometido a validación de juicio de expertos.

La muestra de estudiantes que respondió al cuestionario pertenece a un Instituto de Educación Secundaria de Granada en un contexto socioeconómico con familias mayoritarias de clase media. La selección de los participantes se ha realizado mediante un muestro no probabilístico intencional (Cardona, 2002) basado en criterios de

accesibilidad. Se cuenta con un total de 41 participantes que cursan primer año de Bachillerato en Ciencias Tecnológicas y de la Salud, de los cuales 21 se identifican con el género femenino (51,2%), 14 con el género masculino (34,1%) y 6 se identifican en la categoría de otro (14,6%).

En cuanto al instrumento utilizado, consta de 23 ítems con 5 opciones de respuesta (1 Estoy en total desacuerdo; 2 Estoy en desacuerdo; 3 No estoy ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 Estoy de acuerdo; 5 Estoy totalmente de acuerdo) estructurados en 3 dimensiones (Tabla 1), redactados tras una revisión de la literatura. Fue sometido a valoración por seis expertos en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, quienes ofrecieron una serie de sugerencias que condujeron a su formulación final (Tabla 2). El objetivo de este es medir las “percepciones de estudiantes de secundaria respecto a la RVI en educación científica” (PESREVIEC). El análisis de los resultados se realizó con el software estadístico SPSS v26.

Tabla 1. Estructura del instrumento PESREVIEC ($\alpha=0,7$)

DIMENSIÓN	ÍTEMES	DEFINICIÓN
A) Actitudinal – Educativa (8)	2 – 3 – 8 – 12 – 13 – 16 – 19 – 21	En esta dimensión se recogen las percepciones de los estudiantes respecto del uso de la RVI como recurso educativo. Además, se busca describir cómo este tipo de tecnología podrá favorecer las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de asignaturas científicas.
B) Lúdico – Social (8)	1 – 5 – 7 – 9 – 11 – 15 – 17 – 22	En esta dimensión consideramos el uso de la RVI en entornos lúdicos y recreativos, principalmente como recurso asociado a los juegos de RVI. Además, consideramos aspectos propios de la dimensión social, determinada, principalmente, por aplicaciones de chat y reuniones en RVI.
C) Accesibilidad – Costo – Tecnología (7)	4* – 6 – 10 – 14* – 18* – 20 – 23	En cuanto a esta dimensión, consideramos las percepciones de los estudiantes respecto al costo económico que implica contar con esta tecnología. Además, buscamos describir el tipo de tecnología de RVI en función de mayor o menor desarrollo (lo que implica mayor o menor costo). Por último, se busca describir la percepción de los estudiantes en cuando al acceso a este tipo de tecnología.

Nota*: Los ítems marcados con * indican que se tratan de medidas invertidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a los principales hallazgos obtenidos tras la aplicación del instrumento PESREVIEC, presentamos un análisis descriptivo para cada uno de los ítems contenidos en el cuestionario, ordenados de menor a mayor en función de sus medias (Tabla 2).

Se observa que los ítems con menor valoración se encuentran asociados, en mayor medida, a la dimensión económica (*accesibilidad – costo – tecnología*): ítems 20 (media- $M=1,3$; moda- $mo=1$), 4 ($M=2,2$; $mo=1$) y 18 ($M=2,3$; $mo=2$). Creemos que esto se debe a que los estudiantes desconocen los costos asociados a los visores de Realidad Virtual, los que con el avance de los desarrollos tecnológicos se han reducido considerablemente. Incluso, desde el desarrollo de visores autónomos, carentes de un ordenador de altas prestaciones, se reduce el costo asociado a dichos ordenadores.

Por otra parte, entre aquellos con una mayor valoración ($M \geq 4,5$) se encuentran, mayoritariamente, ítems asociados a la dimensión *Actitudinal-Educativa*, donde destacan los ítems 3 ($M=4,7$; $mo=5$), 8 ($M=4,7$; $mo=5$) y 16 ($M=4,7$; $mo=5$). Sin embargo, también observamos altas valoraciones en la dimensión *Lúdico-Social*, destacando los ítems 17 ($M=4,5$; $mo=5$) y 11 ($M=4,5$; $mo=11$). Consideramos que esta situación se debe a la motivación que genera en el estudiantado la inclusión de tecnología educativa como recurso educativo. Por su parte, las valoraciones altas en la dimensión *Lúdico-Social* podrían ser atribuidas a que aún se percibe la RVI como un dispositivo de juegos.

Línea 4. Inn. e Inv. en la EA de las Ciencias en ES y FP

Finalmente, respecto a los ítems 22 ($M=2,4$; $mo=1$) y 7 ($M=2,6$; $mo=1$), relativos al conocimiento del fenómeno del “Metaverso”, los estudiantes se posicionan en ambos extremos frente al concepto, aunque cuando se les pregunta si comprenden de qué se trata, se manifiestan en desacuerdo. Estos resultados preliminares nos permiten orientar futuras investigaciones sobre el metaverso, especialmente en el ámbito educativo.

Tabla 2. Resultados por ítem, ordenados de menor a mayor valor medio

ITEM	1	2	3	4	5	Mo	M	D.S.
Tengo mis propias gafas de Realidad Virtual Inmersiva (20)	90	2	0	5	2	1	1,3	0,90
Me gustaría comprarme unas gafas de Realidad Virtual, pero son muy costosas (4)	34	24	32	7	2	1	2,2	1,08
La tecnología de Realidad Virtual Inmersiva, por su alto precio, está solo al alcance de unos pocos (18)	29	32	22	15	2	2	2,3	1,12
Cuando me hablan del Metaverso comprendo de que se trata (22)	39	20	20	10	12	1	2,4	1,41
He oído hablar de la existencia de laboratorios virtuales de Realidad Virtual Inmersiva (12)	34	22	15	20	10	1	2,5	1,40
Para acceder a la Realidad Virtual Inmersiva siempre se requiere de un ordenador o una consola potentes (14)	17	29	42	5	7	3	2,6	1,07
He oído hablar un poco sobre el “Metaverso” (7)	39	7	12	10	32	1	2,9	1,75
Conozco a alguna persona cercana que tiene gafas de Realidad Virtual Inmersiva (10)	27	10	12	24	27	1-5	3,2	1,59
Conozco la tecnología de Realidad Virtual Inmersiva (1)	15	7	32	22	24	3	3,3	1,33
Las gafas de Realidad Virtual son más baratas que un iPhone (23)	7	12	42	12	27	3	3,4	1,22
Puedo utilizar la Realidad Virtual Inmersiva usando mi móvil y unas gafas de Realidad Virtual Inmersiva muy baratas (6)	2	27	24	20	27	2-4	3,4	1,22
La Realidad Virtual Inmersiva podría permitirme reunirme con mis amigos/as o compañeros/as sin estar juntos físicamente (5)	7	15	22	29	27	4	3,5	1,25
En un futuro los trabajadores utilizarán gafas de Realidad Virtual Inmersiva para desarrollar sus trabajos en las empresas (15)	2	10	42	22	24	3	3,6	1,05
Con la Realidad Virtual Inmersiva podríamos realizar los trabajos grupales del instituto cada uno desde su casa (13)	7	12	7	34	39	5	3,9	1,28
En un futuro la Realidad Virtual Inmersiva será una de las tecnologías más utilizadas en el mundo (9)	0	2	20	42	37	4	4,1	0,81
Con la Realidad Virtual Inmersiva puedo aprender mientras me divierto (21)	2	0	15	44	39	4	4,2	0,86
Estaría más interesado en las clases de ciencias si en ellas se utilizara Realidad Virtual Inmersiva (19)	2	7	7	32	51	5	4,2	1,04
Utilizar Realidad Virtual Inmersiva en las clases de ciencias podría ayudarme a aprender mejor (2)	0	2	15	37	46	5	4,3	0,81
Con la Realidad Virtual puedo jugar en línea con mis amigos/as, al igual que con otras consolas o dispositivos (11)	0	0	2	42	56	5	4,5	0,55
Me gustaría realizar experimentos en laboratorios virtuales de Realidad Virtual Inmersiva (16)	0	5	2	17	76	5	4,6	0,77
Me gustaría que en mi instituto hicieran más actividades con Realidad Virtual Inmersiva (8)	0	0	5	24	71	5	4,7	0,58
Con la Realidad Virtual Inmersiva podríamos tener experiencias como si estuviésemos en el espacio, en el interior de una célula o dentro de un volcán (3)	2	0	2	17	78	5	4,7	0,76
La Realidad Virtual Inmersiva es divertida (17)	0	0	5	20	76	5	4,7	0,56

Nota: 1 a 5: % respuesta de cada ítem según valores de escala; Mo: moda; M: media; D.S.: desviación estándar. Tras cada ítem se sitúa entre paréntesis la posición en el cuestionario

En lo que respecta al análisis estadístico inferencial de las dimensiones del instrumento según género (Tabla 3), observamos que la dimensión con mayor ponderación es la *Actitudinal-Educativa* ($M=4,14$) y con menor diferencia entre grupos ($d=-0,04$), lo que atribuimos a que, en cuanto a la valoración del uso de RVI como recurso educativo, todos los estudiantes, sin distinción, la ven como recurso favorable para la educación científica.

Tabla 3. Resultados por dimensiones de la prueba U Mann-Whitney y tamaño del efecto según género

DIMENSIÓN	TOTAL			MUJERES			VARONES			Z	p	d
	N	M	D. S.	N	M	D. S.	N	M	D. S.			
<i>Actitudinal – Educativa</i>	41	4,14	0,49	21	4,13	0,50	14	4,11	0,52	-0,15	0,88	-0,04
<i>Lúdico – Social</i>	41	3,64	0,57	21	3,52	0,51	14	3,76	0,71	-1,22	0,22	0,40

<i>Accesibilidad – Costo – Tecnología</i>	41	2,61	0,51	21	2,45	0,51	14	2,80	0,37	-2,01	0,04*	0,76
---	----	------	------	----	------	------	----	------	------	-------	-------	------

Nota: Estadísticamente significativo al $*p < .05$

Con relación a lo observado en la dimensión *Actitudinal-Educativa* los resultados se encuentran en línea con otras investigaciones que ha valorado el uso de RVI como recurso educativo favorable (Cheng y Tsai, 2020; Liu et al., 2020; Han et al., 2020). En lo relativo a la dimensión *Lúdico-Social*, encontramos hallazgos similares en investigaciones previas (Silva-Díaz et al., 2021b).

En cuanto a la dimensión *Lúdico-Social*, se aprecian valoraciones favorables ($M=3,64$) con ciertas variaciones entre grupos no siendo significativas ($p=0,22$; $d=0,40$). Atribuimos estos resultados a que los estudiantes perciben la RVI como una tecnología con alto impacto social, pero de la que carecen de experiencias (al analizar los datos desagregados del ítem 20 se observa que solo tres estudiantes poseen sus propios visores RVI, representando a un 7,31% de los participantes).

Finalmente, la dimensión *Accesibilidad-Costo-Tecnología* cuenta con la menor valoración ($M=2,61$). Sin embargo, en lo que respecta a las diferencias entre los grupos existen variaciones significativas ($p=0,04$) con un alto valor del Tamaño del Efecto de Cohen ($d=0,76$). Esta situación la interpretamos a que quienes se identifican con el género femenino son más reflexivas a la hora de invertir en tecnología, mientras que aquellos identificados con el género masculino tienden a ser mayores consumidores de tecnología.

CONCLUSIONES

Hemos puesto de manifiesto cómo la RVI se posiciona como una tecnología favorable para la enseñanza, especialmente en el ámbito de las Ciencias Experimentales. Asimismo, se ha establecido, a partir de otros estudios, que el uso de la RVI pareciera tener efectos positivos en el aprendizaje de los estudiantes. En este estudio nos planteamos el interrogante de cómo perciben los estudiantes de Bachillerato la tecnología de RVI y hemos llegado a la siguiente conclusión:

Los estudiantes perciben la RVI como una tecnología que favorece el aprendizaje de las ciencias, a la vez de que se trata de una tecnología entretenida y que tiene la capacidad de reunirlos a pesar de las distancias. Por otra parte, conciben la RVI como una tecnología aún costosa y de difícil acceso, siendo los participantes que se identifican con el género masculino quienes tienen una predisposición de adquirir unas gafas de RVI por sobre aquellas que se identifican con el género femenino, quienes reflexionan con mayor profundidad sobre el costo. En futuros estudios pretendemos profundizar en el concepto de Metaverso y la percepción de los estudiantes ante al mismo.

AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Becas Chile (Folio 72210150). Proyecto PPII2018-06 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardona, M. (2002). *Introducción a los métodos de investigación en educación*. Madrid: EOS.
- Chang, S. C., Hsu, T. C., Kuo, W. C., y Jong, M. S. Y. (2019). Effects of applying a VR-based two-tier test strategy to promote elementary students' learning performance in a Geology class. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 148–165.
- Cheng, K. H., y Tsai, C. C. (2019). A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors. *Computers & Education*, 140, 103600. <https://doi.org/10.1016/j.compe.2019.103600>

- Cheng, K. H., y Tsai, C. C. (2020). Students' motivational beliefs and strategies, perceived immersion and attitudes towards science learning with immersive virtual reality: A partial least squares analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6) 2139-2158.
- Cipresso, P., Giglioli, I., Raya, M., y Riva, G. (2018). The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in Psychology*, 9(1). <https://10.3389/fpsyg.2018.02086>
- Di Natale, A. F., Reppeto, C., Riva, G., y Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006-2033. <https://10.1111/bjet.13030>
- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., y Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Han, I. (2020). Immersive virtual field trips in education: A mixed-methods study on elementary students' presence and perceived learning. *British Journal of Educational Technology*, 51(2), 420-435. <https://doi.org/10.1111/bjet.12842>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q., y Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049. <https://doi:10.1111/bjet.13028>
- Liu, D., Dede, C., Huang, R., y Richards, J. (2017). *Virtual, augmented, and mixed realities in education*. Berlin, Germany: Springer.
- Makransky, G., Wismer, P., y Mayer, R. (2018). A gender matching effect in learning with pedagogical agents in an immersive virtual reality science simulation. *Journal of Computer Assisted Learning*. 1-10. <https://doi:10.1111/jcal.12335>
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., y Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning Instruction*, 60(1), 225-236. <https://10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Makransky, G., Petersen, G. B., y Klingenberg, S. (2020). Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2079-2097. <https://10.1111/bjet.12954>
- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., y Bailenson, J. N. (2018). Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364>
- Menjivar, E., Sánchez, E., Ruíz, J., y Linde, T. (2021). Revisión de la producción científica sobre la realidad virtual entre 2016 y 2020 a través de Scopus y WoS. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 10(2), 26-55. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.13422>
- Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J., Fernández-Ferrer, G. & Vázquez-Vílchez, M. (2021a). Análisis bibliométrico sobre el uso de Tecnologías Emergentes en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en la década 2010 – 2019. En 29 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, p. 720-728. Universidad de Córdoba y APICE
- Silva-Díaz, F., Fernández-Plaza, J.A. & Carrillo-Rosúa, J. (2021b). Uso de Tecnologías Inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educación*, 57(1), 119-138. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136>

Percepciones mostradas por estudiantes de 2ºESO sobre PreVolTem: Un juego educativo de dados para la enseñanza de las leyes de los gases

Jesús R. Girón-Gamero¹, José M. Hierrezuelo Osorio².

¹ I.E.S. Isaac Albéniz (Málaga). jesusr.giron@gmail.com.

² Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Málaga). jose.hierrezuelo@uma.es

RESUMEN: El uso de juegos educativos como herramientas de aprendizaje es un enfoque prometedor debido a su capacidad para enseñar y reforzar no sólo conocimientos, sino también habilidades esenciales como la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación. Este trabajo se centra en el diseño de un juego educativo adaptado del tradicional juego del parchís utilizado para trabajar las leyes de los gases con estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. En concreto, este juego educativo ha sido puesto en práctica en el I.E.S. Isaac Albéniz (Málaga, España), implementado en 6 sesiones de una hora con 27 estudiantes españoles de 2º de E.S.O. La experiencia desarrollada parece indicar que el juego “PreVolTem” puede ser una herramienta interesante para la enseñanza de las leyes de los gases con estudiantes de secundaria, cuyos puntos fuertes, según las percepciones de los estudiantes, fueron la utilidad y la sencillez.

PALABRAS CLAVE: química, leyes de los gases, juego educativo, educación secundaria

ABSTRACT: The use of educational games as learning tools is a promising approach because of their ability to teach and reinforce knowledge and essential skills such as problem solving, collaboration, and communication. This work focuses on designing an educational game adapted from the traditional game of Parcheesi used to work on gas laws with students in Compulsory Secondary Education. Specifically, this educational game has been put into practice in the I.E.S. Isaac Albéniz (Málaga, España), implemented in 6 sessions of one hour with 27 Spanish students of 2nd year of E.S.O. The experience developed indicates that the “PreVolTem” game can be an interesting tool for teaching gas laws with secondary school students, whose strong points, according to the students' perceptions, were its usefulness and simplicity.

KEYWORDS: chemistry, gas laws, educational game, secondary education

INTRODUCCIÓN

Habitualmente, la enseñanza tradicional es percibida como ineficaz y molesta por muchos estudiantes (Ebner y Holzinger, 2007; Erhel y Jamet, 2013). Aunque los docentes buscan continuamente enfoques instructivos novedosos, en general, uno de los principales problemas actuales es la motivación y el compromiso de los alumnos. En este sentido, el uso de juegos educativos como herramientas de aprendizaje es un enfoque prometedor debido a su capacidad para enseñar y reforzar no sólo conocimientos, sino también

habilidades esenciales como la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación. Además, el uso de juegos educativos puede fomentar y estimular ciertas cualidades morales en los alumnos, como el autocontrol, la honestidad, la seguridad, la atención y la concentración en la tarea, la reflexión, la búsqueda de formas alternativas de ganar, el respeto a las reglas, la iniciativa, el sentido común, el sentido de la solidaridad con los compañeros y, sobre todo, el juego limpio (Torres, 2002). En concreto, el uso de juegos como herramienta para mejorar el aprendizaje ha sido ampliamente utilizado en el campo de la enseñanza de la química (Sulcová, Zákostelná, y Reslová, 2014), y este enfoque se ha utilizado a menudo para enseñar en infantil y primaria en particular. Sin embargo, la investigación sobre los enfoques basados en el juego para estudiantes de secundaria y adultos es mucho menos común.

Podemos considerar que los planteamientos educativos basados en el juego se enmarcan en una teoría constructivista del aprendizaje ya que el alumnado se enfrenta a su propio conocimiento a raíz del reto que se les plantea, dando lugar que los estudiantes desarrollen la capacidad de construirlo.

Además, una característica inherente a los juegos es el carácter desafiante de sus reglas y objetivos, que suelen consistir en un reto personal o en alguna meta ambiciosa, por lo que los docentes también pueden utilizarlos para elevar los niveles de interés y conseguir que los alumnos participen activamente en el proceso de aprendizaje. Otras características que se les puede atribuir a estos juegos educativos para ser útiles en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje son: a) deben potenciar y desarrollar la actividad cognitiva para consolidar un aprendizaje eficaz; b) deben mejorar indirectamente la eficacia del proceso educativo, ya que requieren una mayor reflexión por parte del docente y c) deben estar bien planificados según los objetivos educativos y sus implicaciones en el aula.

En este contexto, los métodos basados en el juego, el juego o los videojuegos son especialmente aplicables, ya que fomentan y facilitan formas alternativas de ver un tema determinado. Además, el uso de juegos educativos podría mejorar la motivación de los alumnos en la enseñanza de las ciencias y contribuir así al desarrollo de percepciones positivas hacia la ciencia, lo que constituye un aspecto esencial del aprendizaje de estas. De hecho, los sentimientos, las percepciones y las emociones influyen en gran medida en los procesos cognitivos y, en consecuencia, existe una profunda relación entre las variables emocionales y el proceso de aprendizaje. Es evidente que las actitudes desempeñan un papel esencial no sólo en el aprendizaje de las ciencias a nivel básico, sino que también son un factor crítico en el desarrollo de las vocaciones científicas entre los estudiantes.

En definitiva, la adquisición de conocimientos a través de los juegos surge de las oportunidades de crear y desarrollar una serie de estructuras mentales, abriendo así el camino al desarrollo del pensamiento abstracto. Este trabajo se centra en el diseño de un juego educativo adaptado del tradicional juego del parchís utilizado para trabajar las leyes de los gases con estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria.

OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

- a) Presentar un juego para la enseñanza de las leyes de los gases
- b) Mostrar las percepciones del alumnado sobre el juego diseñado

METODOLOGÍA

Participantes e implementación en el aula


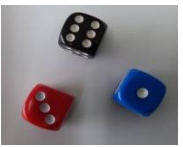


Este juego educativo ha sido puesto en práctica en el I.E.S. Isaac Albéniz (Málaga, España), un instituto público de secundaria cuyo alumnado presenta un nivel socioeconómico medio-bajo en comparación con la media de la ciudad. Se implementó en 6 sesiones de clase de una hora durante el mes de enero de 2021, con un grupo de 27 estudiantes españoles de 2º de E.S.O. Estos estudiantes cursaban por primera vez la materia de Química y sus edades estaban comprendidas entre 13 y 14 años, siendo 10 chicos (37%) y 17 chicas (63%). Para el desarrollo del juego se realizaron agrupamientos de 4 personas (a excepción de un grupo de 3).

Breve descripción del juego

Materiales

Para el diseño del juego se han utilizado materiales comerciales y otros de diseño propio. En la tabla 1 se muestran estos elementos junto al número necesario para desarrollar el juego por cada grupo de estudiantes.

Tabla 2. Materiales necesarios para el juego

	Descripción	Número	Imagen
Materiales comerciales	Tablero de parchís. Se usa para avanzar con las fichas de jugadores.	1	
	Dados de 6 caras de colores. Valen para avanzar por el tablero y para determinar el valor de las variables en los cálculos.	3	
Materiales de diseño propio	Dados de variables. Se trata de dados de seis caras de colores que inicialmente no tienen nada escrito. Se les rotulan las letras P (Presión), V (Volumen) y T (Temperatura) por duplicado hasta completar las seis caras.	2	
	Dado de incógnita. Se trata de un dado de seis caras blanco que inicialmente no tiene nada escrito. Se le rotula en cada cara una de las siguientes incógnitas: P ₁ , V ₁ , T ₁ , P ₂ , V ₂ , T ₂ , que corresponden al valor de la variable inicial (1) o final (2).	1	

Secuencia de juego

El objetivo del juego es avanzar por un tablero de parchís y obtener la máxima puntuación a partir de la tirada de unos dados (ver imagen 1). Las puntuaciones se consiguen aplicando y resolviendo la fórmula sencilla de alguna ley de los gases (Boyle, Gay-Lussac o Charles, 1 punto) o la fórmula de ley general de los gases (2 puntos). La secuencia de juego es la siguiente:

1. Tirada de dado de avance: Se tira un dado de 6 y se avanza por el tablero.
2. Tirada de los dos dados de variables: La combinación obtenida entre ambos dados determina la ley del gas que se tiene que usar: P-V (Boyle); P-T (Gay-Lussac); V-T

- (Charles). Si se obtiene una combinación con las mismas variables (P-P; T-T; V-V) se aplica la ley general de los gases ideales.
3. Se tira el dado de incógnita: La incógnita obtenida (P_1 , V_1 , T_1 , P_2 , V_2 , T_2) indica qué variable se debe calcular utilizando la fórmula aplicada del paso anterior.
 4. Asignación de valor numérico a las variables que lo necesiten para el cálculo. Se establece (para las variables que proceda) que la primera tirada corresponde al momento inicial del gas (P_1 , V_1 , T_1) y la segunda al final (P_2 , V_2 , T_2).
 - a) Cálculo de Presión: Tira 1 dado de 6. El resultado es el valor de la presión. La unidad de medida es la atmósfera.
 - b) Cálculo de Volumen: Tira 2 dados de 6. Se suman los números de ambos dados y el resultado es el valor del volumen. La unidad de medida es el litro.
 - c) Cálculo de Temperatura: Tira 3 dados de 6. Se asigna código de colores para las unidades, decenas y centenas (por ejemplo, dado azul unidades, dado negro decenas y dado rojo centenas). Se ordena y da un número de 3 cifras. La unidad de medida es el kelvin.
 5. Operación matemática leyes de los gases. En una hoja auxiliar se enuncian las fórmulas y se realizan los cálculos pertinentes, que serán revisadas por el docente en el transcurso del juego. Se suman los puntos según la fórmula acertada.
 6. Repetición del proceso.

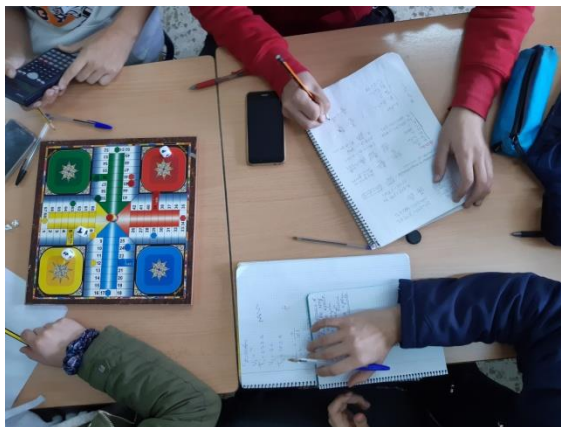


Imagen 1. Alumnos jugando a “PreVolTem”

Instrumento de toma de datos

Para estudiar las percepciones de los estudiantes sobre el juego educativo se empleó el cuestionario de valoración de juegos educativos de Franco-Mariscal, Franco-Mariscal y Salas (2017). Este cuestionario consta de dos partes: la primera donde los estudiantes deben indicar con respuestas cortas qué habían aprendido sobre química y los aspectos mejor y peor apreciados del juego; la segunda donde los estudiantes puntuaban el juego en una escala de 0 a 10 puntos, así como la valoración de cuatro cualidades del juego (su sencillez, utilidad, atracción e interés) en una escala Likert de cuatro puntos (muy poco, poco, algo, mucho). El cuestionario se adaptó a formato digital utilizando la herramienta Google Form y fue cumplimentado por el alumnado al finalizar la experiencia. En este trabajo se analizan los datos cuantitativos de la segunda parte del cuestionario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este trabajo y por cuestión de espacio se van a discutir los resultados de la segunda parte del cuestionario donde los estudiantes valoran las cualidades globales del juego. En primer lugar, el juego fue bien recibido por los estudiantes que participaron ya que la puntuación media otorgada al mismo fue de 8,81 sobre 10 puntos.

En la tabla 2 se muestran las percepciones de los estudiantes sobre las características generales del juego.

Tabla 3. Porcentajes de valoración de las cualidades del juego

	Sencillez (%)	Utilidad (%)	Atractivo (%)	Interés (%)
Muy poco	7,41	0,00	0,00	0,00
Poco	3,70	0,00	22,22	11,11
Algo	55,56	14,81	44,44	37,04
Mucho	33,33	85,19	33,33	51,85

En líneas generales, estas percepciones se consideran positivas en lo que respecta al uso del juego diseñado para la enseñanza de las leyes de los gases. Respecto al aspecto más valorado, podemos destacar que fue la utilidad, ya que el 85,19% del alumnado marcó el ítem “mucho”. El segundo aspecto que cabe resaltar es que los estudiantes encontraron este juego educativo sencillo de llevar a cabo en el aula con porcentajes que variaban entre un 55,56% (para “algo”) y un 33,33% (para “mucho”). Así mismo ha resultado interesante a los jugadores pues más de la mitad lo ha puntuado como “mucho” (51,85%), seguido de más de un tercio como “algo” (37,04%). Por último, en lo que respecta al atractivo, la puntuación más alta la encontramos en “algo” (44,44%), lo que nos indica una percepción sobre el atractivo del juego también positiva.

CONSIDERACIONES FINALES

La experiencia desarrollada parece indicar que el juego educativo “PreVolTem” puede ser una herramienta interesante para la enseñanza de las leyes de los gases con estudiantes de secundaria ya que lo perciben de forma positiva y lo puntúan casi con sobresaliente. Tal y como se desprende de este estudio piloto, que por cuestión de espacio no se ha desarrollado en mayor profundidad, el juego de forma global ha gustado al alumnado y tiene como puntos fuertes la utilidad y sencillez. Somos conscientes de la limitación del tamaño de la muestra y es por ello, que está prevista la realización de una futura investigación reformulando aquellos aspectos que hemos detectado mejorables, con una muestra de estudiantes más numerosa que permita estudiar no solo las percepciones de los estudiantes sino también el efecto que este juego produce en sus aprendizajes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en la convocatoria 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ebner, M. y Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education*, 49 (3), 873-890.
- Erhel, S. y Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167.
- Franco-Mariscal, A.J, Franco-Mariscal, R. y Salas, G. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista eletrônica Ludus Scientiae*, v. 1, n. 2, p. 1-13.
- Martín del Pozo, R., Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., Rodríguez, F., Azcárate, P. y Ezquerro, A. (2012). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Šulcová, R., Zákostelná, B., Reslová, M. (2014). *Didactical games for chemical education*. In Teaching and Learning Science at All Levels of Education; Ciesła, P., Michniewska, A.; Eds.; Pedagogical University of Kraków: Kraków, pp 47-50.
- Torres, C. M. (2002). El juego: una estrategia importante. *Educere, la Revista Venezolana de Educación*, 6(19), 289-296.
- Wallace, J. y Loughran, J.J. (2012). Science teacher learning. En K. Tobin, C. McRobbie y B. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education*. (2nd Edition, pp. 295–306). Springer.

Profesorado, actividades no formales y competencia científica: más allá de lo evidente

Jorge Martín-García¹, María Eugenia Dies Álvarez².

¹Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. araujo@unizar.es.

²Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. medies@unizar.es.

RESUMEN: La necesidad de promover la competencia científica de los estudiantes ha llevado a los profesores a buscar nuevos recursos entre los que se encuentran las actividades de educación no formal. En esta comunicación se presenta un análisis de los objetivos que establecen los docentes que van a participar en una actividad de este tipo, desde la perspectiva de la competencia científica. Partiendo de una pequeña revisión bibliográfica se ha establecido un marco de referencia que reconoce la existencia de cinco dimensiones diferentes dentro de esta competencia. Los resultados obtenidos muestran que el profesorado participante fija objetivos vinculados a las cinco dimensiones propuestas. Así, se concluye que la actividad analizada es, para los educadores, un recurso que les ayuda a conseguir que sus estudiantes pongan en práctica y consoliden las diferentes destrezas que componen la competencia científica.

PALABRAS CLAVE Educación no-formal; laboratorio; investigación; competencia científica.

ABSTRACT: There is a growing need for activities which favour students' scientific competence development. In this communication a study of the possibilities for the development of scientific competence offered by a non-formal scientific activity according to the objectives that teachers set before their participation is presented. A brief literature review was carried out to establish a theoretical framework which reveals the presence of five different dimensions in the term scientific competence. From this perspective teachers answers to an open-ended question were analysed. Results showed that, in their objectives, educators refer to the five proposed dimensions. In conclusion, teachers' perspectives reveal that for them the activity seems to be a useful teaching aid, which allows them to offer their students several opportunities to put their skills into practice and to develop their scientific competence.

KEYWORDS: Non-formal education; laboratory; research; scientific competence.

INTRODUCCIÓN

El gran objetivo de la enseñanza de las ciencias es lograr formar individuos que sean científicamente competentes. Sin embargo, es complicado articular una definición unitaria y consensuada del término competencia científica que capture la esencia del término y, al mismo tiempo, la gran variedad de matices y aristas que implica. En cualquier caso, en lo que sí se encuentra consenso es en que la competencia está íntimamente asociada con el desempeño, y que el ser competente en ciencias, demanda la puesta en marcha de conjunto integrado de capacidades tanto de orden conceptual como actitudinal y procedimental.

Es por ello que diferentes autores (Boadas et al., 2017; Cañal de León, 2012; Domènech-Casal, 2018; Llorente et al., 2017; Sanmartí y Márquez, 2017) reconocen la existencia de diferentes dimensiones dentro de la competencia científica:

- 1) Dimensión conceptual: que abarca “los conceptos científicos”, las teorías, los hechos, los conceptos y modelos y donde convergen aquellas capacidades que se relacionan con la comprensión y manejo de los mismos que permiten describir, analizar, modelizar y predecir los fenómenos naturales.
- 2) Dimensión metodológica: centrada en las prácticas y “procesos científicos”, el conocimiento y empleo de las estrategias necesarias para abordar el estudio de los fenómenos. En ella se agrupan las destrezas vinculadas tanto a los procesos de razonamiento científico como al diseño y puesta en marcha de procesos característicos de la actividad científica como los métodos experimentales o la investigación empírica, la búsqueda y selección de información relevante, la toma de datos, el control de variables, la identificación de pautas inducir, deducir...etc.
- 3) Dimensión actitudinal: en la cual se reflejan dos tipos de actitudes relacionadas con la ciencia mostradas por los sujetos:
 - a. Las actitudes científicas, que corresponden a aquellas que se asocian con la actividad científica como, por ejemplo, la toma de decisiones basada en la evidencia, el trabajo sistemático, el rigor...etc.
 - b. Las actitudes hacia la ciencia, donde se encuadran aspectos como el interés por la ciencia, la valoración de su relevancia social...etc.
- 4) Dimensión epistemológica: que se centra en la comprensión de cómo se genera y valida el conocimiento científico o las funciones que desempeñan las preguntas, las hipótesis, las observaciones, las teorías o los modelos en dicha generación y en su evolución. De manera similar, supone, también, conocer y comprender la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico como un saber provisional, parcial, consensuado y basado en la evidencia.
- 5) Dimensión integrada: vinculada a “las situaciones y áreas de aplicación”, responde a la necesidad de integración de las diferentes dimensiones para dar una respuesta a problemas cotidianos basada en el conocimiento científico.

En resumen, para ser científicamente competente, no basta con un conocimiento básico de los contenidos y modelos de la ciencia, se necesita también un cierto dominio de las habilidades y actitudes científicas, de las estrategias que se emplean para la generación y validación del conocimiento científico, de los procesos de indagación y de la propia naturaleza de la ciencia.

En este marco, esta comunicación presenta un pequeño análisis de los objetivos que se marca el profesorado cuando participan en una actividad científica no formal, como el Concurso de Cristalización en la Escuela, desde la perspectiva de las cinco dimensiones que configuran la competencia científica.

MÉTODO

El Concurso de Cristalización en la Escuela (CCE) es una iniciativa no formal que pretende embarcar a los participantes en un proyecto de investigación relacionado con la cristalografía que barra desde el trabajo en el laboratorio hasta la presentación de resultados en un congreso científico para mostrarles cómo se trabaja en el ámbito de la ciencia.

En este contexto se ha desarrollado un estudio en el que han participado 165 profesoras y profesores implicados en alguna de las cuatro ediciones del concurso comprendidas entre

los años 2016 y 2020. La recogida de información se ha realizado a través de un cuestionario de preguntas abiertas administrado de forma telemática a través de Google Forms, para que los educadores tuvieron la oportunidad de confeccionar sus propias respuestas resaltando aquellos aspectos que consideraran más relevantes. En concreto, en este trabajo se han analizado las respuestas dadas por los educadores a las preguntas: ¿Qué objetivos te has propuesto conseguir con los alumnos? ¿Por qué te has decidido a participar en el concurso de Cristalización en la escuela?

En primer lugar, se ha realizado una pequeña revisión bibliográfica para conceptualizar el término y establecer un marco teórico de referencia para el análisis. En cuanto al análisis de datos, cada una de sus respuestas ha sido segmentada en unidades de análisis para separar las diferentes ideas comprendidas en ellas; estas unidades se han evaluado desde un punto de vista a través de un proceso de análisis cualitativo del contenido (Mayring, 2000) para conformar un conjunto estructurado de categorías que recogen las impresiones de los docentes. Finalmente, se han analizado las unidades asignadas a cada categoría para determinar a cuál de las cinco dimensiones de la competencia científica hacían alusión.

RESULTADOS

En un primer análisis interpretativo-descriptivo se han clasificado las diferentes unidades de análisis derivadas de las respuestas de los profesores en seis grandes categorías dentro de las cuales, a su vez, se han establecido diferentes núcleos de interés que se refieren a los elementos mencionados con mayor frecuencia (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías y núcleos de interés en que se distribuyen los objetivos mencionados por el profesorado

CATEGORÍA	NÚCLEOS DE INTERÉS
(A) Participar en una experiencia que contribuya al aprendizaje del alumnado	(A1) Potenciar el aprendizaje cooperativo y el trabajo en equipo (A2) Formación en cristalografía. (A3) Trabajar contenidos curriculares. (A4) Desarrollar un proyecto de investigación (A5) Introducir la experimentación. (A6) Incrementar el trabajo práctico.
(B) Que los estudiantes desarrollen competencias, habilidades o actitudes.	(B1) Competencias y habilidades científicas (B2) Actitudes personales. (B3) Orden, rigor, método y trabajo sistemático (B4) Autonomía, iniciativa, independencia (B5) Creatividad (B6) Presentar o exponer resultados y conclusiones
(C) Acercar la ciencia al alumnado	(C1) Conocer y aplicar el método científico (C2) Despertar el interés por la ciencia (C3) Desarrollar una actitud positiva hacia la ciencia (C4) Conocer y experimentar el trabajo científico.
(D) Laboratorio como herramienta didáctica	(D1) Trabajo en el laboratorio (D2) Elaborar un cuaderno de laboratorio (D3) Manejar los instrumentos y materiales del laboratorio
(E) Divertirse y disfrutar de la experiencia	(E1) Disfrutar de la ciencia (E2) Disfrutar del laboratorio
(F) Motivar e interesar al alumnado	

Partiendo de esta base, dentro de la dimensión conceptual aparecerían aspectos como la adquisición y la mejora de la comprensión de contenidos y conceptos científicos asociados a diferentes materias del currículo (A3), pero también propios de la cristalografía (A2). Del mismo modo, encajarían en esta dimensión objetivos como conocer y comprender el método científico (C1), entender cómo se debe desarrollar un

proceso de investigación (A4) o vincular los conocimientos teóricos con aspectos prácticos (A6).

Por otra parte, en cambio, la mayoría de los objetivos planteados por los docentes se centran en aspectos más vinculados a la dimensión metodológica. En esta línea aparecen metas como aprender a experimentar y modificar los protocolos y variables del proceso de cristalización para así obtener cristales con diferentes características (A5, A2); incrementar el trabajo práctico a través de la incorporación de actividades de carácter más manipulativo (A6), mejorar las habilidades comunicativas de los estudiantes a través de la defensa de su proyecto ante un público o la exposición de los resultados obtenidos (B6) o ser capaces de organizarse para desarrollar un trabajo en equipo (A1).

Del mismo modo, otros como aprender a hacerse preguntas, plantear hipótesis, analizar resultados y sacar conclusiones (B1), ser capaces de aplicar o desarrollar el método científico (C1), poner en práctica algunas de las estrategias características del trabajo de la ciencia (C4), desarrollar su creatividad (B5) aprender cómo se trabaja en el laboratorio, poniendo en prácticas diferentes técnicas (D1), aprender a elaborar y organizar un cuaderno de laboratorio (D2) o a manejar adecuadamente el instrumental de laboratorio (D3) son también objetivos que pueden encuadrarse dentro de esta segunda dimensión.

En lo referentes a las actitudes científicas, enmarcadas dentro de la dimensión actitudinal, se podrían clasificar objetivos como valorar el trabajo en equipo y las contribuciones de los compañeros (A1), ser más metódicos y ordenados, trabajando con mayor rigor y documentando los pasos seguidos (B3), desarrollar la autonomía y la independencia, siendo capaces de tomar decisiones por sí mismos, de forma independiente (B4), fomentar la curiosidad científica y otras actitudes como el esfuerzo y la perseverancia (B2) o respetar la normas de trabajo en el laboratorio (D1).

En cambio, dentro de las actitudes hacia la ciencia, podrían incorporarse objetivos como despertar el interés por la ciencia (C2), la cristalografía (A2) o la investigación científica (A4) en el alumnado, que desarrollen una actitud más positiva hacia la ciencia, dejando de verla como algo excesivamente complicado (C3) o que puedan disfrutar tanto de ella como del trabajo en el laboratorio (E1, E2). También entrarían en este conjunto metas como que los estudiantes lleguen a valorar y apreciar el trabajo de los científicos (C4) o que se motiven, se interesen o se ilusionen con el proyecto a desarrollar en el concurso (F).

Por otro lado, en la dimensión epistemológica, de acuerdo a las propuestas de Boadas et al. (2017) o Cañal de León (2012), podrán incorporarse objetivos como valorar la importancia del cuaderno de laboratorio para la investigación científica (B2, D2), comprender el papel jugado por la experimentación en ciencias (A5), valorar la ciencia y relacionarla con la vida cotidiana (C2) o apreciar el valor del trabajo de los científicos (C4). Por último, aunque es formulado expresamente como objetivo por ninguno de los docentes, sí aparece de manera implícita, dada la relevancia que otorgan al trabajo en equipo, un reconocimiento de la naturaleza cooperativa de la ciencia, cuyo avance es, cada vez más, consecuencia de la colaboración entre diferentes científicos, centros y equipos de investigación.

Finalmente, los únicos objetivos que pueden atribuirse a la dimensión integrada, de acuerdo con la definición que emplea de Boadas et al. (2017), serían los asociados al núcleo de interés desarrollar un proyecto de investigación (D3) y algunos de los que aparecen en la categoría B como, por ejemplo, *“encontrar soluciones a los problemas que se van planteando durante el proyecto”*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las demandas curriculares actuales llevan a los centros y a los docentes a buscar propuestas que permitan desarrollar la competencia científica del alumnado, pero, precisamente, dado que este es un concepto tan amplio, en el que se han de acomodar elementos tan diferentes no es fácil llevar al aula actividades o secuencias que permitan trabajarla convenientemente. En este marco, la educación no formal se erige como potencial solución a este problema porque no se ve afectada por algunas de las limitaciones habituales que se presentan en la enseñanza formal (Jarvis y Pell, 2005) y, por ello, permite dar entrada a experiencias más completas y enriquecedoras que ofrecen una visión más amplia y realista del conocimiento científico pero que muchas veces resultan complicadas de trasladar al aula.

Desde esta perspectiva, los resultados obtenidos muestran cómo los objetivos establecidos por el profesorado para la participación en el concurso abarcan las cinco dimensiones en que se divide la competencia científica de acuerdo con el modelo tomado como referencia y, por lo tanto, entroncan con una tradición educativa que presenta la educación no formal como un complemento idóneo para el sistema formal, que llega a donde este, muchas veces, no puede.

En concreto, en lo que se refiere a la distribución de los objetivos en las diferentes dimensiones se aprecia un predominio claro de la metodológica, lo que secunda las propuestas de autores como Pastor (2007) que contemplan la complementariedad entre la educación formal y no formal desde un prisma en el que la primera aparecería como la más indicada para para la satisfacción de las necesidades más puramente cognitivas y conceptuales, mientras que la segunda sería de mayor pertinencia para el desarrollo de habilidades técnicas y la adquisición de aprendizajes de tipo procedimental.

Por otra parte, en lo que respecta a la dimensión integrada, es cierto que aparece en menor medida que el resto y que se circunscribe exclusivamente a dos categorías, B y D. Sin embargo, las posibilidades de integración de las diferentes dimensiones que ofrece el concurso se aprecian claramente cuando se trabaja con las respuestas completas en lugar de con las unidades de análisis de manera individualizada. Dado que por lo general cada profesor hace referencia varios objetivos diferentes en sus respuestas, con frecuencia en estas se combinan elementos que corresponden a más de una dimensión de manera que muestran una cierta integración.

De forma similar, dentro de algunas de las metas asignadas a una determinada dimensión subyacen elementos vinculados a las demás. Por citar un ejemplo, un adecuado manejo del instrumental del laboratorio implica una comprensión tácita de los conceptos de medida y error instrumental, del funcionamiento del instrumento utilizado, de la propiedad de la materia que se cuantifica...etc. En este sentido, la integración se produce especialmente en las dimensiones conceptual y metodológica, metodológica y epistemológica o epistemológica y conceptual y se centra en objetivos pertenecientes a núcleos de interés como, por ejemplo, A5, B1, C1, C4, D1 o D2.

En este sentido, siguiendo a Boadas et al. (2017), es claro que el concurso en sí mismo debería ser considerado un ejemplo de trabajo en la dimensión integrada dado que el profesorado a través de la participación busca combinar conocimientos conceptuales, actitudinales, procedimentales y hasta epistemológicos para dar respuesta a una pregunta de investigación que se erige el centro del proyecto.

Desde otra perspectiva, la conceptualización de competencia científica que marca PISA ha ido evolucionando desde “*capacidad de usar el conocimiento científico, identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas*” (OECD, 2000), hasta una versión más reciente (OECD, 2016) que plantea que para ser competente se necesita ser capaz de: (a) explicar fenómenos científicamente; (b) evaluar y diseñar la investigación científica y (c) interpretar datos y pruebas científicamente. En ambos casos, las respuestas del profesorado dejan claro que, aun tomando estas concepciones como referencia, en lugar del modelo que se describe en la sección de introducción, el desarrollo de las actividades del concurso parece a priori una herramienta de interés para la promoción de la competencia científica

En resumen, a ojos de los profesores, el concurso puede ser un recurso que favorezca que los estudiantes se familiaricen con la forma de razonar y actuar de la ciencia y que puedan emplearlas para lograr una mayor comprensión de qué es, cómo se hace y cuál es su naturaleza. Siendo así, podría concluir que al menos desde la perspectiva del profesorado, el concurso aparece como un entorno donde convergen las cinco dimensiones que componen la competencia científica y donde el alumnado de secundaria pueda desarrollar plenamente los diferentes aspectos que integran cada una de ellas.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Experimentales (S27_17R. Gobierno de Aragón-IUCA). Jorge Martín disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IJU/796/2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boadas, E., Márquez, C., y Monereo, C. (2017). Contribución de las actividades educativas en centros de ciencia para el desarrollo de las dimensiones de la competencia científica en alumnos de primaria. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1519-1524.
- Cañal de León, P. (2012). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En *El desarrollo de la competencia científica* (1.ª ed., pp. 241-268). Graó.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Jarvis, T., y Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83. <https://doi.org/10.1002/tea.20045>
- Llorente, I., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., y Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: Articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Revista Investigación en la Escuela*, 91, 72-89. <https://doi.org/10.12795/IE.2017.i91.05>
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- OECD (2000) *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD.
- OECD (2016), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- Pastor, M. I. (2007). Reflexiones en torno a algunas propuestas de caracterización genérica de la educación no formal. *Bordón. Revista de pedagogía*, 59(4), 659-672.
- Sanmartí, N., y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: Del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>

Revisión sistemática de la literatura acerca de las dificultades conceptuales de la nutrición vegetal (2004-2021)

Oier Pedrera¹, Oihana Barrutia², José Ramón Díez³.

¹ Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). oier.pedrera@ehu.eus.

² Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). oihana.barrutia@ehu.eus.

³ Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). joseramon.diez@ehu.eus.

RESUMEN: Una conceptualización científicamente adecuada acerca de la nutrición vegetal es clave para la alfabetización científica y ambiental de la ciudadanía. Sin embargo, un buen número de estudios muestran que esta temática en particular presenta dificultades conceptuales recurrentes en todas las etapas educativas. Así, este trabajo muestra los resultados de una revisión sistemática de la literatura sobre la comprensión de las y los estudiantes del modelo científico de la nutrición vegetal (MCNV) en torno a cuatro ideas clave que emergen de su análisis histórico y epistemológico. La revisión muestra que las principales dificultades del modelo son independientes a la etapa educativa y evidencia la urgencia de diseñar, implementar y evaluar guías y secuencias de enseñanza/aprendizaje que permitan al alumnado construir modelos significativos cada vez más próximos al modelo científico.

PALABRAS CLAVE: Nutrición vegetal; Dificultades de enseñanza/aprendizaje; Revisión sistemática de la literatura

ABSTRACT: A scientifically accurate conceptualisation of plant nutrition is a key component to the scientific and environmental literacy of citizens. However, numerous studies show that this topic is particularly troublesome and that it presents diverse and recurrent conceptual difficulties in every educational level. Thus, this paper presents the results of a systematic literature review on students' understanding of the scientific model of plant nutrition (SMPN) around four key ideas that emerge from its historic and epistemological analysis. The review shows that the main conceptual difficulties of the model are independent of the educational level, and it evidences the urge to design, implement and assess guidelines and teaching/learning sequences which allow students to construct meaningful models close to the scientific one.

KEYWORDS: Plant nutrition; Teaching/learning difficulties; Systematic literature review

INTRODUCCIÓN

La investigación en torno a las dificultades de enseñanza/aprendizaje del modelo científico de la nutrición vegetal (MCNV) ha sido un tema recurrente en la investigación de la enseñanza de las ciencias desde que ésta comenzó a analizar los modelos mentales y concepciones alternativas del alumnado allá por la década de los 70. Por ello, a día de

hoy, el corpus literario respecto a las dificultades sobre la nutrición vegetal es muy extenso (Charrier Melillán et al., 2007).

No obstante, a pesar de que es un tema prevalente en varias etapas educativas, el MCNV es descrito como uno de los modelos de la biología que mayores dificultades conceptuales presenta. Este hecho provoca que gran parte de las y los estudiantes posea numerosas concepciones alternativas al respecto, incluso después de terminar la escolarización obligatoria (Parker et al., 2012). Por un lado, la falta de atractivo y desinterés hacia las plantas que la mayoría de estudiantes (y profesores/as) presenta debido al fenómeno conocido como *Plant blindness*, propicia que los contenidos relacionados con la botánica sean pasados por alto o insuficientemente abordados impidiendo construir un conocimiento coherente y significativo (Wandersee y Schussler, 2001). Y por otro, la complejidad del modelo en sí mismo también dificulta la correcta conceptualización de los aspectos que lo componen. Requiere de un nivel de abstracción elevado dado que la mayoría de procesos que lo componen son imperceptibles. Además, aglutina conceptos de diferentes disciplinas científicas y puede ser interpretado desde diversas perspectivas o niveles de organización biológica (Akçay, 2017; Marmaroti y Galanopoulou, 2006).

Desde un punto de vista constructivista de la enseñanza, la identificación de las dificultades es el primer paso hacia el diseño y la construcción de secuencias y ambientes de enseñanza/aprendizaje efectivos. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión sistemática fue recopilar de manera cualitativa los resultados más recientes en torno a la investigación de las dificultades del MCNV en las diferentes etapas educativas y agruparlas según cuatro ideas clave que emergen de su análisis epistemológico e histórico.

METODOLOGÍA

El análisis epistemológico de la construcción del conocimiento acerca de la nutrición vegetal se realizó basándose en revisiones históricas anteriores como la de González Rodríguez et al. (2014), y sirvió para definir un conjunto justificado de componentes o ideas conceptuales clave que el alumnado debe articular para comprender el MCNV. Las cuatro ideas clave que se definieron y que guían la presente revisión se pueden resumir como: 1) Nutrición autótrofa; 2) Fotosíntesis; 3) Respiración; y 4) Ecosistema. Así, para que un/a estudiante comprenda el MCNV en su totalidad ha de integrar que la nutrición de las plantas comparte similitudes con la de los animales pero difiere en que es autotrófica; que ello es posible gracias al proceso de fotosíntesis que transforma CO_2 atmosférico en glucosa e hidroliza agua produciendo O_2 , siendo la energía lumínica la que actúa como catalizadora de la reacción; que las plantas respiran del mismo modo que los animales de manera constante en todas las células vegetativas oxidando la materia orgánica procedente de la fotosíntesis para conseguir energía en forma de ATP; y que la nutrición vegetal no es un proceso que se limita al nivel organismo, pues las plantas actúan como productoras primarias y de oxígeno jugando un rol imprescindible en el funcionamiento de los ecosistemas.

La presente revisión sistemática sigue las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 que establece los estándares y criterios para la realización y publicación de revisiones sistemáticas (Page et al., 2021). Así, la revisión consta de diferentes fases:

- 1) Pregunta de investigación. En este caso, la pregunta de investigación principal que guía la revisión fue: ¿Qué resultados muestra la investigación en enseñanza de las ciencias sobre las dificultades del alumnado de diferentes etapas educativas en el aprendizaje del MCNV?

- 2) Criterios de búsqueda y selección. La búsqueda de artículos científicos se realizó para los términos clave (“photosynthesis” O “plant nutrition”) Y (“conceptions” O “education” O “instruction” O “learning” O “misconceptions” O “teaching”) en todas las bases de datos contenidas en la Web of Science (WOS), Scopus y ERIC. De este modo, puesto que los resultados más relevantes anteriores a 2004 ya han sido revisados (Charrier Melillán et al., 2007), la búsqueda se limitó a publicaciones comprendidas entre 2004-2021. La muestra resultante fue de 1082 publicaciones que, tras un cribado y análisis en profundidad siguiendo los criterios de selección definidos (i.e. ser un artículo de investigación con componente experimental; tratar sobre concepciones o dificultades de enseñanza/aprendizaje del MCNV; y estar escrito en inglés o español), se acotó a 76 artículos de investigación.
- 3) Codificación y síntesis de los estudios seleccionados. Los artículos se caracterizaron y codificaron según:
 - a. Foco del trabajo empírico (i.e. diagnóstico de la comprensión conceptual O análisis de las concepciones antes y después de una intervención didáctica específica)
 - b. Nivel educativo (i.e. Educación Primaria (EP; 6-12 años); Educación Secundaria (ES; 13-17 años); Educación Universitaria (EU; >18 años); Profesorado en formación o futuros docentes tanto de EP como de ES (PF; >18 años); Profesorado en activo tanto de EP como de ES (P; >18 años))
 - c. Tamaño muestral
 - d. Claves epistemológicas del MCNV abordadas (i.e. Nutrición autótrofa (CE1); Fotosíntesis (CE2); Respiración (CE3); Ecosistema (CE4))

RESULTADOS

Distribución de literatura

La Figura 1 muestra que, la etapa educativa más representada en los 76 artículos de investigación analizados es la ES (n = 41). Además, aunque la totalidad de los estudios se centra en los aspectos conceptuales fundamentales de la nutrición autótrofa y la fotosíntesis (n = 76), la mayor parte de ellos no considera todas las claves epistemológicas descritas ($\bar{x} = 3,11 \pm 0,09$).

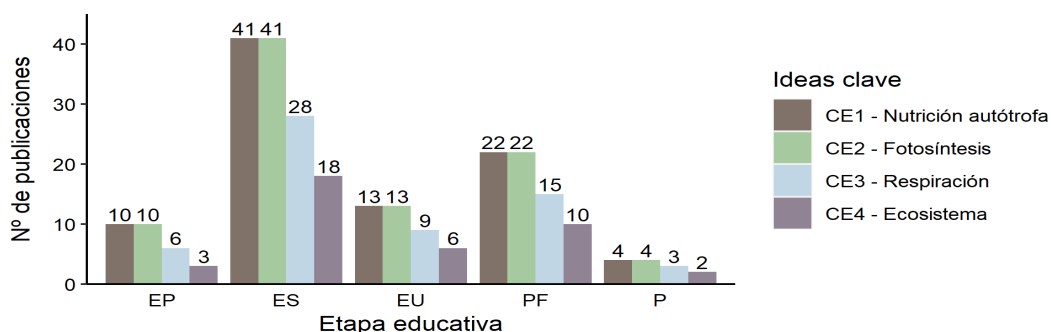


Figura 1. Distribución de los 76 estudios revisados agrupados por nivel educativo e ideas clave del MCNV (la suma es superior a 76 porque varios artículos cumplen más de un criterio de clasificación)

Dificultades en la comprensión de la nutrición autótrofa

Respecto a las dificultades para comprender la nutrición autótrofa de las plantas, la bibliografía identifica que comienzan incluso antes de la escolarización (Christidou y Hatzinikita, 2006). Para autores como Marmaroti y Galanopoulou (2006), la razón por la

cual las dificultades sobre la nutrición autótrofa aparecen tan pronto y difieren de las que se expondrán posteriormente es que, mientras que las primeras surgen de la observación directa e interpretación de fenómenos macroscópicos (por ej. crecimiento, muerte...), el resto se originan durante la instrucción escolar. Así, aunque la mayoría de estudiantes reconoce la necesidad de elementos para vivir y crecer (por ej. agua, aire, tierra...), es común que estudiantes de EP presenten modelos heterotróficos o mixtos de la nutrición vegetal y expliquen que las plantas se alimentan del suelo (por ej. Barman et al., 2006).

Según avanzan en el sistema educativo, las y los estudiantes comienzan a comprender las diferencias ontológicas entre plantas y animales y, por ello, la conceptualización de la nutrición vegetal mejora hacia el final de la EP. No obstante, los resultados de diversas investigaciones demuestran que estudiantes desde la ES hasta la EU e incluso PF continúan presentando modelos mixtos que mezclan ideas científicas con intuitivas o alternativas (por ej. Barrutia y Díez, 2021; Thorn et al., 2016). Por este motivo, existe un consenso sobre las dificultades que entraña adoptar un modelo correcto de la nutrición vegetal sin una conceptualización clara previa de conceptos que presentan significados duales en contextos informales y científicos como alimento, nutrición o energía.

Dificultades en la comprensión de la fotosíntesis

En lo que al proceso fotosintético se refiere, la bibliografía muestra dificultades que se pueden interpretar desde tres perspectivas: macroscópica, microscópica material y microscópica energética.

Desde el punto de vista macroscópico, diferentes autores concuerdan en que las dificultades principales son identificar dónde se da, cuándo se da y qué consiguen las plantas mediante el proceso. Así, la revisión muestra dos concepciones alternativas particularmente prevalentes y problemáticas. Por un lado, la conceptualización de la fotosíntesis como un mero intercambio de gases o “respiración inversa” que obvia la glucosa producida, es descrita como un obstáculo para comprender que las plantas consiguen la materia orgánica que necesitan mediante ese proceso (por ej. Marmaroti y Galanopoulou, 2006). Y por otro, la conceptualización de la fotosíntesis como un proceso productor de energía también parece ser un impedimento para la correcta modelización de la nutrición vegetal. Este hecho además de impedir la comprensión de la fotosíntesis como un proceso de producción de materia orgánica o nutrición, también obstaculiza la integración de la respiración como proceso esencial en la nutrición vegetal como se desarrollará en la siguiente sección (por ej. Brown y Schwartz, 2009).

Sin embargo, la bibliografía enfatiza que las dificultades conceptuales más profundas aparecen al cambiar de una explicación macroscópica y fenomenológica de la nutrición vegetal a una microscópica y atómico-molecular (por ej. Parker et al., 2012). Por ello, en lo que al aspecto microscópico de la fotosíntesis respecta, la revisión muestra que la principal dificultad que presenta el alumnado de todas las etapas educativas es la de entender la fotosíntesis simultáneamente como una reacción transformadora de compuestos de carbono y de energía (por ej. Brown y Schwartz, 2009; Marmaroti y Galanopoulou, 2006; Parker et al., 2012). Diversos autores argumentan que la razón principal detrás de esta dificultad se encuentra en la incapacidad del alumnado para aplicar conceptos y leyes fundamentales subyacentes. De este modo, autores como Hartley et al. (2011) o Parker et al. (2012) entre otros concluyen que la habilidad para integrar contenidos de diferentes disciplinas y aplicar leyes termodinámicas es indispensable a la hora de comprender y razonar sobre procesos biológicos tales como las reacciones transformadoras de carbono.

Dificultades en la comprensión de la respiración

Las dificultades sobre la respiración se pueden interpretar y categorizar del mismo modo que las de la fotosíntesis. Así, desde un punto de vista macroscópico, estudiantes de todos los niveles educativos presentan dificultades para incorporar la respiración a su modelo de nutrición vegetal (por ej. Brown y Schwartz, 2009; Marmaroti y Galanopoulou, 2006; Parker et al., 2012).

Además, entender la respiración como un proceso microscópico independiente, constante y a veces simultáneo a la fotosíntesis que permite a las plantas recuperar la energía química almacenada en la materia orgánica durante la fotosíntesis para desarrollar el trabajo celular también parece ser un obstáculo conceptual de entidad para estudiantes en todas las etapas educativas (Brown y Schwartz, 2009; Marmaroti y Galanopoulou, 2006). Es por eso que, al igual que sucede con la fotosíntesis, autores que se postulan a favor de promover el razonamiento basado en principios y leyes fundamentales (por ej. Hartley et al., 2011; Parker et al., 2012) también lo sugieren para la enseñanza y aprendizaje de la respiración como un proceso microscópico transformador de carbono y energía.

Dificultades en la comprensión del impacto de la nutrición vegetal en el entorno

Finalmente, la habilidad para comprender el impacto de los procesos bioquímicos o individuales en niveles de organización mayores (por ej. ecosistema) también es descrita en la bibliografía como un prerrequisito para comprender y explicar fenómenos biológicos complejos e incluso fomentar la alfabetización ambiental (por ej. Akçay, 2017; Hartley et al., 2011).

Sin embargo, la literatura muestra que el alumnado de todas las etapas educativas presenta dificultades no solo para interrelacionar e integrar conocimientos horizontalmente (por ej. relacionar la fotosíntesis y la respiración), sino también a la hora de intentar formular explicaciones más sistémicas o globales. De este modo, aunque la mayoría del alumnado reconoce la importancia de las plantas para la producción de oxígeno desde la etapa primaria, el rol de la nutrición vegetal como proceso de producción primaria y su relevancia en las redes tróficas, los ciclos de carbono y el flujo de energía presentan diversas dificultades (Caño Pérez, 2019; Düsing et al., 2019). Por ello, investigadores citados en este apartado destacan la importancia de implementar aproximaciones didácticas que explicitan las interrelaciones y fomentan la coherencia horizontal, vertical y transdisciplinar de los conceptos y los contenidos.

CONCLUSIÓN E IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

La revisión sistemática de las dificultades sobre el MCNV sugiere que la conceptualización del alumnado mejora y evoluciona hacia modelos más complejos a lo largo del recorrido educativo. Sin embargo, también muestra que el alumnado presenta numerosas dificultades respecto a las cuatro ideas clave del modelo en todas las etapas educativas. La comprensión científica del MCNV no solo condiciona el conocimiento sobre las plantas, sino que también es un prerrequisito para llegar a entender el funcionamiento de los ecosistemas y argumentar sobre varios de los desafíos sociocientíficos contemporáneos. Por consiguiente, la revisión evidencia la necesidad de adoptar aproximaciones didácticas que consideren estas dificultades y proporcionen a las y los estudiantes experiencias de enseñanza/aprendizaje significativas que les faciliten adoptar modelos más cercanos al científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akçay, S. (2017). Prospective elementary science teachers' understanding of photosynthesis and cellular respiration in the context of multiple biological levels as nested systems. *Journal of Biological Education*, 51(1), 52–65. DOI: 10.1080/00219266.2016.1170067
- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S. y Barman, N. S. (2006). Students' Ideas about Plants y Plant Growth. *The American Biology Teacher*, 68(2), 73–79. DOI: 10.2307/4451935
- Barrutia, O. y Díez, J. R. (2021). 7 to 13-year-old students' conceptual understanding of plant nutrition: Should we be concerned about elementary teachers' instruction? *Journal of Biological Education*, 55(2), 196–216. DOI: 10.1080/00219266.2019.1679655
- 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. DOI: 10.1002/tea.20287
- Caño Pérez, L. (2019). Concepciones sobre nutrición vegetal y relaciones tróficas en función del bagaje educativo: Implicaciones para el futuro profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 37, 89. DOI: 10.7203/dces.37.13285
- Charrier Melillán, M., Cañal, P. y Rodrigo Vega, M. (2007). Student's alternative conceptions on photosynthesis and respiration: A bibliographical revision in relation to plant nutrition researches and learning. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(3), 401. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.3790
- Christidou, V. y Hatzinikita, V. (2006). Preschool Children's Explanations of Plant Growth and Rain Formation: A Comparative Analysis. *Research in Science Education*, 36(3), 187–210. DOI: 10.1007/s11165-005-9006-1
- Düsing, K., Asshoff, R. y Hammann, M. (2019). Students' conceptions of the carbon cycle: Identifying and interrelating components of the carbon cycle and tracing carbon atoms across the levels of biological organisation. *Journal of Biological Education*, 53(1), 110–125. DOI: 10.1080/00219266.2018.1447002
- González Rodríguez, C., Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2014). El modelo de nutrición vegetal a través de la historia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11(1), 2–12. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.02
- Hartley, L. M., Wilke, B. J., Schramm, J. W., D'Avanzo, C. y Anderson, C. W. (2011). College Students' Understanding of the Carbon Cycle: Contrasting Principle-based and Informal Reasoning. *BioScience*, 61(1), 65–75. DOI: 10.1525/bio.2011.61.1.12
- Marmaroti, P. y Galanopoulou, D. (2006). Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383–403. DOI: 10.1080/09500690500277805
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. DOI: 10.1136/bmj.n71
- Parker, J. M., Anderson, C. W., Heidemann, M., Merrill, J., Merritt, B., Richmond, G. y Urban-Lurain, M. (2012). Exploring Undergraduates' Understanding of Photosynthesis Using Diagnostic Question Clusters. *CBE—Life Sciences Education*, 11(1), 47–57. DOI: 10.1187/cbe.11-07-0054
- Thorn, C. J., Bissinger, K., Thorn, S. y Bogner, F. X. (2016). “Trees Live on Soil and Sunshine!”-Coexistence of Scientific and Alternative Conception of Tree Assimilation. *PLOS ONE*, 14.
- Wandersee, J. H. y Schussler, E. E. (2001). Towards a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2–9.

Una actividad entorno a los plásticos para aprender Química en la etapa de secundaria desde los contextos medioambientales

Carlos Heras Paniagua¹, Gregorio Jiménez Valverde², Genina Calafell i Subirà³.

¹Grupo de Innovación Docente EduCits. Facultad de Educación. Universitat de Barcelona. carlosheras@ub.edu.

²Grupo de Innovación Docente EduCits. Facultad de Educación. Universitat de Barcelona. gregojimenez@ub.edu.

³Grupo de Innovación Docente EduCits. Facultad de Educación. Universitat de Barcelona. genina.calafell@ub.edu.

RESUMEN: En este trabajo se muestra la implementación y posterior evaluación de una actividad experimental dentro de la asignatura de Física y Química para estudiantes de 3º de ESO, siguiendo un mismo eje conductor: el ciclo de vida de los plásticos. En el contexto del problema ambiental, producido por la contaminación plástica, los estudiantes tuvieron que resolver y separar, mediante la preparación de diferentes disoluciones a diferentes concentraciones, una mezcla de plásticos. Asimismo, estudiaron su ciclo de vida, sus usos y tipologías e indagaron sobre los efectos ambientales. El objetivo principal del proyecto fue el de promover una mayor comprensión de los conceptos fisicoquímicos y motivar al alumnado con una propuesta de gran y globalizado interés. Además, se introdujeron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), relacionando la concienciación adquirida en otros contextos de su vida.

PALABRAS CLAVE: Química, plásticos, indagación, concienciación medioambiental, sostenibilidad.

ABSTRACT: This work shows the implementation and subsequent evaluation of a practical experience within the Physics and Chemistry subject for 3rd year ESO students, following the same main axis: the life cycle of plastics. In the context of the environmental problem, produced by plastic pollution, the students had to solve and separate, by preparing different solutions at different concentrations, a mixture of plastics. Likewise, they have studied their life cycle, their uses and typologies and inquired about the environmental effects. The main objective of the project was to promote a greater understanding of physicochemical concepts and motivate students with a proposal of great and global interest. In addition, the Sustainable Development Goals (SDG) were introduced, relating the awareness acquired in other contexts of their life.

KEYWORDS: Chemistry, plastics, inquiry, environmental awareness, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias se encuentra, a menudo, con la dificultad de asociar, generar y construir explicaciones sobre fenómenos y situaciones que se presentan en nuestra vida cotidiana (Galagovsky, 2004). A la vez, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a menudo se encuentra obstaculizada por el alejamiento de la ciencia de la realidad cotidiana de los aprendices y, además, los métodos tradicionales de enseñanza no favorecen la adquisición de la competencia científica entre el alumnado, que necesita

motivaciones de acuerdo con su curiosidad y su forma de socialización. Se convierte en una necesidad desplazar el aprendizaje tradicional de las ciencias desde el ¿qué queremos que sepan los estudiantes? hacia un ¿qué queremos que sepan hacer y qué necesitamos para ello?, es decir, de un aprendizaje centrado en la adquisición de un cuerpo de conocimientos ya elaborados hacia uno centrado en el desarrollo de destrezas que les ayuden a comprender cómo se genera y valida el conocimiento científico (Dulsch y Grandy, 2008). Con el objetivo de que la ciencia se aplique fuera de los laboratorios, trabajar los plásticos en el aula es una buena estrategia ya que, por un lado, este es un contexto socialmente relevante, motivador y estimulante para el alumnado y, por otro, responde a cuestiones de urgencia ambiental en las que se favorece que el alumnado pueda comprender o usar el conocimiento científico para formarse como ciudadano. Con la voluntad de avanzar hacia una sociedad cada vez más crítica en aspectos ambientales y sociales y con la responsabilidad, como docentes, de desarrollar en nuestro alumnado una conciencia medioambiental y un pensamiento crítico, la Didáctica de las Ciencias nos permite abordar la problemática de los plásticos con enfoques creativos que faciliten su comprensión por parte de nuestro alumnado.

En sintonía con el enfoque expuesto, partir de un contexto como los plásticos supone empezar de una situación concreta que es motivadora e interesante para el estudiante y que, a la vez, permite al alumnado diseñar sus propias investigaciones, fomentando su creatividad, desarrollando una mejor comprensión de los principios de la naturaleza de la ciencia y favoreciendo la reflexión sobre su propio aprendizaje. Si, además, se utiliza un problema actual relacionado con la sostenibilidad y de interés general, como es el caso de los plásticos, el alumnado podrá tomar mayor conciencia medioambiental. Con ello, se pretende también que el alumnado sea el verdadero protagonista de la actividad y se implique emocionalmente con un contexto que le es conocido y que es controvertido, desde el punto de vista de la sostenibilidad. Este contexto, a su vez, incluye contenidos curriculares de la asignatura de Física y Química de la ESO. El papel del docente es el de fijar los objetivos, presentar la contextualización y acompañar a su alumnado en el desarrollo de la actividad.

METODOLOGÍA

En este trabajo, presentamos una secuencia didáctica para la ESO que permite al docente contribuir al marco general de la UNESCO de la declaración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La introducción de los ODS en el aula de secundaria proporciona a los estudiantes los conocimientos, competencias, actitudes y valores necesarios para tomar decisiones y acciones responsables respecto al medio ambiente. La experiencia se llevó a cabo con el alumnado de la asignatura de Física y Química de tercer curso de la ESO del *Centre d'Estudis Roca*, de Barcelona, durante el curso 2020-2021, con 51 estudiantes de dos grupos-clase. El diseño de la experiencia se orientó a partir de cuatro etapas: 1) Presentación del contexto de los plásticos al alumnado, 2) Intercambio de puntos de vista y comunicación de los aprendizajes, 3) Introducción de los contenidos de Química a partir de una actividad experimental, y 4) Evaluación de la propuesta.

1) Presentación del contexto. Los alumnos de 3º de ESO visualizaron un vídeo en el que se mostraba como los alumnos de 1º y 2º de ESO participaban en una actividad de recogida de residuos en las playas de Mar Bella, Bogatell y Nova Icària de Barcelona (Figura 1, izquierda). Esta actividad pertenece al programa *Let's clean up, Europe!*, una experiencia de concienciación sobre la cantidad de residuos que tiramos de forma incontrolada a la naturaleza para promover acciones de sensibilización. A partir de la exposición de la actividad, el alumnado de 3º de ESO tomó concienciación ambiental de

la contaminación plástica en los mares, sobre todo de la gran cantidad de microplásticos y los diferentes tipos. De esta manera, se presentó el contexto medioambiental y los estudiantes tomaron un primer contacto con la problemática actual de la contaminación plástica en los mares y océanos.

2) Intercambio de puntos de vista. El grupo-clase se dividió en distintos grupos, a los que se les fue asignando el rol de productores de materiales plásticos o de activistas ecologistas. Los grupos fueron formados por cuatro integrantes, escogidos por los estudiantes, mientras que los roles fueron asignados por el docente. La actividad consistió en una presentación de cinco minutos durante los cuales cada grupo tuvo que exponer los pros y contras del rol impuesto. Posteriormente se llevó a cabo un debate, que incluyó un turno de preguntas formuladas por los grupos con rol opuesto y una posterior defensa del rol asignado (Figura 1, centro). Se alternaron los diferentes grupos, hasta que todos expusieron sus opiniones. A partir de esta actividad, el alumnado tomó una actitud más reflexiva hacia la realidad de los plásticos, la construcción de un posicionamiento y su propio juicio.



Figura 1. Izquierda. Fotograma de la actividad de recogida de residuos del programa *Let's clean up, Europe!* Centro. Debate entre grupo de estudiantes. Derecha. Actividad experimental de separación de una mezcla de plásticos

3) Introducción de los contenidos de Química. Simulando la situación medioambiental expuesta sobre los residuos recogidos en la playa por los estudiantes de cursos inferiores, al alumnado de 3º de ESO se le dio una mezcla de microplásticos consistente en pequeños trozos de polipropileno, polietileno, poliestireno y tereftalato de polietileno (los de mayor uso actual). Se les encargó el desafío de separar los diferentes tipos de plásticos mediante procesos fisicoquímicos. Se les proporcionó los reactivos y material de laboratorio necesarios para ello. De esta manera, tuvieron que indagar sobre las propiedades de cada uno de los plásticos, como su densidad, para preparar diferentes disoluciones que les permitieran separarlos y clasificarlos (Figura2). La actividad se realizó con la guía del docente, permitiendo al alumnado que descubriese por sí mismo a qué concentración en % en masa o volumen tenía que preparar las disoluciones para lograr su objetivo y cómo hacerlo (Figura 1, derecha). Además, el alumnado calculó las demás expresiones de concentración, como la densidad o la masa en volumen, tanto teórica como experimentalmente. Con los resultados logrados, elaboraron un informe grupal en el que describían cada uno de los pasos llevados a cabo en la experiencia práctica y un posterior análisis del ciclo de vida de los plásticos, desde su obtención hasta su destino final. Finalmente, los estudiantes se evaluaron de manera grupal, de manera individual y valoraron también a sus propios compañeros de grupo. El docente, además, evaluó la participación en el debate. Por último, con la ayuda de los estudiantes, se realizó y expuso posteriormente un vídeo en el que se veía cada una de las etapas trabajadas por el

alumnado y donde ellos exponían los datos más relevantes de la contaminación plástica, así como los de la declaración de los ODS.

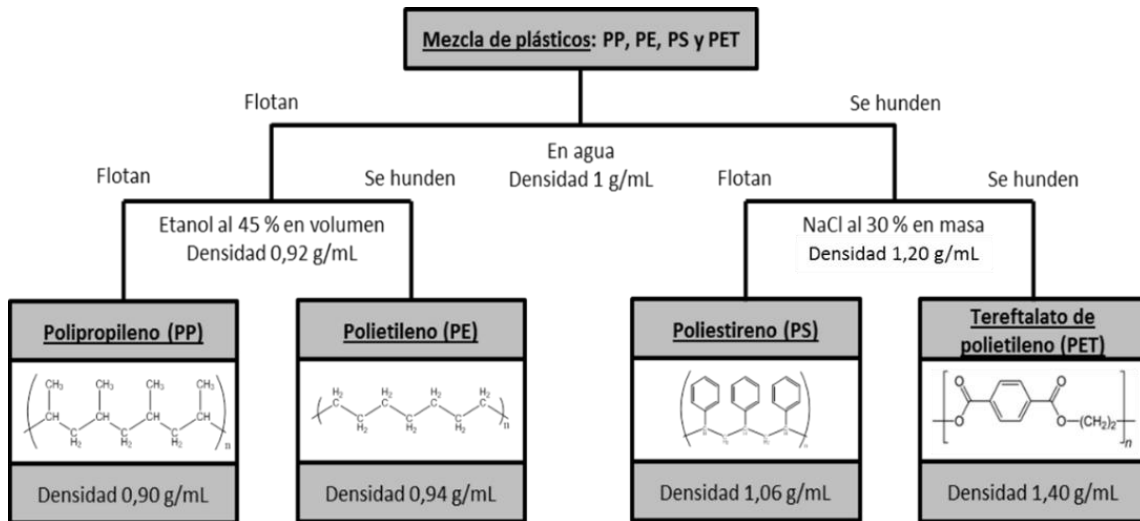


Figura 2. Proceso general de separación de cuatro diferentes tipos de plásticos según sus densidades y la preparación de diferentes disoluciones

4) Evaluación de la propuesta desde el enfoque ambiental: Al acabar la experiencia, los estudiantes contestaron un formulario, de manera anónima, consistente una serie de afirmaciones (Figura 3) a las que tuvieron que indicar su grado de acuerdo mediante una escala de Likert (1=muy en desacuerdo; 5=muy de acuerdo), mediante el formulario de Google Forms. Adicionalmente, se les pidió que justificaran la respuesta dada a la afirmación 6.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
1) La actividad experimental te ha permitido contextualizar los problemas de la contaminación de los plásticos en el medioambiente.				
6	6	24	37	27
2) Conozco los principales destinos de los plásticos después de ser usados.				
3	8	42	39	8
3) Conocía previamente qué son los ODS.				
	34	24	26	8
4) Es importante introducir la sostenibilidad en la materia de Física y Química.				
2	2	18	37	41
5) Es importante introducir la sostenibilidad en las actividades escolares.				
	12	33	55	
6) Se tendrían que eliminar completamente el uso de los plásticos.				
8	16	24	29	22

Figura 3. Resultados de la encuesta de Likert sobre diferentes aspectos de concienciación ambiental (N=51) en %

De los resultados obtenidos, comprobamos que la mayor parte del alumnado ha valorado positivamente los plásticos como contexto para aprender química y, simultáneamente,

para aumentar su concienciación ambiental. En concreto, de acuerdo con la afirmación 1, el 64% de los estudiantes estuvo de acuerdo o muy de acuerdo respecto a que la actividad experimental les permitió contextualizar la contaminación plástica en la asignatura. Los resultados de la afirmación 2 indican que los estudiantes, además de aprender contenidos propios de la química, también fueron conscientes del destino de los plásticos y la importancia de su reciclaje, con casi un 50% del alumnado que ahora sabría indicar los principales destinos de los plásticos. Un 42%, expresó también que no estaba ni de acuerdo ni en desacuerdo. Esto es porque a muchos de ellos les sorprendió la gran cantidad de plásticos que se incineran o se desechan y, por lo tanto, no se reciclan.

Respecto al conocimiento previo de los ODS (afirmación 3), el 58 % de los estudiantes manifestó que no los conocía previamente. En cuanto a la introducción de los aspectos ambientales de manera expresa en el currículum (afirmación 4), un 78% del alumnado, se mostró partidario de incluir la sostenibilidad en la materia de Física y Química y, respecto a la afirmación 5, un 88% se mostró favorable a introducir la sostenibilidad en las actividades escolares en general. Por último, de acuerdo con la afirmación 6 “se tendrían que eliminar completamente el uso de plásticos” los resultados indican que las respuestas fueron muy variadas, con un 25% que estaba en desacuerdo o muy en desacuerdo, un 24% que no estaba ni de acuerdo ni en desacuerdo y un 51% que estaba de acuerdo o muy de acuerdo.

Con la voluntad de profundizar en la opinión del alumnado de la última afirmación, se pidió al alumnado que justificara su respuesta. Los que se habían mostrado partidarios de mantenerlos, utilizaron argumentos que hacían referencia al papel funcional que juegan en nuestras vidas (*“hay objetos que solo se pueden hacer con plástico; otros materiales no servirían”*) o *“hay muchas cosas que necesitamos que sean de plástico. Si las eliminásemos para siempre, también podrían perjudicarnos”*) o indicaron que se tendrían que mantener, pero reduciendo su uso (*“Una eliminación completa de los plásticos no sería conveniente, aunque sí que se tendría que reducir su consumo”* o *“No se pueden eliminar totalmente, ya que es fundamental en nuestras vidas, pero si se tendría que regular y disminuir su consumo por el bien del planeta”*). En cambio, los estudiantes partidarios de eliminarlos lo hicieron utilizando razones medioambientales (*“Su uso comporta que con el tiempo vayan al mar y tarden años en descomponerse, cosa que no es factible para un buen medioambiente”*, *“Es uno de los materiales más perjudiciales para el planeta”* o *“Aunque es un material económico para todos, contamina mucho y se puede sustituir por otros aún más sostenibles”*).

CONCLUSIÓN

Los contextos ambientales, como los plásticos y su contaminación, son una buena oportunidad para aprender química, un aprendizaje a menudo abstracto y poco contextualizado en muchas ocasiones. Además, permite trabajar las competencias transversales como la sostenibilidad y contribuir a la Agenda 2030 desde la enseñanza reglada. Los contextos ambientales se reafirman, así, como una buena línea de trabajo para la enseñanza de las ciencias en general y, en particular, de la química.

Por este motivo, la valoración de la experiencia valida la necesidad de ampliar las experiencias prácticas en contextos medioambientales tanto en la materia de Física y Química como en otras asignaturas de enseñanza de las ciencias, ya que el alumnado expresó su deseo de incorporar las cuestiones ambientales en la educación secundaria en general, proponiendo asimismo una amplia variedad de actividades al respecto. Una cuestión relevante que sorprendió al equipo docente fue que la mayoría de los estudiantes

no conocía previamente que el plástico es un producto derivado del petróleo o que hay diferentes tipos de ellos con diferentes propiedades y usos. De la misma manera, se observó que los estudiantes muestran un mayor interés hacia las experiencias prácticas cuando estas se contextualizan en temas controvertidos y llamativos como el de la contaminación plástica. Por ello, esperamos trabajar otros contenidos curriculares de la ESO contextualizándolos con ODS también de carácter controvertido como pueden ser la reducción de las desigualdades, la igualdad de género o la producción y consumo responsables, entre otros; una propuesta que va en sintonía con el nuevo currículum propuesto, en que se apuesta por los contextos competenciales y la inclusión de actividades que hagan partícipes a los estudiantes hacia una nueva transición ecológica (Niño, 2012).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. El modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(2), 229-240. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3885>
- Duschl, R. A. y Grandy, R. E. (2008). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates (pp. 1-37). En R.A. Duschl y R. E. Grandy (eds.), *Teaching Scientific Inquiry*. Brill.
- Niño, L. 2012. Estudio de caso: una estrategia para la enseñanza de la educación ambiental. *Praxis y Saber*, 3(5), 53-78.

Uso del conocimiento epistémico y desempeños del alumnado en el contexto de los modelos atómicos

Beatriz Crujeiras-Pérez¹, Leticia González Rodríguez²

¹Facultad de Ciencias de la Educación (campus norte), Universidade de Santiago de Compostela. beatriz.crujeiras@usc.es.

²IES Lucus Augusti (Lugo). leticia.gonzalez.rodriguez@rai.usc.es

RESUMEN: En este trabajo se analiza el uso del conocimiento epistémico relacionado con los modelos por parte de alumnado de educación secundaria a través de una secuencia sobre modelos atómicos. Se examinan las respuestas escritas a determinadas preguntas sobre la representatividad y provisionalidad de los modelos atómicos, así como los desempeños del alumnado a la hora de comparar modelos para identificar características comunes y diferencias. Los resultados apuntan a un uso limitado del conocimiento epistémico por parte del alumnado.

PALABRAS CLAVE: Epistemología, modelización, educación secundaria.

ABSTRACT: This research analyses the use of epistemic knowledge related to models by secondary school students through a sequence about atomic models. We examine their written responses to some questions about representativity and provisionality of atomic models as well as their performances on comparing models for identifying common characteristics and differences. The results point to a limited use of epistemic knowledge by students.

KEYWORDS: Epistemology, modelling, secondary education

INTRODUCCIÓN

En esta comunicación se examina como el alumnado de educación secundaria utiliza el conocimiento epistémico implicado en la práctica científica de la modelización a la hora de examinar distintos modelos atómicos. Forma parte de un estudio más amplio sobre el uso del conocimiento epistémico implicado en las prácticas científicas.

La práctica científica de modelización implica que el alumnado evalúe y refine modelos (NRC, 2013) y esta es muy relevante en la enseñanza de la química, ya que esta disciplina está dominada por el uso de modelos. Por ejemplo, para comprender los fenómenos macroscópicos es casi imprescindible utilizar representaciones submicroscópicas o modelos (Oversby, 2000). Los modelos se utilizan para representar un sistema objeto de estudio o partes de este, como ayuda en el desarrollo de preguntas y explicaciones, para obtener datos que puedan ser utilizados para elaborar predicciones y para comunicar ideas (NRC, 2013).

Para que el enfoque de enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de las prácticas científicas sea efectivo es necesario tener en cuenta como el alumnado utiliza el conocimiento epistémico (Berland et al., 2016; Crujeiras-Pérez y Brocos, 2021).

Por conocimiento epistémico entendemos la comprensión del papel de los constructos específicos y de las características esenciales de los procesos de construcción de conocimiento científico (Duschl, 2008), lo cual implica a su vez tener conocimiento sobre la naturaleza da ciencia (Lederman, 2007). A nivel de prácticas científicas, y en particular para la práctica de modelización, el conocimiento epistémico es necesario para comprender el uso de los modelos y sus límites. Así, el uso de criterios epistémicos permite al alumnado llevar a cabo la evaluación de los modelos de forma más adecuada (Pluta, Chinn y Duncan, 2011).

En didáctica de las ciencias, el conocimiento epistémico puede abordarse desde 3 perspectivas distintas: disciplinar, social y personal (Kelly, McDonald y Wickman, 2012). En este trabajo analizamos los aspectos epistémicos disciplinares y sociales. Al aspecto disciplinar lo denominamos conocimiento disciplinar y engloba todos los aspectos relacionados con como se emplea el conocimiento en la comunidad científica y sus características principales (Duschl, 1990; Kelly, 2008). Al aspecto social lo denominamos práctica y se caracteriza por ser las formas específicas en las que miembros de una comunidad proponen, justifican, evalúan y legitiman enunciados de conocimiento en un marco disciplinar (Kelly, 2008). La diferencia entre ambos aspectos está en la naturaleza de estos, siendo los aspectos disciplinares conocimientos teóricos y los prácticos acciones. A modo de ejemplo, para la modelización, práctica científica objeto de estudio en este trabajo, un aspecto epistémico disciplinar sería reconocer que "diferentes modelos pueden utilizarse para representar el mismo fenómeno" (Crawford y Cullin, 2004). Mientras que una práctica epistémica sería "Comparar modelos para identificar características comunes y diferencias"(NRC, 2013).

Las preguntas de investigación son las siguientes:

1. ¿Cómo utiliza el alumnado el conocimiento epistémico disciplinar sobre la representatividad y provisionalidad de los modelos?
2. ¿Cómo son los desempeños del alumnado a la hora de comparar los distintos modelos atómicos para identificar los fenómenos que permiten explicar y las pruebas científicas que avalan su validez?

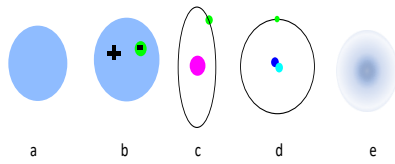
METODOLOGÍA

El estudio se fundamenta en la investigación cualitativa y se enmarca en el análisis del contenido (Schreier, 2012). Los participantes son un grupo de alumnado de 4º curso de educación secundaria obligatoria cursando la asignatura de física y química en un IES público (N=17). Los estudiantes trabajaron de forma individual.

La secuencia didáctica, detallada en Crujeiras-Pérez (2021), consta de dos partes diferenciadas a realizar en dos momentos del curso. Una primera parte antes de empezar la unidad dedicada a los modelos atómicos (parte I) y otra al finalizar el tema (parte II). La parte I está encaminada a conocer las ideas del alumnado sobre la estructura atómica de la materia para establecer un punto de partida. La parte II está encaminada a examinar si el alumnado es capaz de aplicar el conocimiento sobre los distintos modelos, en concreto como relaciona los distintos modelos atómicos con los fenómenos que estos permiten explicar. Esta relación debe hacerse de forma argumentada en base a una serie de pruebas científicas que sirven para sustentar los distintos modelos atómicos. Una vez realizada la clasificación, el alumnado debe responder a cuatro preguntas que ponen de manifiesto el conocimiento epistémico sobre la modelización y la argumentación.

En las figuras 1 y 2 se representa un ejemplo del guion de las partes de la secuencia que se analizan en este trabajo.

2.Os seguintes debuxos representan un átomo de hidróxeno e denominanse modelos



2a. Son todos estes modelos iguais? Por que?

2b. Por que cres que hai distintos modelos para representar o átomo de hidróxeno?

2c. Cres que son todos válidos? Por que?

Figura 1. Extracto del guion inicial que se le proporciona al alumnado (parte I)

Os modelos atómicos permítennos comprender a estrutura da materia. Estes foron evolucionando a medida que o coñecemento científico avanzaba.

A continuación, preséntanse unha serie de fenómenos que se poden explicar cos distintos modelos atómicos e un conxunto de probas científicas que sustentan os distintos modelos.

Clasifica os fenómenos e as probas en función do modelo que permite explicalos. **Ten en conta que un mesmo modelo pode explicar distintos fenómenos.**

Fenómenos que o modelo permite explicar

1. Discontinuidade da materia
2. Existencia de carga negativa nos átomos
3. Natureza eléctrica da materia
4. Carácter neutro do átomo
5. Existencia do núcleo atómico
6. Estabilidade do átomo
7. Existencia de distintos niveis de enerxía para os electróns
8. Existencia de distintos subniveis de enerxía para os electróns

Probas científicas que sustentan o modelo

- a. Experimentos en tubos de descarga de gases
- b. Desviación das partículas alfa ao atravesar unha lámina de ouro
- c. Descubrimento do electrón
- c. Descubrimento do protón
- d. Descubrimento do neutrón
- e. Espectro atómico do átomo de hidróxeno
- f. Experimentos que demostran a natureza ondulatoria dos electróns

Figura 2. Extracto correspondiente a la parte II de la secuencia

En este trabajo se analizan el conocimiento epistémico inicial que posee el alumnado sobre los modelos y sus desempeños en la práctica de modelización. Los aspectos epistémicos disciplinares analizados son los siguientes:

a) Conocimiento epistémico disciplinar:

- Diferentes modelos pueden utilizarse para representar el mismo fenómeno (Crawford y Cullin, 2004). Para examinar si el alumnado reconoce este aspecto, se le proporcionan cuatro representaciones diferentes del modelo del átomo de hidrógeno y se le pregunta si consideran que son todos los modelos iguales y por que creen que hay distintos modelos para representar el átomo de hidrógeno.

- Los modelos son provisionales. Se modifican cuando no concuerdan con los datos observados en el mundo real (Crawford y Cullin, 2004; Giere,1990). Para analizar este aspecto, se parte de las representaciones del átomo de hidrógeno y se les pregunta si consideran que todos los modelos son válidos.

b) Conocimiento epistémico social (prácticas epistémicas):

- Comparar modelos para identificar características comunes y diferencias (NRC, 2013). Para examinar los desempeños del alumnado relativos a esta práctica se le proporciona al alumnado una ficha que contiene una serie de fenómenos y pruebas científicas, los cuales debe relacionar con cada modelo atómico. El alumnado debe tener en cuenta el carácter acumulativo a la hora de relacionar los modelos con los fenómenos y que el aceptado en la actualidad debe permitir explicar todos los fenómenos propuestos.

Para el análisis de los datos se examinan las respuestas escritas del alumnado para cada tarea y se elabora una rúbrica con diferentes categorías y subcategorías para cada pregunta de investigación. Las rúbricas se recogen en las tablas 1 y 2 que se describen a continuación.

Tabla 1. Uso del conocimiento epistémico disciplinar sobre la representatividad y provisionalidad de los modelos

	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
Representatividad	Reconoce que distintos modelos pueden utilizarse para representar el mismo fenómeno	Interpreta que existen distintas representaciones de un mismo fenómeno en función de lo que se quiera representar
		Interpreta que existen distintas representaciones que evolucionaron a lo largo del tiempo
		Hace referencia al descubrimiento de cada modelo por un científico determinado
	No reconoce que distintos modelos pueden utilizarse para representar el mismo fenómeno	Interpreta que los distintos modelos corresponden a distintos átomos
		Identifica diferencias en los modelos debido a su diseño (forma de dibujarlos)
		No justifica su respuesta
Provisionalidad	Identifica la provisionalidad de los modelos	Hace referencia a su evolución a medida que se descubren nuevos conocimientos que no se ajustan al modelo anterior
		Hace referencia a su evolución a lo largo del tiempo
	No identifica la provisionalidad de los modelos	Indica que son todos válidos, pero sin justificarlo
		Identifica la validez con la precisión de cada modelo sin hacer referencia a la provisionalidad
		Indica que no todos los modelos son válidos sin justificación
		No responde

Tabla 2. Desempeños del alumnado sobre la identificación de los fenómenos explicables por cada modelo y las pruebas científicas que estos sustentan

DIMENSIÓN	CATEGORÍAS
Identificación de los fenómenos que se pueden explicar con cada modelo	Relaciona todos los fenómenos con los modelos que permiten explicarlos
	Identifica algunos fenómenos que permite explicar cada modelo
	Describe las características de cada modelo en vez de los fenómenos que permite explicar
	Confunde fenómenos y pruebas
	No responde
Identificación de las pruebas científicas que sustentan cada modelo	Identifica todas las pruebas que sustentan cada modelo
	Identifica algunas pruebas que sustentan cada modelo
	Asocia las mismas pruebas con distintos modelos
	No responde

RESULTADOS

a. Uso del conocimiento epistémico disciplinar sobre la representatividad y provisionalidad de los modelos.

Los resultados muestran que poco alumnado es capaz de reconocer la representatividad de los modelos atómicos, ya que solo siete de 17 reconocen que distintos modelos pueden utilizarse para representar el mismo fenómeno. En las respuestas de este alumnado se identifican tres tipos diferentes de justificaciones, dos de ellas las más frecuentes, con tres ejemplos de respuestas. Una de ellas es la existencia de distintas representaciones de un mismo fenómeno en función del propósito de la representación, mencionada por tres de

los siete estudiantes. Un ejemplo es la respuesta de la alumna A16, la cual hace referencia a la precisión de la representación: *"Porque cada uno representa lo mismo que los demás, pero con más o menos precisión. Pienso que cada uno se utiliza para una cosa diferente en función de la precisión que se requiera"*. La otra categoría hace mención a la evolución del conocimiento, tal y como señala la alumna A13: *"No son iguales porque cada uno de estos modelos representa lo mismo, pero con el paso del tiempo se fueron descubriendo nuevas cosas por lo que el modelo cambiaba añadiéndolas"*.

En cuanto al alumnado que no identifica este aspecto epistémico, esto se debe a que interpretan que los modelos corresponden a ejemplos de distintos átomos (N=4), a que asocian las diferencias de diseño con diferentes modelos (N=1), mientras que otros (N=5) no justifican su respuesta por lo que consideramos que no identifica la representatividad de los modelos.

En cuanto a la provisionalidad, los resultados son poco satisfactorios, pues son solo 3 los estudiantes que tienen en cuenta este aspecto en sus respuestas, haciendo referencia a la evolución de los modelos a lo largo del tiempo (N=2) o a medida que se descubren nuevos conocimientos que no se ajustan al modelo anterior (N=1).

Un ejemplo es la respuesta de la alumna A13: *"Porque cada modelo representaba la idea que tenían respecto a los tiempos en los que las tenían. Las ideas y los descubrimientos iban avanzando como el modelo, que se renovaba cada vez que los conocimientos sobre la teoría aumentaban"*.

Los 14 estudiantes restantes no reconocen la provisionalidad de los modelos, consideran que son todos válidos sin justificación (N=5), relacionan la validez de los modelos con su precisión, pero sin hacer referencia a su provisionalidad (N=1), no consideran todos válidos, pero no lo justifican (N=3) o no responden a la pregunta (N=5).

b. Desempeños del alumnado relativos a la práctica epistémica de comparar modelos para identificar características comunes y diferencias

En general, los desempeños del alumnado en esta práctica epistémica indican que estos experimentaron ciertas dificultades para realizar la tarea. Solo un estudiante de 17 es capaz de relacionar todos los fenómenos con los modelos que permiten explicarlos y de identificar las pruebas científicas que sustentan cada modelo.

En cuanto a la identificación de fenómenos, ocho estudiantes son capaces de identificar algunos, pero no todos y no de forma acumulativa para los modelos, por ejemplo, que el modelo de Rutherford debe permitir explicar también los fenómenos que se asociaron al modelo de Thomson y el mecanocuántico todos los fenómenos asociados con los modelos anteriores. Además, hay 6 estudiantes que en vez de relacionar los fenómenos que se proponen con los modelos describen las características de cada modelo. En cuanto al alumnado restante (dos), uno confunde fenómenos con pruebas y viceversa y el otro no responde a la tarea.

En relación con la identificación de las pruebas que sustentan cada modelo, once estudiantes son capaces de identificar algunas y de asociarlas con los modelos y fenómenos correspondientes. Además, hay un alumno que asocia las mismas pruebas a distintos modelos y fenómenos, mientras que cuatro no responden a la tarea.

CONCLUSIONES

El uso del conocimiento epistémico es complicado para el alumnado, especialmente en temáticas complejas y de carácter abstracto como los modelos atómicos. La secuencia analizada implica un nivel de comprensión elevado por parte del alumnado, especialmente la parte II, pues para completarla debían comprender todos los fenómenos físicos que se presentan y asociarlos con cada modelo, además de las pruebas científicas, con el propósito de que comprendiesen como avanza la ciencia.

Consideramos que, para obtener mejores resultados tanto en el uso del conocimiento epistémico disciplinar como en los desempeños epistémicos, se debería abordar la temática de los modelos atómicos incorporando su desarrollo histórico (Solbes, 2014) y realizar actividades que permitan conectar las distintas ideas que están detrás de cada modelo, por ejemplo, construir y aplicar modelos atómicos simples a partir de datos experimentales (Talanquer, 2020). Estas propuestas, además de mejorar la comprensión del alumnado sobre los modelos atómicos, permitirán comprender y aplicar el conocimiento epistémico relacionado con los modelos, disciplinar y práctico.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación/Proyecto EDU2017-82915R.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (selección)

- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., y Reiser, B. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082–1112.
- Crujeiras-Pérez, B. (coord.) (2021). Actividades para desarrollar el conocimiento epistémico implicado en las prácticas científicas en la educación secundaria. Servicio de Publicaciones e intercambio científico, Universidade de Santiago de Compostela. DOI <https://dx.doi.org/10.15304/op.2021.1406>
- Crujeiras-Pérez, B. y Brocos, P. (2021). Pre-service teachers' use of epistemic criteria in the assessment of scientific procedures for identifying microplastics in beach sand. *Chemistry Education Research and Practice*, 22, 237-246.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. A. Duschl y R. E. Grandy (Eds.). *Teaching Scientific Inquiry*. Rotterdam: Sense Publishers, pp.99-117.
- Oversby, J. (2000). Models in explanations of chemistry: The case of acidity. En J. K. Gilbert y C.J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 227–251). Dordrecht: Kluwer.
- Talanquer, V. (2020). Construcción y aplicación de un modelo atómico simple a partir de datos experimentales. En A. Caamaño (coord.), *Enseñar Química: de las sustancias a la reacción química* (pp. 250-257). Barcelona: Graó.

**LÍNEA 4. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y
FORMACIÓN PROFESIONAL**

Workshop

Cinemática a través de Alicia en el País de las Maravillas

Sandra López Santos¹, M^a Ángeles de las Heras Pérez², Roque Jiménez Pérez³.

¹ IES Profesor Pablo del Saz. sandra.santos@alu.uhu.es.

² Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es.

³ Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva. rjimenez@ddcc.uhu.es.

RESUMEN: Las malas calificaciones obtenidas por los estudiantes de segundo curso de la ESO en la materia de Física y Química de un centro de la provincia de Huelva, impulsan la presente propuesta con la utilización de un cuento clásico. El objetivo en este estudio es evaluar una secuencia didáctica diseñada a partir de la adaptación de un cuento clásico adaptado a la cinemática y bajo las bases de la enseñanza situada, enfocada a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes participantes. La muestra está constituida por 49 estudiantes, correspondientes a tres grupos diferentes, durante el curso 2020/2021. Se comparan los resultados obtenidos en el contenido “El movimiento” (bloque 4), con respecto a “Los Cambios” (bloque 3). Los resultados muestran un aumento en la motivación e implicación de los estudiantes, que mejoran sus calificaciones.

PALABRAS CLAVE: Cuento, Cinemática, Física, motivación, enseñanza situada.

ABSTRACT: The poor grades obtained by second-year ESO students in Physics and Chemistry at a center in the province of Huelva drive this research: "Kinematics through Alice in Wonderland". Its objective is to evaluate a didactic sequence designed from the adaptation of a classic tale adapted to kinematics and under the foundations of situated teaching, focused on improving the teaching-learning process of the participating students. The sample is made up of 49 students, corresponding to three different groups, during the 2020/2021 academic year. The results obtained in block 4 are compared with the previous block, 3 (physical-chemical changes). The results show an improvement in the motivation and involvement of the students, which improve their grades.

KEYWORDS: Classic tale, Kinematics, Physics, motivation, situated teaching.

INTRODUCCIÓN

Los preocupantes datos arrojados por los informes de PISA (2018) revelan que la puntuación media estimada en ciencias en los estudiantes de España en el año 2018, es de 483 puntos, significativamente inferior a la media OCDE (489) y al total de la UE (490). En cuanto a Andalucía, tenemos que el rendimiento en ciencias alcanza 471 puntos, siendo de las puntuaciones más bajas entre las comunidades autónomas, con resultados inferiores al promedio de España y del conjunto de países OCDE. Estos alarmantes resultados señalan la existencia de un fracaso académico que, tal y como aseveran González-Castro, Vázquez-García y Zabala (2021), constituye un aspecto

controvertido existiendo diferentes factores y causas, entre los que se encuentra la falta de motivación, la cual constituye un aspecto interno del estudiante que promueve su deseo por abandonar los estudios.

Siguiendo los estudios de Furió (2006), se entiende que el aprendizaje de cualquier materia científica constituye una seria preocupación para el profesorado cuando se trata de la motivación de los estudiantes, constatándose una falta general de interés hacia las disciplinas científicas, valorándose más negativamente la materia de Física y Química. Esto se traduce, tal y como determinan Solbes y Furió (2007) en la existencia de una huida progresiva de los estudios de ciencias a nivel general y de los de Física y Química en particular, debido a que los estudiantes califican estas materias como poco interesantes, difíciles y aburridas. Furió (2006) destaca que esta situación, entre otros factores, se produce por el empleo de actividades y métodos de enseñanza aburridos y poco participativos. En los últimos tiempos destaca la presencia de iniciativas en las clases de ciencias que, tal y como establece Candela (2018), acentúa el uso de lectura de carácter comprensivo, que juega un papel crítico y protagonista sirviendo de vehículo hacia la alfabetización científica y socialización de los estudiantes. Por tanto, Espinosa y Casamajor (2017), consideran que la lectura en ciencias favorece la formación de los estudiantes como sujetos críticos. La lectura exige al estudiante que realice simultáneamente diferentes operaciones cognitivas permitiendo dar coherencia al texto, asociándolo con los conocimientos previos para la extracción de conclusiones (Miño, Gastón, Gutiérrez, González y Meinardi, 2021).

En la línea de la investigación de Candela (2018), tenemos que la lectura se considera un elemento clave en las clases de ciencias, sirviendo al docente para diseñar e implementar actividades de aprendizaje. Aunque parece que los cuentos han ido quedando reservados para el mundo infantil restringiendo así su uso lúdico, tenemos que Castillo (2016), considera que el cuento es una herramienta didáctica muy motivadora para trabajar contenidos de manera más divertida. Según Espinet (1995), los cuentos contribuyen a dar sentido al mundo, considerando que la forma en la que los cuentos enseñan incide positivamente en el aprendizaje de los estudiantes dando sentido al mundo que les rodea. Aunque los cuentos son poco usados en el campo de las ciencias, Espinet (1995) considera la importancia de los mismos en la enseñanza de las ciencias, presentándose como una herramienta didáctica de carácter significativo la cual favorece la motivación, creando un marco significativo que pone los conceptos científicos al servicio de la resolución de conflictos.

OBJETIVOS

En base a lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar si una secuencia didáctica de carácter investigativo diseñada bajo los principios de la enseñanza situada y basada en la adaptación de un cuento clásico a la Cinemática, influye positivamente en la motivación e implicación de los estudiantes, mejorando sus calificaciones.

CONTEXTO Y SUJETOS

La muestra objeto de estudio, está compuesta por 49 estudiantes del segundo curso de Educación Secundaria Obligatoria de la materia de Física y Química. Los estudiantes proceden de un centro público en una población onubense. Todo el alumnado reside en

la propia localidad donde se encuentra el centro, el nivel sociocultural de las familias es medio, no existiendo grandes diferencias entre las familias del alumnado. La principal característica diferencial entre el alumnado, sería la existencia de alumnado de origen extranjero que, con ocasión de los contratos de trabajo temporales llegaron, a la localidad hace años.

Proceso de intervención

La intervención se realiza a lo largo del tercer trimestre del curso 2020/2021 en la materia de Física y Química. Por la situación sanitaria predominante durante la investigación, debido a la pandemia de la COVID-19 se forman grupos de dos como máximo, con el compañero que tienen al lado, de forma que puedan trabajar sin tener que desplazarse. Para el diseño de la actividad tenemos en cuenta que: Los contenidos a trabajar se encuentren incluidos en la Orden de 15 de enero de 2021 por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, recogiendo los contenidos de la materia de Física y Química. La actividad se enmarque en el Bloque 4 de contenidos: “El movimiento y las fuerzas”. La metodología implantada en el bloque previo fue, fundamentalmente tradicional, usando el libro de texto para la teoría y las actividades, finalizando el bloque con un examen. Por ello, es importante que, en este caso, la secuencia didáctica atienda a los principios de la Educación Situada. Debe motivar la implicación de los estudiantes en la realización y entrega de la actividad, incrementando su interés en la materia y mejorando las calificaciones con respecto a actividades realizadas anteriormente. Además, debe integrar la lectura adaptada de un cuento como estrategia pedagógica de forma que, como indica Castillo (2016) permita el desenvolvimiento del estudiante en el contexto científico de forma significativa, mejorando además la expresión lectora, oral y escrita.

En la Tabla 1, se relaciona el papel de la lectura de cuentos clásicos en las clases de ciencias con algunos de los principios de la enseñanza situada

Tabla 1. Relación entre cuentos clásicos en ciencias y las bases de la enseñanza situada

PAPEL DE LA LECTURA DE CUENTOS CLÁSICOS EN LAS CLASES DE CIENCIAS	ALGUNOS PRINCIPIOS ENSEÑANZA SITUADA
Mejora la competencia comunicativa (Carrera y Corral, 2018)	Destrezas de comunicación (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).
Requiere de estrategias de autorregulación (Ortiz y Rodríguez-Machado, 2020).	Promueve autogestión, y autonomía, (Muntaner, Pinya y Mut, 2020).
Mejora los niveles de abstracción en los estudiantes (Carrera y Corral, 2018).	Promueve el pensamiento crítico e indicativo (Díaz-Barriga, 2010)
Mejora implicación activa (Castillo, 2016).	Aprender haciendo, participar activamente y reflexionando (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).
Favorece el aprendizaje significativo (Castillo, 2016).	Implica aprendizaje significativo (Díaz-Barriga, 2010).
Contextualiza problemas y situaciones concretas (Espineta, 1995).	Contextualización del aprendizaje (Benavides, Madrigal y Quiroz, 2009).
Mejora la motivación y la curiosidad (Ortiz y Rodríguez-Machado, 2020).	Propuesta motivadora que estimula el interés y curiosidad (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).
Acerca las ciencias a los intereses y conocimientos previos de los estudiantes (Ortiz y Rodríguez-Machado, 2020).	Trata los intereses y los conocimientos previos de los estudiantes (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).

Línea 4. Inn. e Inv. en la EA de las Ciencias en ES y FP

Permite trabajar contenidos científicos de una forma lúdica e investigativa (Candela, 2018).	Integración procesos de enseñanza e investigación, permitiendo la creatividad y la innovación (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).
--	---

En la Tabla 2., se describen los tipos de actividades propuestas en cada una de las fases de la secuencia didáctica.

Tabla 2. Actividades de la secuencia didáctica y sus fases

FASE APERTURA	
Actividad (Díaz-Barriga y Hernández, 2010)	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Actividad focal introductoria	Introducción del concepto de movimiento. Se usa una presentación con imágenes.
Torbellino de ideas	Se realiza una puesta en común con preguntas abiertas sobre aspectos simples relacionados con la cinemática. Ideas principales en la pizarra.
Discusiones guiadas	Se presentan situaciones cotidianas relativas al movimiento, desplazamiento, posición, espacio recorrido y sistema de referencia.
FASE DESARROLLO FASE I	
El discurso del docente: entre explicar y convencer	De forma introductoria, el docente realiza una exposición acerca de conceptos básicos: movimiento y tipos de movimientos, trayectoria, distancia-recorrido, velocidad y aceleración. Se introduce la parte primera de la actividad propuesta.
Aprendizaje en equipo	Las parejas deben organizar el trabajo y coordinarse de forma autónoma y responsable. Se les entrega una lectura y se hace una lectura común. Posteriormente, realizan una lectura individual y la analizan por parejas, respondiendo a las preguntas correspondientes a la Fase I, de forma conjunta y consensuada. Consultan la presentación de clase, el libro de texto y los apuntes de días previos. Aquellas partes que deben finalizar en casa, deberán coordinarse con el compañero.
FASE DESARROLLO FASE II	
El discurso del docente y torbellino de ideas.	Presentación con imágenes ilustrativas, una explicación de conceptos básicos: máquinas simples, mecanismos, ley de conservación de la energía, fuerzas, plano inclinado, palanca, manivela, polea, tornillo y rueda. Puesta en común.
Investigación en equipo	Releer el cuento y aplicar lo aprendido en la sesión previa para responder las cuestiones. La actividad, incluye la realización de un video tutorial para explicar qué máquina simple necesita para cada situación del cuento y su funcionamiento. Además, deberán, con materiales simples, elaborar dichas máquinas.
FASE CIERRE	
Exposiciones	La secuencia se da por finalizada con la entrega de los informes por parejas, la visualización de los video tutoriales y la exposición de máquinas simples.

En la Tabla 3 se describen las actividades relacionándolas con los criterios de evaluación correspondientes.

Tabla 3. Descripción de ejercicios y su relación con los criterios de evaluación

BLOQUE 4 DE CONTENIDOS “EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS” (ORDEN 15 ENERO 2021)	
4.2. Establecer la velocidad de un cuerpo como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo invertido en recorrerlo. CMCT.	
4.3. Diferenciar entre velocidad media e instantánea a partir de gráficas espacio/tiempo y velocidad/ tiempo, y deducir el valor de la aceleración utilizando estas últimas. CMCT, CAA.	
Fase I	
1. Asociar trayectorias a tipos de movimiento en el cuento.	
2. Movimiento del conejo en función de diferentes sistemas de referencia: El almendro, Diana, el reloj del conejo...	
3. Dibujar trayectoria del conejo, posición inicial y final, desplazamiento y distancia según un sistema de referencia.	
4. Dibujar trayectoria de Alicia, posición inicial y final, desplazamiento y distancia.	
5. Analizar las trayectorias y los recorridos de Alicia y el conejo.	
6. Indicar las velocidades de Alicia y el conejo en m/s.	
7. Analizar y comparar las velocidades de Alicia y el conejo.	
8. Calcular velocidad media con la que cae Alicia dentro del árbol.	
9. Interpretar gráficas velocidad/tiempo cuando Alicia sale de la botella de cristal y corre tras el conejo nuevamente.	

10. Realizar la gráfica espacio/tiempo del reencuentro de Alicia con el conejo.
 11. Realizar la gráfica velocidad/tiempo del reencuentro de Alicia con el conejo.
- 4.4. Valorar la utilidad de las máquinas simples en la transformación de un movimiento en otro diferente, y la reducción de la fuerza aplicada necesaria. CCL, CMCT, CAA.

Fase II

1. Detectar en el cuento alguna máquina simple y enuméralas.
2. Explicar el proceso por el que Alicia abre el suelo y caer dentro del árbol, dibujando un tornillo y sus partes.
3. Dibujar la palanca de Alicia, sus partes y cómo gracias a la palanca Alicia consigue situarse muy cerca del conejo.
4. Ayudar a Alicia a usar las máquinas que necesita para llegar a su destino, a través de un video tutorial.
5. Construir, usando materiales simples: una polea, un plano inclinado, una manivela y una palanca.
6. Elaborar un informe siguiendo las instrucciones: a) Realiza listado de materiales empleados y proceso de construcción, b) funcionamiento de los instrumentos y su influencia en el movimiento.

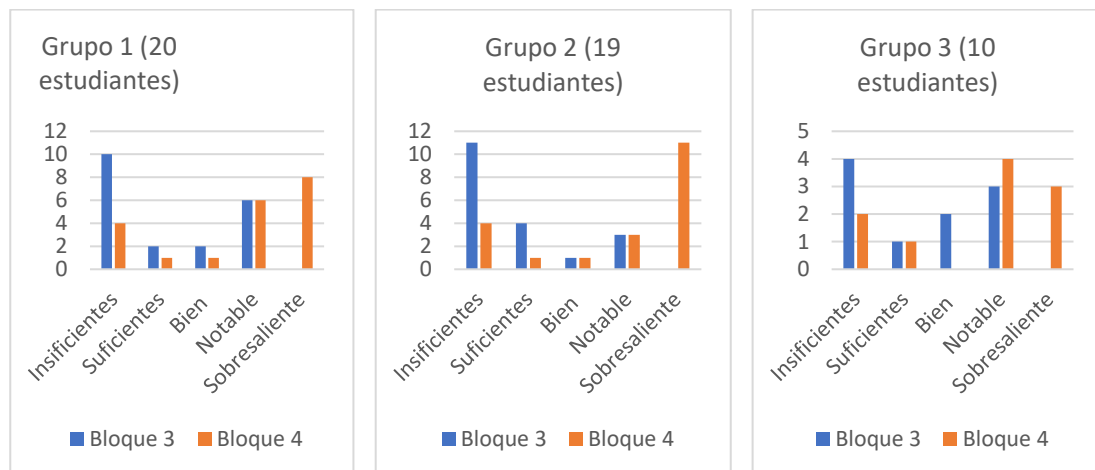
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si consideramos que insuficiente (Insf.) abarca del 0 al 4, suficiente (Suf.) es el 5, bien es un 6, notable (Not.) del 7 al 8 y sobresaliente (Sob.) del 9 al 10, tenemos que los resultados obtenidos revelan un incremento en el número de aprobados y una mejora en las notas en cada uno de los tres grupos. En el grupo 1 se pasa de 10 insuficientes a 4, incrementándose en 8 puntos el número de sobresalientes, que pasan de 0 a 8. En cuanto al grupo 2, tenemos que, de 11 insuficientes, descienden a 4 en el bloque 4, pasando de 3 notables en el bloque 3 (cambios físicos-químicos, reacciones químicas y la química en la sociedad y el medio ambiente) a 8 en el bloque 4 (velocidades media e instantánea, espacio, tiempo, aceleración, máquinas simples) y de ningún sobresaliente a 5. En cuanto al grupo 3, tenemos que los 4 suspensos se reducen a la mitad, teniendo 2 en el bloque 4, incrementándose los notables de 3 a 4 y los sobresalientes de ninguno a 3.

En la Tabla 3, se muestran los resultados de las calificaciones obtenidas en el bloque 3: “La materia”, impartido en el segundo trimestre y en el bloque 4, con respecto a los tres grupos de estudiantes participantes.

	Grupo 1 (20 estudiantes)					Grupo 2 (19 estudiantes)					Grupo 3 (10 estudiantes)				
	Insf.	Suf.	Bien	Not.	Sob.	Insf.	Suf.	Bien	Not.	Sob.	Insf.	Suf.	Bien	Not.	Sob.
Bloque 3	10	2	2	6	0	11	4	1	3	0	4	1	2	3	0
Bloque 4	4	1	1	6	8	4	3	2	8	5	2	1	0	4	3

La figura 1, muestra, en tres gráficas, la evolución de las calificaciones obtenidos en cada uno de los tres grupos en el bloque 3 y en el 4.



Según estos gráficos, tenemos que en todos los grupos se produce una mejora en los resultados antes (bloque 3) y después de la intervención (bloque 4). Es de destacar, que de los 49 estudiantes 5 son absentistas, por lo que aparecen como suspensos, aunque no han participado en el proceso. En cuanto al uso de la lectura de cuentos clásicos adaptados en clases de ciencias, se considera que supone un recurso didáctico que mejora los niveles de abstracción del estudiante, ya que, coincidiendo con Carrera y Corral (2018), esta actividad implica que los estudiantes encuentren respuestas a las preguntas planteadas, identificando las causas de determinados fenómenos planteados. Además, se entiende que mejora la implicación de los estudiantes, ya que en la línea de Castillo (2016), tenemos que promueve la participación activa.

Asimismo, coincidimos con Castillo (2016), en que el empleo de los cuentos favorece el aprendizaje significativo ya que permite que los estudiantes se desenvuelvan de forma más práctica, favoreciendo su formación personal. En este sentido, a través de los cuentos en las clases de ciencias se despierta la motivación, entendiéndose en la línea de Ortiz y Rodríguez-Machado (2020), que así se permite partir de sus intereses y conocimientos previos. Entendemos que, a través de los cuentos clásicos, en las clases de ciencias podemos acercar al estudiante situaciones concretas y plantear problemas, coincidiendo con los estudios de Espinet (1995), en que el marco imaginario que se crea en el cuento, logra acercar la ciencia al estudiante complementando los ámbitos más limitados de situaciones concretas con otras situaciones más abstractas o lejanas. Cabe destacar, coincidiendo con Díaz-Barriga y Hernández (2010), que esta metodología promueve la mejora de la motivación, implicando a los estudiantes a que se involucren en el proceso de enseñanza, favoreciendo el pensamiento crítico y la contextualización.

CONCLUSIONES

Tras la aplicación de la propuesta de intervención, se observa una mejora en los resultados obtenidos con respecto al bloque de contenidos previo a la intervención, destacando que de la mitad de los estudiantes son insuficientes en el bloque 3 y se reducen a 8 en el bloque 4, así como de 0 sobresalientes en el Bloque 3, se pasa a 16 en el Bloque 4. Esto se refleja en la mejora de la motivación y en la implicación en todos los grupos de estudiantes. Para ello ha sido fundamental el empleo de una metodología adaptada a las necesidades de los estudiantes que se encontraban desmotivados con la materia de Física y Química. La secuencia didáctica diseñada ha pretendido captar el interés del estudiante, presentando de forma creativa contenidos de cinemática. Por otra parte, la metodología utilizada ha planteado los contenidos de forma divertida permitiendo motivar, contextualizar el aprendizaje y conectar con los intereses, estimulando el pensamiento crítico y la participación activa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Candela, B. (2018). La lectura comprensiva: un instrumento para aprender ciencias. *Revista Praxis, Educación y Pedagogía* (1) 62-79.
https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i1.6465
- Carrera, G., Corral, J. (2018). La lectura y escritura de textos científicos en la educación superior. *Actas XII Congreso Internacional de Lingüística Xeral*. Universidad de Vigo.
- Castillo, C.E. (2016). El cuento como estrategia pedagógica para desarrollar la indagación en Ciencia Naturales. *Educación y Ciencia*, 20, 61-76.

- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México. McGraw-Hill.
- Dulsat, C. y Rodríguez-Machado, E. (2020). El cuento: experiencia de aprendizaje y enseñanza de las ciencias. En De la Torre Fernández, E (ed.). *Contextos universitarios transformadores: Boas prácticas no marco dos GID*. IX Xornadas de Innovación Docente. Universidad da Coruña. 71-82. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497756.071>
- Espinet, M. (1995). El papel de los cuentos como medio de aprendizaje de las ciencias en la educación infantil. *Aula de Innovación Educativa* 44, 59-64.
- Espinoza, A.M. y Casamajor, A. (2018). Leer para aprender ciencias naturales, un escenario poblado de imágenes, creencias, ocurrencias... *Espacios en blanco. Revista de Educación*, 28(2), 107-130.
- Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(1), 222-227.
- González - Castro, I., Vázquez- García, M.A. Y Zavala, M. (2021) La desmotivación y su relación con factores académicos y psicosociales de estudiantes universitarios. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 15(2). <https://doi.org/10.19083/ridu.2021.1392>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2019). *PISA 2018, Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe Español*. Catálogo de publicaciones del Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de www.educacion.gob.es
- Miño, M., Toia, S.N., Pérez, G.M, Gutierrez T.N., González-Galli, L.M. y Meinardi E.N. (2021). Comparación del conocimiento metacognitivo sobre la lectura de textos de Biología entre estudiantes de la ciudad de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 114-134.
- Muntaner, J.J., Pinya, C. y Mut, B. (2020). El impacto de las metodologías activas en los resultados académicos: Un estudio de casos. *Profesorado*, 24(1), 96-114. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8846>
- Orden de 15 de enero de 2021. Por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas. BOJA Extraordinario nº 7, 18-01-2021.
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.

LÍNEA 5**INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD**

**LÍNEA 5. INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD**

Comunicaciones

¿Qué modelos didácticos seleccionan los futuros docentes para la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria?

Vanessa Ortega-Quevedo¹, Victoria Vega Agapito² y Cristina Gil Puente³

¹ Universidad de Valladolid. vanesa.ortega@uva.es

² Universidad de Valladolid. mariavictoria.vega.agapito@uva.es

³ Universidad de Valladolid. cristina.gil.puente@uva.es

RESUMEN: Este estudio presenta un análisis de los modelos didácticos que los futuros docentes están dispuestos a utilizar en el diseño de programaciones de prácticas experimentales en Educación Primaria, en el contexto de una enseñanza por rincones. En los resultados se comprueba la presencia del modelo transmisión-recepción, así como las diferencias entre las propuestas de distintos programas de estudios.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las ciencias; modelos didácticos; aprendizaje por rincones.

ABSTRACT: This study presents an analysis of the didactic models that future teachers are willing to use in the design of experimental practice programmes in Primary Education, in the context of learning corners. The results show the presence of the transmission-reception model, as well as the differences between the proposals of different curricula.

KEYWORDS: Science education; didactic models; learning corners.

INTRODUCCIÓN

Es importante favorecer la formación científica del alumnado de los Grados de Maestro mediante la realización de prácticas acordes con unos conocimientos científicos básicos. A través de esta propuesta se pretende que los alumnos experimenten y decidan por sí mismos una estrategia metodológica que sea transferible a su futura labor como docentes. Se considera fundamental que los estudiantes contrasten sus propias visiones con prácticas innovadoras y no sólo con informaciones teóricas (Rivero et al., 2013).

Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias experimentales

Es evidente que hay muchas formas de enseñar ciencias, Vílchez (2015) destaca que son tres los modelos mejor diferenciados en la investigación didáctica: modelo de transmisión recepción, modelo por descubrimiento autónomo y modelos constructivistas. A continuación, se describen las principales características de cada uno de ellos en base a sus fundamentos y elementos curriculares.

Transmisión- recepción, también llamado tradicional es uno de los más utilizados a lo largo de la historia de la educación, requiere una menor planificación, proporciona mayor seguridad al profesorado y permite enseñar mayor cantidad de contenidos conceptuales en un tiempo más reducido (Garrido et al., 2007). *Modelo por descubrimiento autónomo*, los objetivos de este modelo se centran en el aprender procesos científicos, se enfrenta a los

estudiantes a preguntas, experiencias o problemas que se deberán resolver siguiendo los pasos de método científico (Jiménez, 2000). *Modelos constructivistas*, estos modelos proponen una formación integral del estudiante, promueven la alfabetización científica y muestran la ciencia como una actividad humana con gran repercusión en la sociedad (Vilchez, 2015).

Trabajo por rincones en Educación Superior

El trabajo por rincones se ha probado que es efectivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (E/A) en edades tempranas (Fernández et al., 2009), además favorece el aprendizaje cooperativo. Aunque no es muy frecuente su práctica en niveles académicos superiores, Vicente et al. (2014) defienden que “los rincones de trabajo constituyen una estrategia adecuada para conseguir una mayor implicación de los estudiantes y favorecer el deseado aprendizaje teórico-práctico activo y colaborativo en la Universidad” (p. 117).

Los rincones son unos espacios delimitados del aula donde los estudiantes (de forma individual o en pequeños grupos), llevan a cabo distintas actividades de aprendizaje de forma simultánea. Esta metodología favorece la utilización de distintas técnicas y estrategias en las que se confiere al alumno más autonomía y se convierte en el protagonista del proceso E/A, mientras que el docente se centra en guiar, motivar, diagnosticar y evaluar.

OBJETIVOS

Este trabajo, presenta un doble objetivo, por un lado, queremos conocer cuáles son los modelos didácticos priorizados por los alumnos del Grado de Educación Primaria y el Programa de Estudios Conjuntos (Educación Infantil y Primaria) (PEC) para la introducción de diferentes conceptos de Física, Química y Biología a través de la experimentación y por otro, tratar de averiguar que cuestiones influyen en dicha elección.

CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN

La actividad analizada en el presente estudio se ha realizado dentro de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, integrada dentro del programa del Grado en Educación Primaria (EP) y del Programa de Estudios Conjuntos (PEC) de la Universidad de Valladolid, en las aulas de la Facultad de Educación de Segovia. Esta materia está enfocada en la producción de conocimiento didáctico específico de las ciencias experimentales, de modo que en ella se trata de describir y explicar los procesos de enseñanza-aprendizaje y una vez entendidos estos enseñar a diseñar, desarrollar y evaluar propuestas de mejora de la educación científica a los alumnos de los Grados.

Esta asignatura se cursa en ambos programas en tercer curso, en consecuencia, la mayoría del alumnado ya ha cursado y superado la asignatura de Desarrollo Curricular de las Ciencias Experimentales, lo que implica que los estudiantes posean nociones teóricas y en la asignatura de tercer curso centren su trabajo en la adquisición de los conocimientos didácticos propios de la enseñanza de las ciencias.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ANALIZADA

En la parte teórica de la asignatura se trabajan varios modelos didácticos descritos a los que se alude en el marco teórico del presente trabajo. Para complementar el trabajo llevado a cabo en dicha parte, se pretende que los futuros maestros planteen intervenciones a través de dichos modelos, para que de esa manera tengan claro sus debilidades y fortalezas.

Es en ese contexto dónde se enmarca esta actividad. Todos los grupos realizaron en primer lugar una sesión de trabajo por rincones en el laboratorio. En dicha sesión se les propusieron siete rincones con diversas actividades dedicadas a contenidos sobre física, química y biología básica: Electricidad y magnetismo, Transformación de la energía eléctrica, Luz y sonido, Microscopio, Modelos moleculares para explicar una reacción, Reacción de descomposición y Construcción de una brújula.

Los alumnos tuvieron que rotar por todos los rincones y siguiendo un modelo de aprendizaje por descubrimiento guiado podían seguir las instrucciones o indicaciones que se encontraban en cada uno de los rincones y realizar los experimentos propuestos redescubriendo los contenidos trabajados en cada uno. Para la realización de estas actividades disponían de un tiempo de 15 minutos en cada rincón.

Tras el trabajo de laboratorio, cada grupo tuvo que seleccionar uno o varios de los experimentos realizados y elaborar una/s propuesta/s sobre cómo se podría/n introducir en el aula de Educación Primaria utilizando los modelos didácticos explicados en la parte teórica.

METODOLOGÍA

El diseño del estudio se centra en el análisis de los informes de prácticas presentados por los estudiantes de los grados de EP y el PEC. Concretamente se analizaron las prácticas de 97 alumnos distribuidos en subgrupos de trabajo siendo 15 grupos del EP y 8 del PEC.

La técnica empleada en el estudio es el análisis de contenido cualitativo. Esta técnica tiene como objetivo interpretar los elementos de un texto que no son percibidos en una lectura inmediata, a través de un examen sistemático y objetivo (Amado et al. 2014). En su aplicación se complementa esta técnica con una lista de control (véase Tabla 1), con el fin de registrar si se ha observado un determinado hecho.

Tabla 1. Lista de control

	NÚMERO DE PROPUESTAS	TEMAS PROPUESTOS	DEFINE LOS OBJETIVOS	DEFINE LOS CONTENIDOS	MODELO QUE SE PRETENDE TRABAJAR	MODELOS QUE REALMENTE SE TRABAJAN	TRABAJA RUTINAS DE PENSAMIENTO	ORGANIZACIÓN DEL GRUPO	RECURSOS	ROL DEL DOCENTE	EVALUACIÓN
Grupo 1 Primaria											

RESULTADOS

Previo a centrarnos sobre los modelos didácticos elegidos, se describirán otros aspectos de las propuestas presentadas por los estudiantes tal y como se determina en la lista de control que guía el análisis de las producciones.

En primer lugar, se determina que el número total de propuestas programadas por los estudiantes de sendos grupos en sus informes de prácticas es de 39 de las cuales 23 han sido descritas por estudiantes del grado de EP y 16 por los del PEC. Viendo los resultados en global de ambos grupos, de esas 39 propuestas un 3% trabaja el Electricidad y magnetismo, un 13% la Transformación de la energía eléctrica, un 23% la Luz y el sonido, un 23% el Microscopio, un 5% los Modelos moleculares, un 13% la Reacción de

descomposición y un 21% la Construcción de una brújula. Sin embargo, cuando se separan las preferencias ante las distintas temáticas, en los dos grupos, hay que destacar que los resultados son muy diferentes, tal y como se recoge en la Figura 1.

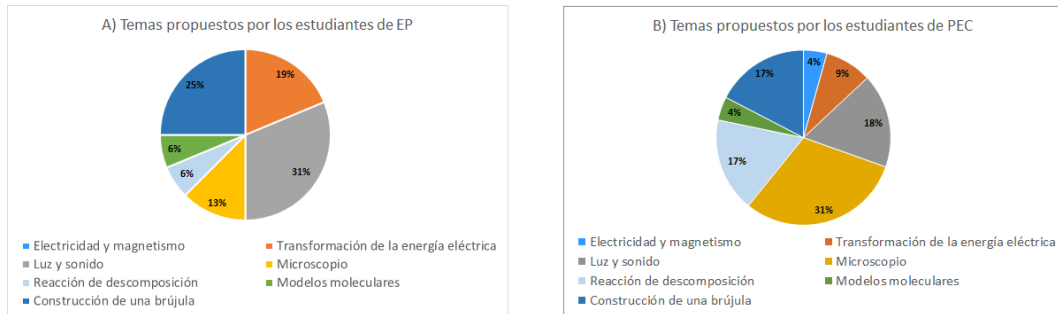


Figura 1. Temas de las propuestas, A) resultados del Grado de EP y B) resultados del PEC.

En educación en cualquier programación realizada es básico especificar el curso al que va dirigida. A este respecto, de todas las propuestas presentadas por los alumnos del Grado de EP, solo un 22 % especificaban el curso al que iban dirigidas, mientras que en el PEC este porcentaje aumentaba hasta el 50 %. En ambos Programas el curso para el cual se presentaron más propuestas fue el de sexto (15 % en el caso del Grado de EP y un 19% en el PEC), no planteándose ninguna en los dos Programas para 1º o 2º de Educación Primaria (Figura 2), aunque los alumnos del PEC sí plantearon intervenciones para llevarse a cabo en 3º de Educación Primaria.

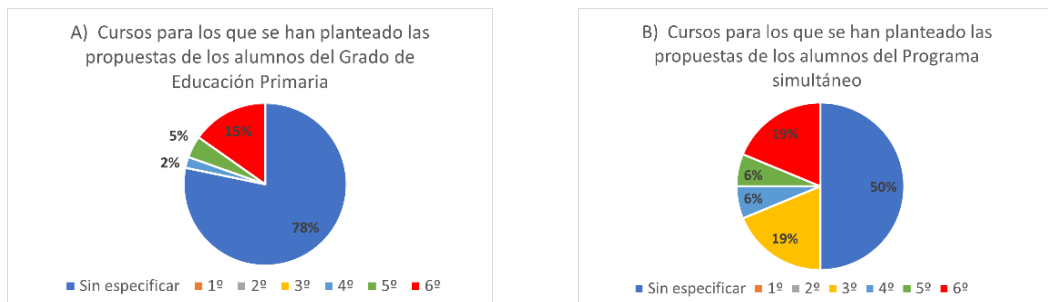


Figura 2. Cursos para los que se plantearon las propuestas, A) resultados del Grado de EP y B) resultados del PEC.

Otros dos aspectos fundamentales en la programación docente son los objetivos que se persiguen con la implementación de las actividades y los contenidos que se pretenden trabajar. En ese sentido, se ha observado una ausencia mayoritaria del planteamiento de estos por parte de los alumnos. Los alumnos del Grado de EP, solo han planteado objetivos en un 17 % de las propuestas y los contenidos en el 39 % de ellas, asimismo los alumnos del PEC solo han planteado objetivos en un 39% de las actividades y los contenidos en un 50 %.

Centrándonos en los métodos didácticos planteados, vemos (Figura 3) que hay resultados diferentes en los dos Programas. En el Grado de EP, el método más usado, con una amplia diferencia frente al resto, es el descubrimiento guiado con una presencia en el 48% de las propuestas. Mientras que el método más propuesto por los grupos del PEC es una combinación entre el modelo de descubrimiento guiado y el de transmisión recepción (25% de los grupos), seguido por el descubrimiento guiado, el descubrimiento autónomo y el método constructivista, con un 19% cada uno de ellos.

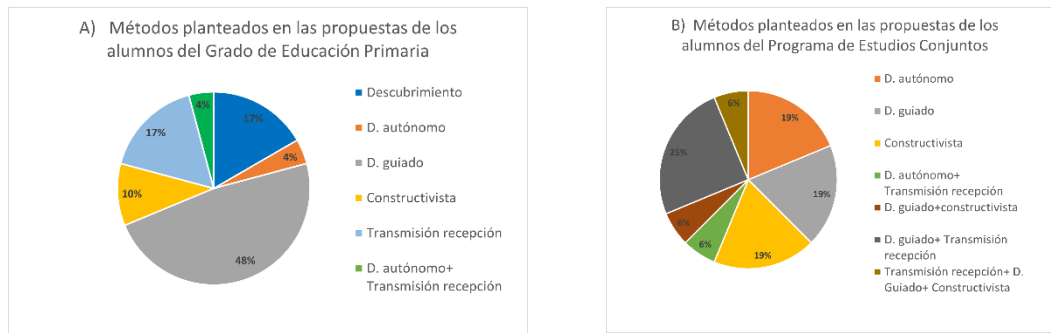


Figura 3. Métodos didácticos usados en las propuestas planteadas, A) resultados del Grado EP y B) resultados del PEC.

En la figura 3 también se observa que el uso exclusivo del método de transmisión-recepción es considerado como uno de los métodos preferentes por los alumnos del Grado de EP (17%), mientras que los alumnos del PEC no lo conciben como un método de uso aislado, sino que le confieren sentido usándolo de forma asociada al descubrimiento guiado, autónomo o al método constructivista. Otra de las cuestiones diferenciales, ha sido que en el Grado de EP el uso de los métodos didácticos se plantea fundamentalmente de forma aislada (un 96%), sin usar más de uno en la misma propuesta. Mientras que en el PEC este porcentaje desciende hasta el 56 % y un importante porcentaje del 44% lo hace usando más de uno en la misma propuesta. En adición, se ha analizado si esos métodos didácticos estaban realmente presentes en las propuestas y en ese sentido se ha visto que tanto en el Grado de EP como en el PEC los resultados eran similares, estando realmente presentes los aspectos que caracterizan a cada una de las metodologías en un 72 % de las propuestas, parcialmente presentes en un 13 % y ausentes en un 15 %.

Al analizar el uso de rutinas de pensamiento se observaron diferencias nuevamente entre su uso en las programaciones de los distintos grupos (PEC y EP). En concreto el 38% de las propuestas planteadas por los subgrupos de PEC incluyen estos organizadores gráficos frente a solo un 17% en el caso de EP. En cuanto a las rutinas empleadas se destacan “veo, pienso, me pregunto” seguida de “antes pensaba-ahora pienso” como las más empleadas. Otros ejemplos son “¿qué sé? ¿Qué quiero saber? ¿qué he aprendido?” “palabra, idea, frase” o “color-símbolo-imagen”.

En cuanto a la organización del aula, cabe destacar que la mayoría de las programaciones tanto de PEC, como de EP especifican agrupar al alumnado en “pequeños grupos” o grupos de entre 3 y 5 estudiantes (79% de las propuestas). Seguido se destaca un 13% que organiza el aula en gran grupo (coincidente con algunos de los grupos que programan en base al modelo de transmisión), quedando un 8% de las propuestas sin especificar la organización.

En relación con el rol del docente se han observado también diferencias entre el grupo de PEC y EP. La diferencia más notable es que en el grupo de PEC, al igual que han considerado varios modelos dentro de una misma propuesta, también han considerado diferentes roles del maestro, cuestión que no se contempla en el grupo de EP. Así pues, el 38% de las propuestas en el PEC definen el rol del docente como emisor del conocimiento y guía, el 44% como guía, un 6% no detalla el rol, otro 6% define el rol como observación y creación de material y otro 6% como activación del alumnado y guía. Mientras en EP el 65% fija el rol como guía, el 26% no detalla el rol y el 9% lo establece como emisor del conocimiento.

Por último, se analizó la evaluación registrada para las distintas propuestas presentadas. En este caso las diferencias entre PEC y EP son mínimas por tanto se presentan los resultados en conjunto. En concreto, en el 44% de las propuestas presentadas no se concreta la evaluación, en el 36% se presenta una evaluación mediante asamblea, en el 8% por observación, en un 5% mediante dianas de evaluación o app como *kahoot*, en otro 5% se presenta mediante rutinas de pensamiento y en un 3% mediante algún tipo de ficha.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que los alumnos del grado de EP priorizan el modelo por descubrimiento (guiado o sin especificar el tipo), o el de transmisión-recepción; mientras que los alumnos del PEC optan generalmente por combinar distintos modelos. Además, cabe destacar que el grupo del PEC no ha propuesto en ningún caso el modelo de transmisión-recepción como opción única, siempre lo han utilizado junto con otros modelos como aprendizaje por descubrimiento autónomo o guiado y constructivista.

Los alumnos del PEC proponen un mayor uso de las rutinas de pensamiento como metodología que los del Grado de EP. Esto puede explicarse debido a que en segundo curso los docentes asignados al grupo PEC trabajan y fomentan el trabajo con este tipo de estrategias de un modo más activo que los docentes a cargo del grupo de EP.

Otra conclusión importante, ha sido que ambos programas parecen tener dificultades para conectar la enseñanza de las ciencias experimentales con edades tempranas, ya que en ambos grupos no se han realizado propuesta para 1º y 2º de Primaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amado, J., Costa, A. P. y Crusoé, N. (2014). A técnica da análise de conteúdo. En J. Amado (Coord.), *Manual de Investigação Qualitativa em Educação* (pp. 301-352). Universidade de Coimbra.
- Fernández, E., Quer, L. y Securun, R. M. (2009). *Rincón a rincón. Actividades para trabajar con niños y niñas de 3 a 8 años*. Octaedro.
- Garrido, J. M., Perales, J.M. y Galdón, M. (2007). *Ciencia para educadores*. Pearson.
- Jiménez, M.P. (2000). Modelos didácticos. En J. Perales y P. Cañal. *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 170-177). Marfil.
- Rivero, A.; Hamed, S.; Martín, R.; Solís, E.; Fernández, J.; Porlán, R.; Rodríguez, F.; Solís, C.; Azcárate, P. y Ezquerro, A. (2013). La formación inicial de maestros de primaria: qué hacer y cómo en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Núm extra*, 3045-3050.
- Vicente, F., López-Luengo, M.A. y Vallés C. (2014). Los rincones de trabajo como estrategia en la formación de maestros para la enseñanza de ciencias y su didáctica. *Tendencias pedagógicas*, 23, 109-226.
- Vílchez J.M. (Coord.) (2015). *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. I Ciencias del espacio y de la Tierra*. Pirámide.

¿Qué problemas socioambientales preocupan al futuro maestro de Educación Primaria?: Una Experiencia innovadora desde los ODS

Hortensia Morón-Monge¹, Carmen Solís-Espallargas².

¹ Universidad de Sevilla. hmoron@us.es

² Universidad de Sevilla. carmensolise@us.es

RESUMEN: Se presenta una experiencia educativa innovadora realizada con los estudiantes de maestro de Educación Primaria de la Universidad de Sevilla. Dicha experiencia se enmarca en un proyecto de innovación docente cuyo objetivo principal es promover los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en las programaciones educativas del Grado de Educación Primaria. Para ello, dentro de la asignatura Didáctica de las Ciencias se realiza una serie de actividades basadas en las ODS, en el que el alumnado debe seleccionar y divulgar un problema socioambiental local cercano que les preocupe en formato video. La experiencia tiene un doble propósito: (1) dar visibilidad a dicho problema y (2) ofrecer soluciones a esos problemas desde la enseñanza de las ciencias en educación primaria. En este trabajo, se presentan algunos resultados de la experiencia, correspondiente con el primer objetivo, en el que se describen los principales problemas socioambientales que preocupan a este alumnado desde las ODS.

PALABRAS CLAVE: problemas socioambientales, ODS, experiencia innovadora, formación docente.

ABSTRACT: An innovative educational experience carried out with the pre-service primary teachers from the University of Seville is presented. This experience is part of a teaching innovation project whose main objective is to promote the sustainable development goals (SDG) in the educational programming of the Primary Education Degree. To do this, within the Science Education subject, a series of activities based on the SDGs are carried out, in which students must select and disclose a nearby local socio-environmental problem that concerns them in video format. The experience has a dual purpose: (1) to give visibility to said problem and (2) to offer solutions to these problems from the teaching of science in primary education. In this work, some results of the experience are presented, corresponding to the first objective, in which the main socio-environmental problems that concern these students from the SDG are described.

KEYWORDS: socio-environmental problems, innovative experience, teacher training.

ANTECEDENTES

La sociedad actual además de afrontar a la crisis sanitaria por el SARS-CoV-2, se enfrenta a grandes desafíos globales como son la crisis económica, medioambiental, el cambio climático, las desigualdades sociales, las guerras, etc. En este contexto global, el fomento de un Desarrollo Sostenible ha ganado un amplio reconocimiento internacional para garantizar la calidad de vida, la equidad entre las generaciones presentes y futuras, y la

salud ambiental (Naciones Unidas, 2012; UNESCO 2015). Ligado a esto, en el año 2000 se definieron 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) de distinta índole social (pobreza, hambre, salud y bienestar, educación de calidad, etc.) y ambiental (acción por el clima, vida submarina y ecosistemas terrestres, etc.) que podemos ver recogidas en la figura 1.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los ODS, también conocidos como Objetivos Mundiales, conllevan un espíritu de colaboración y pragmatismo para elegir las mejores opciones con el fin de mejorar la vida, de manera sostenible, para las generaciones futuras. Proporcionan orientaciones y metas claras para su adopción por todos los países en conformidad con sus propias prioridades y los desafíos ambientales del mundo en general.

La educación no se mantiene al margen para avanzar hacia este reto en sostenibilidad; instando a la colaboración, el pensamiento sistémico, la innovación y el aprendizaje activo y participativo como procesos fundamentales de la enseñanza (Naciones Unidas, 2012; Tilbury, 2010; UNESCO 2005). En este sentido, la Universidad, y en especial los docentes universitarios desempeñan un papel protagonista en la difusión y aplicación de posibles soluciones y alternativas a los problemas socioambientales (PS) a los que se enfrenta la sociedad actual (Naciones Unidas, 2012; UNESCO, 2005). La incorporación de la sostenibilidad en el currículo universitario resulta de gran importancia para la consecución de un cambio hacia la cultura de la sostenibilidad a partir del desarrollo de competencias en sostenibilidad de los estudiantes universitarios tal y como promueve en España la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) del 2002.

En este marco para la integración de la sostenibilidad en el currículo universitario se lleva a cabo la experiencia innovadora que aquí se describe, formando parte del proyecto de innovación docente: “*el desarrollo sostenible en juego: el reto de enseñar y la aventura de aprender*” del III Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla convocatoria 2021/22. La principal finalidad de la experiencia es incorporar en la asignatura de Didáctica de las Ciencias del Grado de Educación Primaria la sostenibilidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje a partir de la identificación de PS locales y su divulgación en formato vídeo.

DISEÑO DE LA PROPUESTA

La experiencia educativa se llevó a cabo con 42 estudiantes (19 hombres y 23 mujeres) con un rango de edad de 19-26 años, que cursaban 2º curso del Grado en Educación de Primaria de la Universidad de Sevilla. Hay que señalar que ninguno de los estudiantes

había recibido formación didáctica previa específica sobre las ODS, y era la primera vez que realizaban una experiencia de este tipo. Además, este alumnado se caracteriza por tener, mayoritariamente, poco interés por la ciencia y su enseñanza (García-Carmona & Cruz-Guzmán, 2016) así como un bajo nivel de competencia científica.

La asignatura de *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, de carácter anual (9 créditos), donde se lleva a cabo esta experiencia se diseña para el primer bloque de contenidos relativos a la alfabetización científica. En dicho bloque se pretende dar respuestas a cuestiones como ¿Para qué enseñar ciencias en educación primaria? Y ¿Por qué?. En particular atendiendo al *por qué* enseñar ciencia, se desea promover una alfabetización científica desde el activismo ciudadano que en el contexto escolar conduzca a que el alumnado se empodere como ciudadano/a de pleno derecho para la resolución activa de los problemas socioambientales (Hodson, 2014; Reis, 2014). Desde este enfoque se diseña la actividad educativa que aquí se describe. El objetivo principal de dicha actividad es que el futuro maestro de Educación Primaria identifique la resolución de PS actuales como una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Para ello, es necesario que este alumnado sea capaz de reconocer PS de su entorno inmediato o cercano (su pueblo, su barrio, su ciudad, etc.) para así poderle ofrecer soluciones desde la enseñanza de las ciencias.

La experiencia de aprendizaje diseñada queda recogida en la Tabla 1, dividida en tres grandes momentos (introducción, desarrollo y reflexión) con una duración de seis horas en tres sesiones de clase, donde se llevan a cabo distintas acciones o tareas. Las acciones o tareas realizadas van desde breves explicaciones de la docente hasta trabajos realizados por el alumnado en pequeños grupos tanto dentro como fuera del aula.

Tabla 1. Descripción de la experiencia educativa

Momentos	Tareas o Acciones	Objetivos
1. <i>Introducción</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Exploración ideas previas. Se pregunta ¿para qué y por qué es relevante la enseñanza de las ciencias? • Se realiza un visionado con toda la clase de dos videos que justifican el por qué enseñar ciencias: <ol style="list-style-type: none"> (1) Vídeo problemas medioambientales globales (Amigos por la Educación, 2015) (2) Vídeo problemas medioambientales locales (Tierra y Mar & Espacio Protegido Canal Sur, 2019) Reflexión tras el visionado de los videos y puesta en común de las emociones suscitadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir el bloque de contenidos • Saber diferenciar problemas socio ambientales globales de problemas socioambientales locales • Sensibilizar sobre los problemas socioambientales actuales • Relacionar el por qué enseñar ciencias (problemas socioambientales) con el para qué (resolución de problemas socioambientales)
2. <i>Desarrollo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del problema socioambiental y diseño de los vídeos: en grupos de trabajo deben seleccionar un problema socioambiental local, describir y presentar dicho problema en formato video, de dos minutos máximo de duración, donde se observen las principales causas del problema e implicaciones socioambientales. • Exposición de los videos. Los vídeos subidos a la plataforma YouTube son visionados en clase, donde se van comentando los principales problemas identificados y contenidos educativos necesarios para abordar dichas problemáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer problemas ambientales locales • Saber divulgar en formato video • Tomar conciencia de los distintos problemas socioambientales de nuestro entorno inmediato. • Identificar posibles contenidos que se podrían enseñar desde las ciencias
3. <i>Reflexión de la experiencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración del bloque de contenidos a partir de un cuestionario individual creado en Microsoft Team, donde deben valorar del 1 al 5 su grado de satisfacción de la actividad, además de ofrecer algún comentario adicional sobre la experiencia realizada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorar la actividad realizada por parte del alumnado.

RESULTADOS

Las principales ideas previas recogidas por el alumnado con relación al para qué y por qué de la necesidad de enseñar ciencias fueron recogidas a partir del foro de *Microsoft Teams*. Se observa que la mayoría del alumnado suele confundir ambas cuestiones, ofreciendo ideas vagas o generales sobre la finalidad y necesidad de enseñar ciencias. Las principales finalidades de la enseñanza de la ciencia son *académicas* (adquirir unos conocimientos) o desde un punto de vista *práctico* (aplicar en nuestro día a día, conocer o explorar el mundo, nuestro entorno, etc.).

*“Hemos llegado a la conclusión de que enseñar ciencias en primaria es muy importante para dotar a los alumnos y alumnas de las bases de **conocimientos** científicos, pero no todo se remite a conocimientos, sino que también sirve para fomentar el espíritu crítico de los niños y niñas, al igual que es necesario si queremos conocer cómo funciona todo lo que nos rodea en nuestra **vida cotidiana** ya que las ciencias nos pueden aportar las respuestas con total exactitud”*

*“¿Para qué enseñarla? Para poder luego aplicarla en las situaciones cotidianas de la vida. ¿Por qué enseñarla? Para aprender la realidad del **mundo** que nos rodea.*

*“Nosotros pensamos: ¿Por qué enseñar ciencias?-> Porque creemos que es fundamental para nuestro desarrollo ¿Para qué enseñar ciencias?-> Para conocer y explorar el mundo que nos rodea, ya que, las ciencias están presentes en **nuestro día a día**”*

Algún alumno vinculó la finalidad de la enseñanza de las ciencias con PS desde una perspectiva *ambientalista* (García Díaz, 2002) basada en el cuidado y preservación:

*“ (...) Por ejemplo, algunas de los fines que podemos destacar son los siguientes: para aplicar estas a la vida cotidiana en situaciones como **el cuidado y respeto hacia el medio ambiente**, así como para el cuidado y prevención de enfermedades en nuestro organismo, etc.”*

Sin embargo, parece que el alumnado no contempla como una finalidad de la enseñanza de las ciencias la resolución de los PS locales desde una perspectiva *emergente* (García Díaz, 2002) y como agente activo en su mejora (Hodson, 2014; Reis, 2014).

En el diseño del vídeo, el alumnado se dividió en 10 grupos de trabajo (entre cuatro y cinco personas) y así decidir qué PS local iban a tratar. Para ello, realizaron esta actividad fuera del aula, realizando distintos tipos de vídeos con: fotografías o imágenes reales, combinando información extraída de internet con imágenes propias, con texto en las imágenes o redactado, con música de fondo o incluso hubo un grupo que compuso un rap para narrar su vídeo. Los vídeos fueron subidos a la plataforma YouTube para así tener acceso todos los grupos. En clase se visionaron algunos vídeos donde se debatió sobre el problema socioambiental que habían identificado, sus causas y consecuencias, así como los contenidos que se podrían tratar desde la enseñanza de la ciencia en Educación Primaria.

Las PS tratadas fueron muy diversas, tal y como se observa en la Tabla 2, clasificadas en función de su dimensión (local/global), la ODS que tratan y el ámbito (social/ambiental). A pesar de haber solicitado al alumnado que expusieran una PS local, solo la mitad de los grupos seleccionaron una problemática cercana a ellos (Sevilla capital, el barrio del Vacie, el pueblo sevillano de Villanueva del Río y Minas y Tentudía de Badajoz). Los ODS que trataron en los vídeos fueron muy diversos, algunos más centrados en cuestiones

sociales como la pobreza, salud y bienestar, desigualdades sociales, ciudades sostenibles y consumo responsable (ODS, 1, 3, 10, 11 y 12) y otros centrados en aspectos medioambientales o mixtos (de carácter tanto social como natural) como la energía sostenible, la industria, la vida acuática y de los ecosistemas terrestres (ODS, 7, 9, 14 y 15). Señalar que, en ningún momento, se trató explícitamente en clase sobre los 17 ODS para no condicionar así al alumnado en la realización de la actividad y selección de la PS.

Tabla 2. Problemáticas socioambientales tratadas

Temática	Problema	ODS	Ámbito
1. El tráfico en Sevilla y movilidad	Local	ODS-11	Social
2. El chabolismo en el Vacie	Local	ODS-1 y 10	Social
3. La contaminación del embalse del Tentudía	Local	ODS-15	MA
4. Contaminación lumínica	Global	ODS-11 y 15	MA
5. Contaminación por canteras	Global	ODS-7 y 9	MA
6. Contaminación atmosférica	Global	ODS-15	MA
7. La contaminación en el lago minero Villanueva del Río y minas	Local	ODS-7 y 15	MA
8. Hábitos saludables	Global	ODS-3	Social
9. El botellón en Sevilla	Local	ODS-11 y 12	Social
10. Los microplásticos	Global	ODS-14 y 12	MA

El alumnado valoró muy positivamente la realización de los videos (siendo el 5 el de mayor grado de acuerdo) como se observa en la figura 2. Así, el 90% del alumnado otorgó entre 5 y 4 la actividad y únicamente un 2% entre 2 y 1.

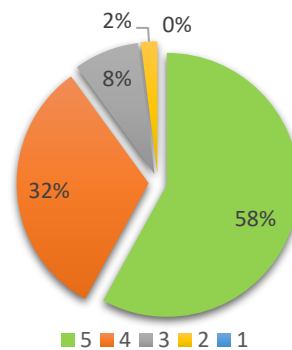


Figura 2. Valoración de la actividad

Algunos comentarios que ofrecieron sobre esta actividad de cara su formación fueron las siguientes:

“Me llamó mucho la atención la actividad de los problemas medioambientales. Fue una actividad bastante original, además creó un gran impacto en nosotros, como alumnos, ya que vimos la gran importancia que tiene prestar atención y cuidar el medio ambiente como una de las finalidades de la ciencia”

“Bajo mi punto de vista creo que han sido los vídeos expuestos en clase. Tras ver esos vídeos y tratar algunos sobre temas tan cercanos de nuestra vida cotidiana nos ha ayudado a concienciarnos”

“La propuesta que mayor implicación ha tenido en mi visión sobre la finalidad de la ciencia es la de los videos de los problemas ambientales. Me pareció muy interesante y me hizo darme cuenta de grandes problemas de la actualidad que yo desconocía.”

CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE MEJORA

A pesar de realizarse por primera vez esta innovación docente en el aula desde las ODS, ésta ha tenido una acogida muy positiva por parte del alumnado.

Por un lado, tal y como el propio maestro en formación ha señalado, esta experiencia les ha ayudado a identificar y valorar los distintos PS actuales tanto locales como globales. Además, les ha permitido valorar la importancia de la ciencia y su enseñanza para la resolución de dichos problemas.

Por otro lado, como formadores de docentes, esta actividad nos ha servido de pilotaje para integrar la sostenibilidad en el currículum del Grado de Educación Primaria las ODS (Naciones Unidas, 2012; CRUE, 2002) y nos alienta a seguir diseñando actividades de este tipo para poderlas integrar en otros Grados Universitarios.

Finalmente, aunque aquí se presenta una experiencia innovadora, los resultados obtenidos tras su implementación nos invitan a emprender investigaciones en el mismo contexto, a fin de profundizar en los hallazgos aquí mostrados sobre todo aquellos relacionados con los criterios que usa el maestro en formación para seleccionar un PS local o global y sobre las finalidades de la enseñanza de la ciencia que manejan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amigos por la educación (4 de octubre 2015). El hombre destruye el medioambiente. Man by Steve Cutts. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xx550XgPtqE>
- CADEP-CRUE (2012). Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Currículum. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Declaraciones/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf
- García Díaz J. E (2002). Los problemas de la educación ambiental: ¿es posible una educación 487 ambiental integradora? *Investigación en la Escuela*, (46), 5-25
- García-Carmona, A. & Cruz-Guzmán, M. (2016). ¿Con qué vivencias, potencialidades y predisposiciones inician los futuros docentes de Educación Primaria su formación en la enseñanza de la ciencia? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 440–458
- Hodson, D. (2014). Becoming part of the solution: Learning about activism, learning through activism, learning from activism. In *Activist science and technology education* (pp. 67-98). Springer.
- Naciones Unidas (2012). *The future we want: Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development adopted at Rio+20*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf>.
- Reis P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículum. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26.
- Tierra y Mar & Espacio Protegido Canal Sur (17 de diciembre 2019). *Defensa de “Los Cabezos de Huelva” por los ciudadanos*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=0ch7aPYKGPQ>
- Tilbury, D. (2011). Higher education for sustainability: a global overview of commitment and progress. *Higher education in the world*, 4(1), 18-28.
- UNESCO (2015) *Global Action Programme: A renewed commitment for sustainability education*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>.

Análisis de los modelos mentales sobre el Ciclo del Agua en maestros en formación

Alejandro De la Hoz Serrano¹, Florentina Cañada Cañada², Andrés Álvarez Murillo³, Lina Viviana Melo Niño⁴, Javier Cubero Juárez.⁵

¹Área Dca. de Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

alexdlhoz@unex.es

²Área Dca. de Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura. flori@unex.es

³Área Dca. de Matemáticas. Universidad de Extremadura. andalvarez@unex.es

⁴Área Dca. de Matemáticas. Universidad de Extremadura. lvmelo@unex.es

⁵Área Dca. de Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura. jcubero@unex.es

RESUMEN: La sociedad actual, basada en la Ciencias y la Tecnología, precisa mejorar su proceso de alfabetización científica. Existen gran cantidad de contenidos científicos que aún presentan muchos errores conceptuales, entre los que se encuentra el Ciclo del Agua. Para mejorar esta situación, es necesario que los docentes tengan una formación científica adecuada. Por ello, conocer el modelo mental de los maestros en formación es de relevante importancia, debido a que el análisis de los modelos mentales permite identificar la organización de los contenidos, así como las diversas relaciones entre ellos, de manera que enriquezca el proceso de enseñanza en estos estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias, Análisis cualitativo, Formación de docentes.

ABSTRACT: The current society, based on science and technology, needs to improve its scientific literacy process. There is a large amount of scientific content that continues to present serious conceptual errors, including the Water Cycle. To improve this situation, it is necessary for teachers to have adequate scientific training. Therefore, knowing the mental model of teachers in training is of relevant importance, since the analysis of mental models allows identifying the organization of the contents, as well as the different relationships among them, in order to enrich the teaching process in these students.

KEYWORDS: Educational Science, Qualitative analysis, Teacher training.

INTRODUCCIÓN

La educación tiene como propósito la formación y preparación de los ciudadanos para la sociedad. De esta manera, en la sociedad actual, es imprescindible una adecuada alfabetización científica de la población, permitiéndoles intervenir en ella (De la Hoz et al., 2021).

A pesar de ello, numerosos estudios (Castelltort, 2015; Márquez y Bonil, 2013) muestran la baja formación científica del futuro profesorado. Esto es de vital importancia, porque desde las etapas iniciales ya surge interés por seguir o no estudios de ciencias, de manera que una adecuada formación de los maestros es fundamental para conseguir un correcto proceso de alfabetización.

En la etapa de Educación Primaria, las Ciencias de la Naturaleza y Sociales sirven de enlace para llevar a cabo este proceso de alfabetización desde edades tempranas,

comprendiendo conceptos, procedimientos y actitudes que les permitan a los estudiantes analizar y criticar la información emergente con la que entran en contacto.

Uno de los contenidos de mayor relevancia en la etapa de Educación Primaria es el Ciclo del Agua, debido a la importancia intrínseca que lleva el conocimiento sobre el funcionamiento del agua en nuestro entorno, permitiendo relacionarse con otros contenidos como los problemas medioambientales o de la salud, ajustándose de esta manera a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (Castelltort, 2015).

A pesar de la importancia que presenta este contenido, existe una gran cantidad de errores conceptuales tanto en estudiantes de las diferentes etapas educativas como en los docentes. La falta de comprensión cíclica, la separación de las fases subterráneas, la relación entre los cambios de estado o la formación de nubes son algunos de los errores habituales que presentan (Ramírez-Segado et al., 2021).

Acorde a los estudios sobre el desarrollo neurocognitivo, en cualquier proceso de aprendizaje, la persona está construyendo su modelo mental sobre este contenido, los cuales permiten comprender la organización y relación con la que esa persona estructura ese conocimiento (Román, 2021).

Es por ello que, además de conocer el conocimiento científico, es necesario conocer el modelo de mental de los estudiantes, de manera que se pueda comprender la forma en la que estructuran estos conocimientos, y nos permita mejorar de esta manera los procesos de enseñanza-aprendizaje (Manzanero, 2006).

En esta línea, existen estudios recientes que han analizado los modelos mentales de estudiantes de las etapas de Educación Primaria e Infantil (Ahí, 2017; Castelltort, 2015). Estos estudios también analizaron cómo evolucionaron estos modelos tras intervenciones en la mejora del conocimiento científico sobre el ciclo del agua.

Los resultados mostraron que, en estos modelos, los estudiantes carecían de relaciones en ciertos contenidos, acordes a los errores citados anteriormente. Tras las intervenciones, se produjo una mejora sustancial de los diagramas de los modelos mentales, en los que las relaciones eran más complejas.

Sin embargo, en los maestros en formación no se ha realizado ningún estudio similar. Como consecuencia, queda evidente que desde el área de la didáctica de las ciencias se debe fomentar una correcta formación de los futuros docentes, y para ello es de vital importancia analizar y comprender los modelos mentales que presentan sobre el Ciclo del Agua, como un contenido fundamental en la etapa de Educación Primaria.

METODOLOGÍA

Diseño y muestra de estudio

Esta investigación se desarrolla a través de un diseño no experimental mediante un estudio descriptivo de naturaleza cualitativa. Dicha muestra seleccionada por conveniencia se corresponde con estudiantes universitarios del Grado de Educación Primaria en la que participaron un total de 24 estudiantes siendo 16 de sexo femenino y 8 de sexo masculino.

Método de recogida de datos y análisis de resultados

La recogida de datos se llevó a cabo en el aula del grupo de estudiantes que conformaban la muestra, en la que respondieron a un cuestionario online que consistía en describir el proceso del Ciclo del Agua y su relación con los cambios de estado.

Los datos obtenidos fueron introducidos en el programa WebQDA (Neri de Souza et al., 2011), el cual permite realizar un sistema de categorías y analizarlas. El sistema de categorización que se llevó a cabo fue mixto, por lo que se partió de sistemas de categorías establecidos en estudios previos (Castelltor, 2015) pero con la posibilidad y flexibilidad de cambiar mientras se realiza el análisis de los datos. Posteriormente, se obtuvieron las matrices de contingencia entre las categorías y mediante el programa Gephi se construyeron redes que posteriormente se analizaron (Soto-Ardila et al., 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se puede observar el modelo mental obtenido mediante el programa Gephi, como una representación gráfica en forma de red, el cual nos permite observar la proximidad y lejanía de las diversas categorías establecidas.

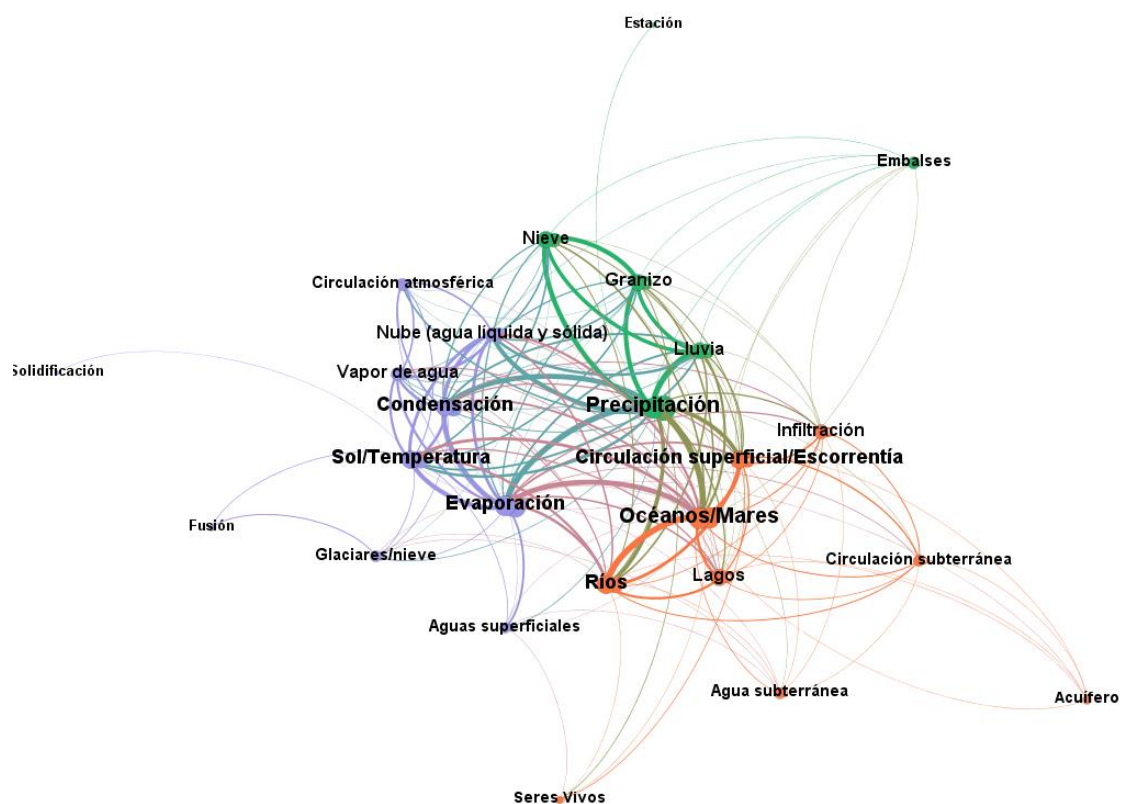


Figura 1. Modelo mental de maestros en formación mediante el programa Gephi

Como se aprecia, los conceptos más importantes (*Precipitación*, *Evaporación*, *Océanos/Mares*, *Sol/Temperatura*, *Circulación superficial/Escurrentía*, *Condensación*) son aquellos que se encuentran en la parte más centrada, debido a una mayor frecuencia de aparición, pero también a una mayor frecuencia de relaciones con el resto de los conceptos. Estos conceptos coinciden con aquellos más visibles en los libros de texto, y que normalmente conocen los estudiantes.

Es de destacar el concepto de *Condensación*, ya que es una fase que los estudiantes suelen obviar y no suelen comprender su función y relación con la formación de las nubes y precipitación (Ramírez-Segado et al., 2021). En el modelo mental se observa su presencia en la concepción del Ciclo del Agua de una manera relevante, lo que significa que la

muestra de estudio presenta una formación adecuada de uno de los conceptos más complicados de aprendizaje de este contenido científico.

Sin embargo, existen otros tales como los *Seres Vivos*, *Agua subterránea*, *Solidificación*, o *Acuífero* que se presenta más alejados de la parte central, y que coinciden con aquellos que los estudios previos muestran cómo los estudiantes carecen de la falta de comprensión de estas fases del ciclo (Ramírez-Segado et al., 2021).

También se puede apreciar la existencia de tres grupos de conceptos diferenciados por los tramos de diferentes colores que nos marca el programa Gephi, como consecuencia de las diversas interacciones que hacen unos conceptos con otros. En este sentido, se observa que los conceptos más alejados de cada grupo no presentan relación entre ellos, mientras que los más centrados presentan interacciones entre todos.

De esta manera, el análisis del modelo mental permite reforzar y complementar los estudios previos, puesto que del mismo modo que los estudiantes, los maestros en formación presentan dificultades a la hora de comprensión de fases del ciclo del agua, gracias a que se observa que algunas fases con concebidas muy lejanas y con la mínima relación con el resto de las fases del ciclo.

Esta información extra que nos ofrece el análisis del modelo mental puede ayudar a la hora de comprender las causas por las que desde hace años sigue existiendo esa falta de conocimiento científico y la formación de preconcepciones sobre el ciclo del agua.

Los maestros en formación presentan dificultades en la comprensión del ciclo natural del agua de forma dinámica, cíclica y relacionando todas las fases de manera conjunta e integral y no aislada, así como una desconexión con la influencia del ciclo urbano del agua.

Como consecuencia, esto provoca que posteriormente no haya una correcta enseñanza de las ciencias sobre el ciclo del agua, provocando que los estudiantes de las diferentes etapas educativas sigan con los mismos errores conceptuales que estudios anteriores han reflejado de hace tiempo (Ramírez-Segado et al., 2021).

Debido a ello, se promueve el análisis de modelos mentales en maestros en formación, tanto antes como después de intervenciones a través de metodologías activas y herramientas digitales, de manera que presenten un adecuado conocimiento científico para su posterior ejercicio de profesión.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por el Proyecto GR21047 de la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional, así como por el Proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa. Y se agradece al Ministerio de Educación y Formación Profesional por la concesión de un contrato predoctoral (FPU20/04959).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahi B. (2017) The effect of talking drawings on five-year-old turkish children's mental models of the water cycle. *International Journal of Environmental and Science Education* 12(3), 349-367. <https://doi.org/10.12973/ijese.2017.01232a>.

- Castelltort, A. (2015). Actividades que contribuyen a la promoción de una nueva cultura ambiental del agua. *Comunicações* 22(2), 363-389. <https://doi.org/10.15600/2238121X/comunicacoes.v22n2ep363-389>.
- de la Hoz Serrano, A., Sánchez, S., Vega, M. R., Benavente, M. J. y Juárez, J. C. (2020). Análisis del hábito de hidratación y su conocimiento en una muestra escolares de 10-12 años en la provincia de Badajoz (España). *Revista española de nutrición comunitaria*, 26(2), 2.
- Manzanero, A. L. (2006). Procesos automáticos y controlados de memoria: Modelo Asociativo (HAM) vs. Sistema de Procesamiento General Abstracto. *Revista de psicología general y aplicada*, 59(3), 373-412.
- Márquez, C. y Bonil, J. (2013). Las concepciones de maestros en formación inicial respecto a la educación científica recibida. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 107-133.
- Neri de Souza, F., Costa, A. P. y Moreira, A. (2011). Questionamento no Processo de Análise de Dados Qualitativos com apoio do software WebQDA. *EDUSER: Revista de Educação*, 3(1), 19-20.
- Ramírez-Segado, A., Rodríguez-Serrano, M. y Benarroch, A. B. (2021). El agua en la literatura educativa de las dos últimas décadas. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1107. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1107
- Reyero, C., Calvo, M., Vidal, M. P., García, E. y Morcillo, J.G. (2007). Las ilustraciones del Ciclo del Agua en los textos de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 287-294.
- Román, F. (2021). La Neurociencia detrás del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Journal of Neuroeducation*, 1(2), 50-56. <https://doi.org/10.1344/joned.v1i2.33695>
- Soto-Ardila, L. M., Caballero, A., Carvalho, J. L. y Casas, L. M. (2020). Nuevo método de análisis cualitativo mediante software para el análisis de redes sociales de la percepción grupal hacia las Matemáticas. *Píxel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 58, 27-50. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73356>

Conocimiento percibido actual y potencial de futuros docentes sobre artefactos tecnológicos cotidianos

Carlos B. Gómez-Ferragud¹, Andrea Barrera Delgado², Vicente Sanjosé³.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. carlos.b.gomez@uv.es

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia.

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. vicente.sanjose@uv.es

RESUMEN: El presente estudio tuvo como objetivo determinar el conocimiento actual, y el conocimiento potencial (desconocimiento consciente) sobre artefactos tecnológicos cotidianos, en futuros docentes. Se pidió a estudiantes de Maestro de primaria, y del Máster de profesorado de Secundaria, especialidad de tecnología, expresar por escrito contenidos o ideas relevantes para la alfabetización científico-tecnológica de la ciudadanía, sobre dos artefactos tecnológicos cotidianos: el ventilador y la bicicleta. Dichos contenidos debían formar parte de su conocimiento actual, o ser desconocidos, pero accesibles mediante estudio. Se pidió también a un pequeño grupo de expertos expresar los contenidos, relevantes didácticamente, asociados con esos dos artefactos. Los contenidos del alumnado se compararon con los de los expertos, y se clasificaron según un esquema propuesto en la literatura. Los resultados mostraron una proporción general muy baja de contenidos con relevancia didáctica, lo que sugiere mayor atención en la formación inicial al uso didáctico del conocimiento disciplinar.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización Científica y Tecnológica, Artefactos Cotidianos, Conocimiento Disciplinar y Didáctico, Profesorado de Primaria y Secundaria en Formación Inicial.

ABSTRACT: The present study aimed at determining the present knowledge, and the potential knowledge (conscious ignorance) about everyday technological artifacts, in future teachers of primary and secondary education. Participants were pre-service elementary teachers, and pre-service secondary teachers of technology, and were asked to express by writing about two familiar artifacts, fan and bike, relevant to develop citizens' literacy in science and technology. These topics should be part of either their present knowledge, or be currently unknown, but easily studied just in case. A small group of expert teachers of technology were also asked to express the relevant content about the fan and the bike. Students' written topics were compared to the experts' ones, then and classified using a well-known taxonomy. Results showed a general low proportion of students' knowledge (current or potential) having educational relevance. This suggest putting more attention to the way the content knowledge is translated into pedagogical knowledge.

KEYWORDS: Scientific and technological literacy, Daily life artifacts, Content and Pedagogical Knowledge, Pre-service Elementary and Secondary Teachers.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los manuales en las asignaturas de tecnología recogen proyectos educativos basados en la construcción de algún artefacto cotidiano (Tal, Krajcik y Blumenfeld, 2006). En la actualidad, algunas metodologías emergentes como STEM o el trabajo por proyectos, se centran también en la comprensión y construcción de artefactos tecnológicos con el fin de integrar las distintas disciplinas científico-matemáticas de la educación obligatoria en la realidad cotidiana del alumnado. Para la adecuada implementación de estos proyectos, los docentes deben poseer un conocimiento sobre artefactos tecnológicos suficiente y, además, ser capaces de realizar la transposición didáctica adecuada para su alumnado.

El presente estudio se centra en evaluar cuál es el conocimiento sobre artefactos cotidianos que los futuros docentes perciben como relevante para realizar su trabajo. Es claro que no todo el conocimiento necesario para la tarea docente está accesible de forma inmediata, y por eso el profesorado estudia y prepara sus clases. Existe un conocimiento potencial que puede adquirirse y que está constituido por aquello que: a) se es consciente de que no se sabe; b) se considera relevante; c) está accesible en distintas fuentes.

Antecedentes

Un artefacto tecnológico posee distintas dimensiones que permiten su concepción y análisis. Kroes (2010) ha propuesto un modelo para el conocimiento de los artefactos tecnológicos basado en 3 componentes: la estructura física, la función, y el contexto de acción humana de los artefactos, cada uno de las cuales ofrece un aspecto relevante para la educación. La invención deliberada de un artefacto para resolver alguna necesidad permite el abordaje de problemas socio-tecnológicos en contextos histórico-culturales específicos en los que se pone de manifiesto como la técnica es utilizada por las distintas sociedades en cada momento y con distintos fines (Acevedo, 1996). El diseño del artefacto para que haga lo que debe hacer, también permite introducir conceptos científicos cuya abstracción se facilita con el contacto con la realidad.

Trabajos antecedentes han mostrado que la primera cualidad de un artefacto que se necesita conocer es su utilidad o función (Vaz-Rebelo et al., 2016). Cuando esto ya se conoce, las personas se preocupan por otros aspectos del artefacto. Sanjosé y Otero (2021) analizaron el desconocimiento consciente de universitarios sobre distintos artefactos tecnológicos familiares utilizando entre otros, el modelo de Kroes para estudiar cómo se articula el desconocimiento consciente de las personas. Los resultados mostraron que buena parte de la ignorancia consciente de las personas no especializadas, alude al modo en que el diseño del artefacto permite hacer lo que hace (cómo funciona). Los datos recogidos por Sanjosé y Otero (2022, comunicación privada) mostraron una baja proporción de ideas formuladas con contenido científico explícito.

El presente trabajo se centró en estudiar la relevancia educativa de las ideas de conocimiento actual y potencial (desconocimiento consciente) que son activadas por futuros docentes de ciencia y tecnología básica ante una demanda simple en situación de aula, sin oportunidad para estudiar, repasar o revisar el conocimiento.

Objetivos

1. Explicitar conocimiento actual y potencial de futuros docentes sobre artefactos tecnológicos familiares, con relevancia en la enseñanza obligatoria.

2. Analizar los efectos del nivel de conocimiento previo en tecnología de los participantes, sobre los contenidos explicitados, comparando futuro profesorado de Primaria con futuro profesorado de Secundaria especializado en tecnología.

Se analizaron distintos materiales educativos (libros de texto y otros materiales escolares con proyectos de tecnología) para conocer qué contenidos asociados con artefactos se aconseja emplear en las aulas de tecnología. Además, se pidió a un grupo de 5 expertos, profesores de tecnología en Secundaria, que expresase por escrito los contenidos que, en el contexto educativo, consideraban importantes sobre dos artefactos seleccionados: un ventilador y una bicicleta. Estos contenidos se utilizaron de referencia para evaluar la relevancia didáctica de los contenidos aportados por las personas participantes.

MARCO METODOLÓGICO

Se desarrolló un estudio exploratorio con una muestra pequeña de alumnado que se formaba para ser docente en Enseñanza Obligatoria. Los datos fueron categorizados cualitativamente primero, y luego analizados cuantitativamente.

Muestra

Participaron un total de 80 estudiantes: 58 alumnos y alumnas del 3º curso de Grado de Maestro de Primaria y 22 estudiantes del Máster en Educación Secundaria (MAES) en la especialidad de Tecnología y Procesos Industriales.

Materiales, variables y medidas

Se seleccionaron dos artefactos familiares, uno mecánico y otro eléctrico: la bicicleta y el ventilador. Se entregó un cuadernillo a cada participante en el que se solicitaba lo siguiente:

A continuación, te mostramos dos artefactos: el ventilador eléctrico y la bicicleta de montaña. Por favor: 1) Escribe aquello que tú conoces o sabes de cada uno de estos artefactos y que consideres útil para la instrucción educativa. Además, escribe aquello que, aunque no sepas ahora, te gustaría saber y te podrías estudiar porque crees que vale la pena para poder instruir adecuadamente a tu alumnado. Puedes formular estas ideas en forma de pregunta, si lo prefieres.

Se definieron siete variables para analizar las aportaciones de cada participante: 1) Conocimiento previo (alto/ bajo, en función del nivel educativo Máster/Grado de Maestro) (Independiente); 2) Número total de ideas; 3) Núm de ideas mencionadas por alguno de expertos; 4) Núm de ideas sobre Estructura física del artefacto (componentes, materiales, organización interna); 5) Idem sobre Función y Funcionamiento del artefacto; 6) Idem sobre Contexto y Uso humano del artefacto; 7) Ideas con contenido científico explícito (conceptos, principios y leyes). Las tres variables 4, 5 y 6 derivan de la clasificación de Kroes (2010), con una pequeña adaptación para destacar las ideas relevantes desde el punto de vista académico.

Procedimiento

Tras el estudio de materiales educativos y selección de dos artefactos familiares, se pidió a cuatro docentes de Tecnología con más de 5 años de experiencia en Secundaria que, escribieran un conjunto de ideas o contenidos relevantes desde el punto de vista instruccional, derivadas de los dos artefactos.

Después, se procedió a sesión de toma de datos con los y las estudiantes. Se utilizaron 30 minutos de una sesión ordinaria de clase. Se explicó el estudio, se agradeció la participación a los estudiantes, y se repartieron los cuadernillos. Tras leer las instrucciones en voz alta y clarificar algunas dudas, se dejó que las personas escribiesen a su propio ritmo.

En las producciones del alumnado se identificaron primero ideas individuales, es decir, ideas simples con significado completo. Luego, dos investigadores categorizaron por separado un subconjunto (30% aproximadamente) de ideas o contenidos según los 3 tipos derivados del modelo de Kroes. El grado de acuerdo se evaluó de un modo sencillo mediante la correlación entre ambos investigadores en las cantidades de cada tipo de idea. El grado de acuerdo se consideró suficiente tras el segundo intento ($r > 0,6$ en las 3 categorías de Kroes) y se continuó hasta categorizar todo el conjunto de ideas obtenido. La correlación final entre ambos investigadores fue alta considerando todo el conjunto de ideas ($r > 0,8$ en los 3 tipos de ideas). Para el tratamiento de los datos se utilizó el paquete de OfficeTM y el programa estadístico SPSS-24TM.

RESULTADOS

Descripción de las ideas de los participantes

Muchos participantes escribieron oraciones incompletas, más bien aludiendo a contenidos educativos que a ideas propiamente dichas. En el total de participantes y para ambos artefactos conjuntamente, se obtuvo un total de 835 ideas o contenidos, 554 de conocimiento y 281 de desconocimiento consciente. Un 47% del total se formularon para el ventilador, y el 53% restante para la bicicleta. Los promedios por sujeto (y desviación típica, DT en adelante) respectivamente fueron: 10,44 (3,42), 6,93 (2,38), 3,51 (2,10). Del total, sólo 295 ideas (35,3% del total), 174 de conocimiento declarado y 121 de desconocimiento consciente, incluyeron elementos coincidentes con los expresados por alguno de los expertos (con diferente grado de concreción y profundidad). El resto, no tuvieron relevancia didáctica para las ciencias y/o la tecnología y fueron ideas corrientes, expresadas en lenguaje ordinario (ver Tabla 1). Aun menor fue la proporción de ideas cuyo contenido incluyó conceptos, leyes o principios científicos o tecnológicos explícitos: 13,41% del total de ideas, y 38,00% de ideas con relevancia didáctica.

Las 295 ideas de relevancia didáctica se distribuyeron en las 3 tipologías definidas como sigue: 104 ideas (35,2%) sobre Estructura física del artefacto, 128 (43,4%) sobre Función y Funcionamiento, y 63 (21,4) sobre Uso humano del artefacto.

La Tabla 1 recoge algunos ejemplos de ideas expresadas por las personas participantes.

Tabla 1: Ejemplos de contenidos expresados y categoría asignada

Contenido expresado	Categoría
Elementos de protección mecánica y eléctrica (ventilador) Corriente alterna y corriente continua (ventilador) Consumo responsable de la energía (ventilador)	Mencionada por experto (con relevancia did)
Propiedades de los materiales empleados en la construcción del artefacto (ambos artefactos) Elementos mecánicos (ambos artefactos)	Estructura
Funcionamiento de una dinamo (bicicleta) Función de las poleas y engranajes (bicicleta)	Función y Funcionamiento
Alternativa sostenible al aire acondicionado (ventilador) Salud y hábitos de vida saludable asociados con la bicicleta	Uso Humano

Mecánica asociada con el funcionamiento (ambos artefactos) Dinámica de fluidos (ventilador) Ecuaciones del movimiento (ambos artefactos) Fuerzas (ambos artefactos)	Con contenido científico
El ciclismo es un deporte de competición (bicicleta) Se puede conseguir en cualquier tienda de electrodomésticos (ventilador)	Sin relevancia para la Did CC y/o Tec

Hubo diferencias entre ambos artefactos en la cantidad total de ideas expresadas con relevancia didáctica, 113 para el ventilador y 182 para la bicicleta, pero con una distribución entre las 3 categorías estadísticamente similar ($X^2(2) = 3,71$; $p = ,156$): 35% de Estructura, 43% de Función y Funcionamiento, y 21% de Uso Humano.

Diferencias debidas al nivel de conocimiento previo

Las personas participantes del Máster de profesorado (MAES) especialidad Tecnología formularon un número total de ideas significativamente mayor que las de Magisterio ($M_{mag} = 9,53$; $DT = 3,01$; $M_{maes} = 12,82$; $DT = 4,56$; $t(78) = -6,45$; $p < ,001$). También se apreciaron diferencias significativas entre MAES y Magisterio en el porcentaje ($M_{mag} = 29,3\%$; $M_{maes} = 47,1\%$) y en el promedio de ideas cuyo contenido fue mencionado por alguno de los profesores expertos consultados ($M_{mag} = 2,79$; $DT = 2,61$; $M_{maes} = 6,04$; $DT = 2,54$; $t(78) = -8,11$; $p < ,001$). Además, el contenido científico explícito en esas ideas fue claramente superior en el caso de los alumnos de MAES-tecnología ($M_{mag} = 0,79$; $DT = 0,64$; $M_{maes} = 3,00$; $DT = 1,02$; $t(78) = -9,22$; $p < ,001$).

Respecto de los contenidos con relevancia didáctica en cada categoría, hubo diferencias significativas en Estructura ($M_{mag} = 0,93$, ($DT = 0,26$); $M_{maes} = 2,27$, ($DT = 0,85$); $t(78) = -6,45$; $p < ,001$) y en Función y Funcionamiento ($M_{mag} = 1,07$ ($DT = 0,88$); $M_{maes} = 3,00$ ($DT = 0,87$); $t(78) = -8,29$; $p < ,001$), en donde el alumnado de MAES-tecnología expresó más ideas en promedio que los de Magisterio.

La Tabla 2 recoge las ideas más frecuentemente mencionadas por el alumnado de Magisterio y por el de MAES-tecnología, cuya temática fue mencionada como relevante didácticamente por los expertos consultados.

Tabla 2: Ideas más frecuentes con relevancia didáctica según nivel de conocimiento previo

Nivel de CP	Ideas didácticamente relevantes más frecuentes
Magisterio	Materiales con los que está construido (8) Medio de transporte sostenible (22) ¿Cómo funcionan las marchas? (6)
MAES-tecnología	Funcionamiento del motor eléctrico (4) Elementos del circuito eléctrico y su función (4)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES PROVISIONALES

A la luz de los resultados y en concordancia con los resultados obtenidos por Sanjosé y Otero (2021), podemos observar como los futuros docentes poseen una buena capacidad para generar ideas sobre artefactos cotidianos. En cambio, si nos centramos solo en aquellas ideas con relevancia didáctica, es decir, aquellas ideas que coincidieron con las expresadas por los expertos por su interés educativo, la proporción fue muy baja.

En cuanto a la naturaleza de las ideas, la función o el funcionamiento del artefacto y su estructura física, fueron las cuestiones propuestas mayoritariamente mientras que las

relaciones entre la tecnología y el uso que la sociedad hace de ella, tan remarcadas desde las corrientes CTS, aparecieron en menor medida. En todos los casos hubo un bajo porcentaje de ideas con contenido científico explícito, coincidiendo nuevamente con los resultados comunicados por Sanjosé y Otero (2022; comunicación privada). Los estudiantes de Máster obtuvieron resultados algo mejores, pero lejos de los deseados, con una proporción importante de ideas científicas sin relevancia educativa para los niveles obligatorios.

Conclusiones provisionales

Conscientes de las limitaciones del estudio (muestra reducida, dificultades en la determinación de ideas-unidad, instrucciones mejorables para obtener ideas mejor expresadas), nos atrevemos a señalar al menos algunas cuestiones de interés educativo a modo de conclusión. En general los estudiantes de Magisterio mostraron bajos niveles de conocimiento científico asociado a los artefactos cotidianos. Por tanto, es probable que no puedan aprovechar adecuadamente este recurso tan disponible. Por otra parte, no encontramos una relación adecuada entre conocimiento disciplinar y conocimiento aprovechable para la educación en Secundaria de los estudiantes de MAES-tecno. Pese a obtener más ideas que los estudiantes de Magisterio relacionadas con las leyes y principios científicos que rigen los artefactos estudiados, la proporción no es grande y muchas de ellas no tienen relevancia didáctica. Conviene, por tanto, poner más atención a la hora de trabajar los procesos de transposición didáctica en la formación inicial del profesorado en ciencias y tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las ciencias*, 14(1), 35-44.
- Kroes, P. (2010). Engineering and the dual nature of technical artefacts. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 51-62.
- Sanjosé, V. & Otero, J. (2021). Elementary pre-service teachers' conscious lack of knowledge about technical artefacts. *International Journal of Technology and Design Education*, <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09696-0>.
- Tal, T., Krajcik, J.S., & Blumenfeld, P.C. (2006). Urban Schools' Teachers Enacting Project-Based Science. *Journal of research in science teaching*, 43(7), 722-745.
- Vaz-Rebelo, P., Fernandes, P., Morgado, J., Monteiro, A., & Otero, J. (2016). Students' conscious unknowns about artefacts and natural objects. *Educational Psychology*, 36, 176-190. <https://doi.org/10.1080/01443410.2014.916398>.

Conocimiento y actitud hacia las vacunas: situación previa a la vacunación de la COVID-19

Carmela García-Marigómez¹, Cristina Gil Puente², Vanessa Ortega-Quevedo³

¹ Universidad de Valladolid. carmelagarma99@gmail.com

² Universidad de Valladolid. crisrina.gil.puente@uva.es

³ Universidad de Valladolid. vanessa.ortega@uva.es

RESUMEN: El artículo presentado, surgido en el marco de formación docente en Didáctica de las Ciencias Experimentales, pretende analizar el conocimiento y actitudes hacia las vacunas de un grupo de ciudadanos, así como examinar la correlación existente con el nivel de estudios. Para ello, se realiza un cuestionario que incluye una escala Likert a 148 participantes. Los resultados, analizados a través de estadísticos descriptivos, reflejan valores medios en actitud y conocimiento de manera predominante y, además, se refleja una relación muy significativa con nivel educativo. A modo de conclusión, se destaca la importancia de adquirir una adecuada alfabetización científica por su influencia en la vida cotidiana.

PALABRAS CLAVE: Vacunas, alfabetización científica, conocimiento, actitud.

ABSTRACT: The present article, which arose in the framework of teaching training in Didactics of Experimental Sciences, intends to analyze the knowledge and attitudes towards vaccines of a group of citizens, as well as to examine the correlation with the level of studies. For this, it is made a questionnaire, that includes a Likert scale, is carried out on 148 participants. The results, analyzed through descriptive statistics, predominantly reflect medium values in attitude and knowledge and, in addition, a very significant relationship is reflected between these levels of educational level. By way of conclusion, it is highlighted the importance of acquiring adequate scientific literacy due to its influence on daily life.

KEYWORDS: vaccines, scientific literacy, knowledge, attitude.

MARCO TEÓRICO

En los últimos años se han sucedido una serie de transformaciones que han tenido como resultado una nueva configuración social. El mundo es producto del avance tecnocientífico, por ello, tanto en el ámbito público como privado debemos actuar frente a cuestiones sociocientíficas (Vázquez y Manassero, 2007). Además de a la Sociedad de la Información y el Conocimiento, debemos enfrentarnos a la Sociedad de Incertidumbre. La falta de certezas derivadas de una serie de crisis complejas configura la vida de las personas.

Partiendo de esta realidad y, en concreto, de la situación social causada por la crisis sanitaria surge el proyecto presentado. Este contexto ha puesto de relieve la escasa

alfabetización científica de la población. La falta de cultura científica se ha reflejado en diferentes ámbitos y de diferentes maneras. Una de las más llamativas son los movimientos antivacunas. Como indica Salleras (2018) estos movimientos son tan antiguos como las propias vacunas, sin embargo, en la última década han tenido una mayor visibilización. Los argumentos que emplean para criticar las vacunas hacen referencia a su seguridad y valor protector. Estos argumentos muestran que el movimiento se fundamenta en un conocimiento vulgar caracterizado por ser superficial, acrítico, asistemático... Además, si situamos el constructo actitud dentro del componente del dominio afectivo definiéndolo como la evaluación favorable y desfavorable que realiza el individuo sobre algo (Aguilera y Perales-Palacios, 2019), los partidarios de este movimiento muestran una actitud negativa hacia la evidencia y sociedades científicas. Cabe destacar que, como indican Fernández-Prada et al. (2021), los estudios en español sobre la actitud hacia las vacunas son muy escasos.

Desde estas ideas surge el presente proyecto, el cual pretende analizar el conocimiento y actitud hacia las vacunas de un grupo de ciudadanos, así como examinar la correlación existente entre el nivel de estudios y el conocimiento/actitud.

MÉTODO

A lo largo del proyecto, como se indicaba anteriormente, se parte de las ideas e indagaciones derivadas de un proceso de formación de futuros docentes en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. En concreto, esta pequeña investigación se desarrolló en la asignatura Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el Grado de Educación Primaria. Dicha asignatura pertenece a la Mención Entorno Naturaleza y Sociedad de la Universidad de Valladolid que responde a un enfoque en la enseñanza de las ciencias, donde presenta al alumnado temas científico-tecnológicos de la vida cotidiana que permitan el desarrollo de la participación democrática y crítica para la toma de decisiones sobre asuntos de transcendencia social, actuales o futuros.

La investigación se enmarcó en el paradigma positivista a través de una investigación no experimental desde un estudio descriptivo transversal. En definitiva, se llevó a cabo un estudio cuantitativo para conocer y describir el fenómeno estudiado. El proceso de investigación fue diseñado por un grupo de estudiantes de la asignatura para favorecer la capacidad reflexiva e investigadora del maestro.

Muestra

La investigación se desarrolló durante el mes de noviembre del año 2020 y la selección de los participantes se produjo a través de un muestreo no probabilístico de tipo bola de nieve. La muestra estuvo formada por 148 participantes.

Tabla 1. Descripción de la muestra

Edad	Masculino	Femenino	Total
15-30 años	21	53	74
31-50 años	5	26	31
51-65 años	14	24	38
Más de 65 años	1	4	5

Además, debida a su posible influencia en el conocimiento y actitud hacia las vacunas se tienen en cuenta otras variables sociodemográficas como en nivel de estudios (Figura 1).

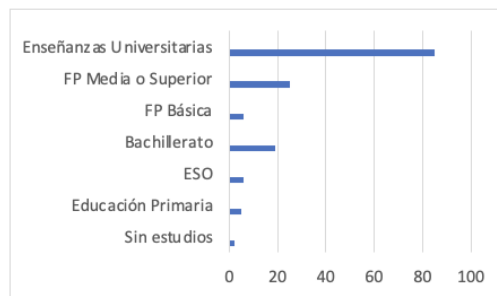


Figura 1. Nivel de estudios de los encuestados.

Técnicas e instrumentos de recogida de información

La estrategia establecida para recopilar información relevante sobre el estudio fue la técnica interrogativa de actitudes y personalidad a través de un cuestionario que incluye una escala de tipo Likert (Tabla 2).

Tabla 2. Preguntas de las Escala Likert

VARIABLE	CUESTIONES
Conocimiento de las vacunas	1. En su opinión, las enfermedades prevenidas por las vacunas son graves.
	2. En su opinión, los riesgos de vacunarse son mínimos.
	3. Conozco la composición y funcionamiento de las vacunas
	4. Las vacunas predisponen a padecer alergias, autismo, alteraciones neurológicas...
	5. Las vacunas tienen el peligro de hacerte padecer la enfermedad por la que te vacunas.
Actitud hacia las vacunas	1. Las vacunas deberían ser obligatorias para toda la población española.
	2. La información ofrecida por las entidades oficiales sobre las vacunas es veraz y adecuada.
	3. Se fomenta la aplicación de las vacunas por los intereses económicos de las industrias farmacéuticas.
	4. Es mejor padecer ciertas enfermedades como la varicela o la gripe que vacunarse contra estas.
	5. Las vacunas deben ser cubiertas por la seguridad social.
	6. Las vacunas es adecuado ponerlas desde edades tempranas.
	7. Vacunarse de una enfermedad hace que cuando dejes de hacerlo esa enfermedad empeore.

Técnicas e instrumentos de análisis de información

El análisis de los datos obtenidos a través de los cuestionarios se realizó con el apoyo del programa SPSS Statistics V27. El programa se empleó para organizar, depurar datos y aplicar estadísticos descriptivos que permitieran describir y resumir la información para interpretar y conocer el fenómeno estudiado. Concretamente, para el análisis descriptivo de una variable se emplearon medidas de tendencia central (mediana, media y moda), de posición (cuartiles), de variabilidad (desviación típica), asimetría y curtosis. Además, se aplicaron pruebas de normalidad. Para el análisis descriptivo con dos variables se empleó la correlación de Pearson.

RESULTADOS

Resultados de la variable conocimiento

Los resultados obtenidos en el análisis descriptivo de la variable conocimiento junto al histograma (Tabla 3) reflejan que puede existir normalidad en el comportamiento de la variable. Los valores, además, muestran una leve asimetría positiva y un apuntamiento leptocúrtico de la curva que indica un alto grado de concentración de los valores entorno a la media. Para confirmar la distribución se realizan pruebas de normalidad. La gráfica Q-Q refleja normalidad, pero la prueba de Shapiro-Wilk con un valor de ,010 muestra lo contrario. Sin embargo, teniendo en cuenta que la prueba es sensible a muestras grandes, que el valor central acumula la mayor cantidad de respuestas y que los valores extremos son escasos podemos afirmar que en análisis gráfico refleja una distribución cercana a la gaussiana.

Estas ideas, junto a las medidas de posición manifiestan que un 50% de la muestra posee un conocimiento medio (15-18 puntos sobre 25) sobre las vacunas, un 25% un conocimiento alto (>19 puntos) y un 25 % un conocimiento bajo (<14 puntos).

Tabla 3. Análisis variable conocimiento.

DESCRIPTIVOS	ESTADÍSTICO	HISTOGRAMA
Media	16,46	
Mediana	16	
Moda	16	
Desviación estándar	2,516	
Mínimo y máximo	9 y 25	
Asimetría	,190	
Curtosis	,277	
Cuartil 1	15	
Cuartil 2	16	
Cuartil 3	18	

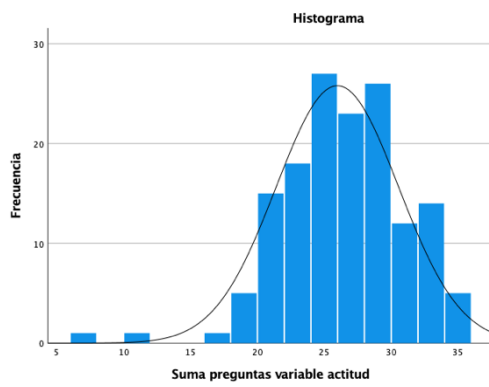
Resultados de la variable actitud

Los resultados obtenidos en el análisis descriptivo de la variable actitud junto al histograma (Tabla 4) reflejan una gran asimetría negativa causada por dos valores extremos con una puntuación menor a diez puntos. La curva presenta un apuntamiento leptocúrtico.

Tabla 4. Análisis variable actitud

DESCRIPTIVOS	ESTADÍSTICO	HISTOGRAMA
Media	25,98	
Mediana	26	
Moda	25	

Desviación estándar	4,577
Mínimo y máximo	7 y 35
Asimetría	-,644
Curtosis	1,614
Cuartil 1	23
Cuartil 2	26
Cuartil 3	29



La estructura de la gráfica puede llevar a confusión por su desplazamiento, dando a entender que en la muestra predominan actitudes altamente positivas. Por ello, es necesario realizar una descripción comparativa eliminando los casos extremos del análisis. Esta comparación nos permite no perder la riqueza de la variabilidad de la investigación y, además, evitar la distorsión en la interpretación “quitando peso” a estos dos casos (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis variable actitud sin casos atípicos.

DESCRIPTIVOS	ESTADÍSTICO	HISTOGRAMA
Media	26,22	
Mediana	26	
Moda	25	
Desviación estándar	4,115	
Mínimo y máximo	17 y 35	
Asimetría	,020	
Curtosis	-,718	
Cuartil 1	23	
Cuartil 2	26	
Cuartil 3	29	

Las diferencias más significativas en el análisis sin casos atípicos se reflejan en el rango, asimetría y curtosis. Los valores y el histograma reflejan una leve asimetría positiva y un apuntamiento de la curva platocúrtico que refleja un bajo grado de concentración de puntuación entorno a la media. Para confirmar la distribución se realizan pruebas de normalidad. La gráfica Q-Q y la prueba de normalidad con un valor de ,068 muestran un acercamiento a la distribución normal. Por lo tanto, un 50% de la muestra manifiesta una actitud positiva con una puntuación entre 23 y 29 puntos, un 25% una actitud altamente positiva con una puntuación > 30 puntos y un 25% una actitud negativa con una puntuación <22 puntos. Destacan los casos extremos por su actitud altamente negativa. Sin embargo, solo representan un 1% de la muestra.

Resultados de la correlación entre nivel educativo, el conocimiento y la actitud

Con el objetivo de comprobar la asociación entre el nivel de estudios, el conocimiento y la actitud sobre las vacunas se aplica un análisis bivariado que refleja una relación lineal directa muy significativa. Por lo tanto, la educación se relaciona con un mejor conocimiento y una actitud positiva hacia las vacunas. Además, un conocimiento bajo se asocia con actitudes negativas hacia la ciencia.

Tabla 6. Análisis de la correlación.

		Nivel de estudios	Conocimiento	Actitud
Nivel de estudios	Correlación de Pearson	1	,107	,154
	Sig. (bilateral)		,195	,062
Conocimiento	Correlación de Pearson		1	,333**
	Sig. (bilateral)			<,001
Actitud	Correlación de Pearson			1
	Sig. (bilateral)			

CONCLUSIONES

Los resultados extraídos del análisis de la escala Likert contextualizados en la realidad social actual ponen de manifiesto la importancia de adquirir una adecuada alfabetización científica independientemente de las preferencias académicas por su influencia en la vida cotidiana de la población. La alfabetización científica constituye, por lo tanto, un refuerzo fundamental en la formación de ciudadanos autónomos, responsables, activos y críticos. Para conseguir esto, es necesario superar el carácter tradicional y dogmático con el que se enseña ciencia. El cual ha influido en los conocimientos, emociones, actitudes y creencias de las personas hacia este campo de conocimiento. Los procesos de enseñanza-aprendizaje deben ir más allá de los aspectos cognitivos para favorecer una formación adecuada y útil para la vida.

Respecto a las conclusiones elaboradas por las estudiantes, destaca su reflexión sobre la importancia de acercar cuestiones científicas actuales al aula para reflejar la utilidad y carácter social de la ciencia, para mostrar la presencia de este campo de conocimiento en la vida cotidiana. Este tipo de prácticas de aula suponen una gran oportunidad para evitar el desconocimiento y la actitud negativa respecto a temas de índole tecnocientífica.

En cuanto a posibles limitaciones del proceso de investigación, aunque la muestra es amplia su carácter no probabilístico supone un inconveniente en el proceso de generalización. Por otro lado, siguiendo las ideas de la investigación, sería interesante realizar una nueva medición que nos permita conocer y describir los cambios producidos tras la elaboración y administración de las diferentes vacunas contra la COVID-19.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3). <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensdivulgcienc.2019.v16.i3.3103>

- Fernández-Prada, M. Ramos-Martín, P. Madroñal-Menéndez, J., Martínez-Ortega, C y González-Cabrera, J. (2021). Diseño y validación de un cuestionario sobre vacunación en estudiantes de ciencias de la salud. *Revista Española de Salud Pública*, 90. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272016000100423
- Salleras, L. (2018). Movimientos antivacunas: una llamada a la acción. *Vacunas*, 19(1), 1-3.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): Evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka*, 4(2), 247-271. DOI:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i2.03

Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías industriales a través de microdebates. El caso de materiales para fabricar una escoba

María José Cano-Iglesias⁽¹⁾, Antonio Joaquín Franco-Mariscal⁽²⁾, Francisco de Sales Martín-Fernández⁽³⁾, María Jesús Martín-Sánchez⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidad de Málaga. Ingeniería de los Procesos de Fabricación. mjcano@uma.es

⁽²⁾ Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales. anjoa@uma.es

⁽³⁾ Universidad de Málaga. Ingeniería de los Procesos de Fabricación. fdmartin@uma.es

⁽⁴⁾ Universidad de Málaga. Ingeniería de los Procesos de Fabricación. mjmartin@uma.es

RESUMEN: El desarrollo de habilidades de argumentación y toma de decisiones es fundamental en la formación de ingenieros industriales para que dispongan de un pensamiento crítico. Este trabajo presenta la actividad denominada *Microdebates* puesta en práctica con 33 estudiantes del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga. Se realiza un análisis cualitativo de los argumentos empleados en un debate realizado en torno a la fabricación de una escoba con materiales más duraderos con una vida útil mayor, o más amigables con el medioambiente sacrificando durabilidad. Los principales resultados indican que los debatientes usan argumentos poco precisos científicamente y de carácter ambiguo, y que tienen un efecto importante en el cambio de postura entre antes y después de realizar el debate.

PALABRAS CLAVE: pensamiento crítico, ingenieros industriales, debate, argumentación, toma de decisiones.

ABSTRACT: The development of argumentation and decision making skills is essential in the training of industrial engineers to provide them with critical thinking skills. This paper presents the activity called *Microdebates* implemented with 33 students of the Degree in Industrial Technologies Engineering of the Malaga University. A qualitative analysis of the arguments used in a debate around the manufacture of a broom with more durable materials with a longer useful life, or more friendly to the environment sacrificing durability, is carried out. The main results indicate that the debaters use scientifically inaccurate and ambiguous arguments, and that they have an important effect on the change of position between before and after the debate.

KEYWORDS: critical thinking, industrial engineering, debate, argumentation, decision making.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías y ciencias puras es especialmente importante porque su formación académica se ha centrado tradicionalmente en la transmisión de conocimientos (Caro y Reyes, 2003) y su desarrollo contribuiría a mejorar los proyectos que habitualmente realizan. Según Mina (2007, p.12) “se puede sustentar los avances de un proyecto o los resultados obtenidos a

través del razonamiento lógico y la demostración fáctica”. Por ello, en la enseñanza de las ingenierías el pensamiento crítico adquiere un significado concreto y particular y debe ser promovido a través de un plan formativo integral (Carrillo y Nevado, 2017).

Ésta es, sin embargo, una tarea difícil puesto que el pensamiento crítico es un proceso complejo formado por diferentes habilidades. Entre ellas, se encuentra la argumentación y la toma de decisiones (Blanco, España y Franco, 2017). La argumentación ayuda a los estudiantes a mejorar su razonamiento científico y promover su comprensión conceptual (Bogar, 2019) ya que necesitan justificar conclusiones, que pueden ser desafiadas por otras ideas. Además, al contrastar ideas, los estudiantes tienen la oportunidad de evaluar sus concepciones y aprender otras nuevas, favoreciendo así la construcción y asimilación de nuevos conceptos (Benegas, 2013). Por su parte, la toma de decisiones supone identificar las diferentes opciones disponibles a partir de los datos proporcionados, utilizando pruebas adecuadas y un conocimiento científico para apoyar una opción y rechazar las demás (Acar et al., 2010).

A pesar de su importancia para estudiantes de ingenierías, la literatura reciente sobre el tema muestra que éstos presentan serias dificultades en sus capacidades argumentativas (Escudeiro, Barata y Lobo, 2011) y que se deben emplear estrategias en el aula para fomentar su desarrollo. Una estrategia didáctica de interés para contribuir al desarrollo de ambas habilidades es el debate (Hamouda y Tarlochan, 2015). Los debates permiten que los estudiantes a través de la argumentación puedan organizar el pensamiento racional y afectivo ante la exposición de distintas posturas, ideologías y juicios, así como emplear la persuasión y la contraargumentación (Carrillo y Nevado, 2017). Aplicados a la enseñanza de la ingeniería, los debates permiten abordar de forma fundamentada y basándose en pruebas diferentes problemas en los que la ciencia, la tecnología y la sociedad está implicada y en los que como ciudadano deberían tomar una posición.

Para fomentar estas habilidades, se ha desarrollado un programa formativo sobre pensamiento crítico para estudiantes de ingenierías industriales, que incluye como actividad el debate. Este trabajo presenta los resultados de un debate realizado en el aula.

METODOLOGÍA

Los participantes de este estudio fueron 33 estudiantes del segundo año del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga. El estudio se realizó durante el curso 2021/22.

Con el objetivo de conocer la capacidad de argumentación y toma de decisiones de los estudiantes, y dentro de un programa formativo más amplio sobre pensamiento crítico, se propuso una actividad denominada *Microdebate*, un debate de corta duración entre tres alumnos en torno a un problema científico-tecnológico con carácter social. Un estudiante desarrolla el rol de presentador, y los otros dos alumnos defienden posturas alternativas, generalmente una a favor y otra en contra. Los estudiantes se dividieron en 11 grupos, a los cuales se le dio una instrucción en argumentación que incluía, entre otros, el modelo de Toulmin y la adaptación de Jiménez-Aleixandre (2010) para los elementos de un argumento. Asimismo, se dieron las siguientes indicaciones:

- Intervención del presentador/a, que expone en 3 minutos el problema a debatir ayudándose en una presentación digital. Entre las pruebas que presente, una debe ser una noticia falsa (*fake news*).

- Intervención breve del estudiante a favor del problema (1-2 minutos).
- Intervención breve del estudiante en contra del problema (1-2 minutos).
- Tiempo de debate entre las dos posiciones. Los debatientes pueden apoyarse en gráficas, datos, etc. pero no pueden usar una presentación digital (5 minutos).

Todos los estudiantes, incluidos los que no participaban en el debate, debían tomar una decisión argumentada sobre el problema en dos momentos: antes y después del *Microdebate*. Estas decisiones se incluyeron en un cuestionario más amplio. Este trabajo se centra en un *Microdebate* que abordaba la elección de materiales para construir una escoba. El problema se presentó con este enunciado: “*Para fabricar una escoba, ¿qué usarías, materiales más duraderos con una vida útil mayor, o materiales más amigables con el medioambiente sacrificando durabilidad?*”. El tema tratado constituye un problema de carácter tecnológico con un impacto ambiental puesto que implica el uso de madera como recurso natural limitado, o el de plástico como contaminante con difícil degradación. Este *Microdebate* se realizó el primer día, por lo que los estudiantes no tuvieron la oportunidad de observar ningún otro debate ni pudieron desarrollar una técnica de argumentación adecuada en base a la observación de otros grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado presenta los argumentos usados por los alumnos oyentes o participantes en los diferentes momentos del debate (antes, durante y después).

Toma de decisión inicial

Inicialmente, el 78,8% de los estudiantes estaba a favor de materiales amigables con el medio ambiente presentando argumentos como: “*Desde el punto de vista de la empresa crea una mejor imagen a la vez que cuida el medioambiente, y al tener menor durabilidad los clientes fieles comprarán escobas más a menudo. Teniendo también la gran ventaja de no producir productos tóxicos para el medioambiente*” (Estudiante 28).

El 21,2% restante estaba a favor de materiales con una vida útil mayor, como ilustra este ejemplo dado por el Estudiante 3: “*Desde mi punto de vista la durabilidad gana en este enfrentamiento. Prefiero comprar algo que puede que sea un poco más caro pero que me va a durar mucho más, y es más cómodo saber que algo te va a aguantar mucho tiempo*”.

Como se aprecia en ambos ejemplos, y puede ser extendido al resto de alumnado, las conclusiones se justifican en base a pruebas relativas a aspectos económicos o medioambientales como la toxicidad, pero en términos muy ambiguos y con carácter poco científico-tecnológico.

Actividad de *Microdebate*

La tabla 1 muestra argumentos utilizados por los tres estudiantes durante la actividad.

Después de realizar sus disertaciones, se pasó al debate propiamente dicho, en el que los debatientes establecieron un diálogo, refutando los argumentos del oponente. En esta etapa los estudiantes mostraron su falta de entrenamiento ya que las refutaciones empleadas no fueron acordes a los argumentos planteados por la otra parte, insistiendo cada uno de ellos en los argumentos ya planteados con anterioridad. Quizás, el estudiante a favor de materiales duraderos empleó algunas refutaciones más relacionadas con lo que

contraargumentaba al compañero, relacionados con la producción de contaminantes en el procesado de materiales amigables con el medio ambiente.

Tabla 1. Argumentos dados por los participantes

Rol	Argumento
Presentador	<ul style="list-style-type: none"> • “La escoba más empleada hoy día es la plana, que fue inventada por Shakers en el siglo IXX.” • “El método de fabricación de las escobas no ha cambiado en los últimos 40 años” • “Aunque existen varios modelos de escoba, en todos se emplean dos grandes familias de materiales, los tradicionales, [...] amigables con el medioambiente y materiales que buscan la durabilidad del producto...” • “Según un estudio de 2014 realizado en Oxford, en Europa, la escoba más utilizada es la artesanal” (<i>fake news</i>)
Estudiante a favor de materiales duraderos	<ul style="list-style-type: none"> • “La mayoría de la gente opta siempre por los productos que facilitan la vida diaria y hacen que sea más cómoda. Por ello una de las características que se busca [...] es la durabilidad de lo que se está obteniendo. Las personas siempre van a buscar que lo que tienen dure lo máximo posible, y a partir de ahí se empezarán a tener en cuenta otras características.” • “La propia durabilidad se relaciona con el coste. [...] aunque el precio inicial puede que sea un poco más alto [...], a la larga se nota en el bolsillo [...]” • “Es cierto que se fabrican productos amigables con el medio ambiente, pero el volumen de producción es mucho más pequeño que el de productos con materiales convencionales. [...]”
Estudiante a favor de materiales amigables con el medioambiente	<ul style="list-style-type: none"> • “Los materiales amigables contribuyen a la reducción de los niveles de contaminación, a la reducción de las sustancias químicas peligrosas o potencialmente peligrosas [...], a la reducción de desechos de plásticos que la naturaleza no puede asimilar [...]”. • “Además de que se ayuda a la economía en general, impulsa redes de comercio alternativo que fomentan el respeto por el medioambiente.” • “Materiales como el bambú ofrecen durabilidad siendo ecológicos y sostenibles”.

Toma de decisión final

La figura 1 compara las decisiones inicial y final de los estudiantes, mostrando el porcentaje de estudiantes que mantienen o cambian de opinión. Se observó que, tras el *Microdebate*, el porcentaje de estudiantes a favor del uso de materiales amigables seguía siendo mayoritario, pero con un porcentaje menor que al inicio (66,7%). Solo el 60,6% del alumnado que inicialmente estaba a favor de materiales amigables mantuvo esta postura tras el debate. Además, aparecen nuevos alumnos (6,1%) que cambiaron de decisión de materiales duraderos a amigables. No se apreciaron grandes diferencias entre los argumentos dados, que seguían siendo similares a los iniciales:

“Utilizaría materiales más amigables con el medioambiente ya que por muy duraderos que sean los otros materiales por tema de higiene al final se acabarían desechando” (Estudiante 6).

“Las escobas no son muy caras y además de ayudar al medio ambiente también ayuda a las empresas que las venden” (Estudiante 5).

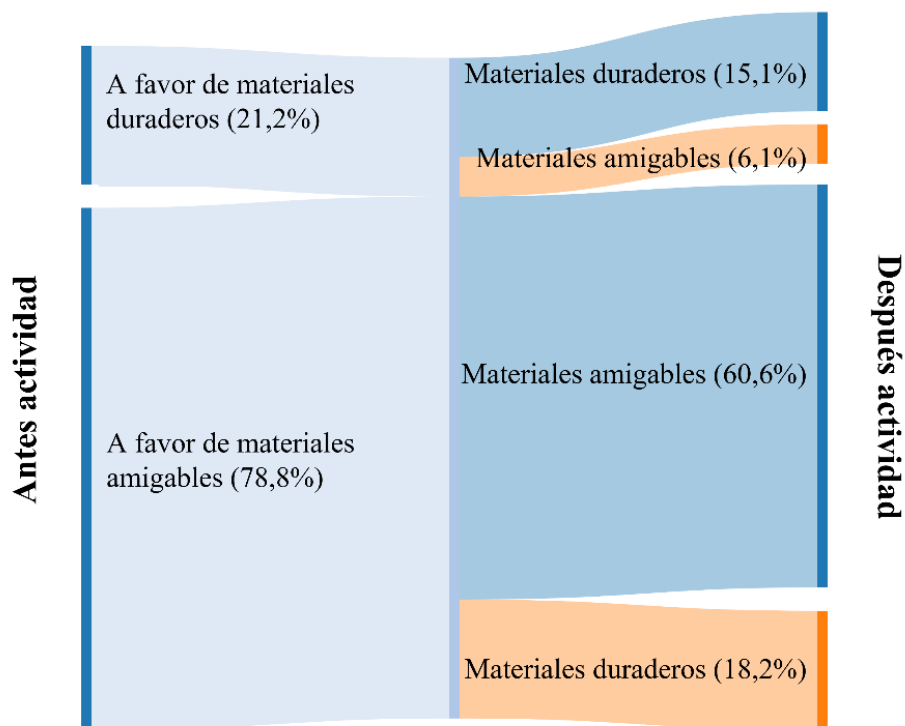


Figura 1. Diagrama Sankey mostrando decisiones iniciales y finales

Por su parte, el alumnado a favor del uso de materiales duraderos aumentó hasta el 33,3%. El 15,1% mantuvo su postura inicial, mientras que el 18,2% procedía de un cambio de decisión de materiales amigables a duraderos. Algunos ejemplos utilizados fueron:

“Prefiero materiales que proporcionen a la escoba una vida útil larga ya que los materiales más amigables también requieren de una fabricación que contamina incluso más” (Estudiante 22).

“Utilizaría materiales más duraderos, ya que si no se rompe no hace falta comprar otra, ni fabricar ni contaminar más. A la larga es más económico” (Estudiante 2).

Tal y como se aprecia en estos ejemplos, los estudiantes empiezan a hacer suyas las pruebas presentadas por sus compañeros en el *Microdebate*.

Identificación de fake news

Solamente dos estudiantes (6,6%) identificaron la noticia falsa expuesta por el presentador, otros seis (20,0%) ofrecieron otra que era real (respecto a la no evolución de la técnica de fabricación en los últimos 40 años) y el resto (73,4%) no la identificó.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha mostrado una actividad sobre debates con gran potencial para enseñar a ingenieros industriales habilidades de argumentación y toma de decisiones en problemas socio-científicos. Los resultados obtenidos revelan que los estudiantes necesitan seguir mejorando estas dos habilidades del pensamiento crítico, en particular, la argumentación que puede considerarse con un nivel bajo al utilizar mayoritariamente argumentos poco precisos científicamente y de carácter ambiguo. Esto probablemente sea debido a que se trataba de una actividad que antes no habían realizado en el aula, siendo además el primer

debate. Para mejorar la construcción de argumentos se podría incluir como línea de mejora la realización tras el debate de un análisis de los argumentos utilizados donde se identificarían, en gran grupo, las pruebas presentadas, la justificación y la conclusión.

Los cambios de postura producidos entre la decisión inicial y final ponen de manifiesto el efecto del debate en el alumnado y la importancia de disponer de información para tomar una decisión, aunque en este caso no fuese la mejor argumentada. Finalmente, la actividad revela la dificultad para identificar fake news entre la información suministrada.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) del MICINN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, O., Turkmen, L. & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191–1206.
- Benegas, J. (2013). *El aprendizaje activo de la Física Básica Universitaria*. Andavira.
- Blanco, A., España, E. & Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científico*, 1(1), 107-115.
- Bogar, Y. (2019). Synthesis study on argumentation in science education. *International Education Studies*, 12(9), 1-14.
- Caro, S. & Reyes, J. (2003). Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en ingeniería civil. *Revista de Ingeniería*, 18, 48-55.
- Carrillo, S. & Nevado, K. (2017). El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 34(19), 18-30.
- Escudeiro, N., Barata, A. & Lobo, C. (2011). Enhancing students teamwork and communication skills in international settings. *Proceedings of 2011 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2011)* (pp. 57-64). Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Hamouda, A.M.S. y Tarlochan, F. (2015). Engaging Engineering Students in Active Learning and Critical Thinking through Class Debates. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 191, 990 – 995.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Mina, A. (2007). *Humanismo y argumentación. Lineamientos metodológicos para la comprensión de la Teoría de la Argumentación*. Cooperativa Editorial Magisterio.

Diálogos interculturales: aprendiendo Microbiología desde los territorios.

Alberto Rojas-Triviño¹, Nubia Rodríguez Vargas², Camilo Ernesto Perdomo Ávila³.

¹ Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Profesor Microbiología. earojast@unal.edu.co.

² Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Laboratorio de Sanidad y Microbiología Agrícola. nrodriguezv@unal.edu.co.

³ Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Laboratorio de Sanidad y Microbiología Agrícola. ceperdomoa@unal.edu.co.

RESUMEN: La Microbiología es una ciencia que se aprende practicando y para lo cual se requieren instalaciones especializadas. Por lo anterior y tomando en cuenta las condiciones remotas se propuso una estrategia de aprendizaje que incorporó elementos de laboratorio (*Micro-kit*), tutoriales, instrucciones sincrónicas en línea, consignas, elementos culturales y recursos tradicionales con los cuales se desarrollara en los estudiantes competencias interculturales y disciplinares. Un diagnóstico inicial y final fue realizado. En la propuesta participaron 141 estudiantes del curso de Microbiología, procedentes de 14 departamentos de Colombia y en los cuales se evaluó el desarrollo de competencias multiculturales y en técnicas fundamentales de la microbiología como, el uso apropiado de nomenclatura, medios de cultivo, caracterización colonial, aislamiento y tinciones, entre otros. De acuerdo con los resultados, se concluye que la propuesta de Microbiología desde los territorios, optimizó el aprendizaje de la microbiología y desarrolló competencias interculturales en condiciones remotas.

PALABRAS CLAVE: Microbiología, interculturalidad, enseñanza, Micro-kit, Consigna.

ABSTRACT: Microbiology is a science that is learned by practice and requires specialized facilities. Due to the above and taking into account the remote conditions, a learning strategy was proposed which incorporated laboratory elements (*Micro-kit*), tutorials, online synchronous instructions, working instructions, cultural elements and traditional resources in order to develop intercultural and microbiological competencies in the students. An initial and final diagnosis was carried out. The proposal involved 141 students of the Microbiology course, coming from 14 departments of Colombia and evaluated on them the development of multicultural competencies and basic microbiology techniques, such as the appropriate use of nomenclature, culture media, colonial characterization, isolation and staining, among others. In accordance with the results, it is concluded that the proposal of Microbiology from the territories optimized the learning of microbiology and developed intercultural competencies in remote conditions.

KEYWORDS: Microbiology, interculturality, teaching, Micro-kit, working instructions.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE APRENDIZAJE.

La Microbiología es una disciplina que se aprende practicando en laboratorios y donde a través de esta, se validan los conceptos teóricos y se desarrollan habilidades. De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta que la educación en modo remoto redujo drásticamente las posibilidades de “practicar”, se diseñó y aplicó esta propuesta, buscando facilitar el aprendizaje de algunas técnicas microbiológicas importantes, pero, en condiciones regionales (Luciano et al 2019; Sayner y Ergönül, 2021). Adicionalmente

y por la baja interacción cultural que se dio en estas condiciones entre los estudiantes, se vincularon los recursos tradicionales como parte fundamental de *aprender lo disciplinar desde los elementos culturales* (Riveroll, 2011; Olivencia, 2015). Y es así como se planteó el reto: *¿Cómo aprender microbiología a partir de los recursos tradicionales de las regiones de procedencia de los estudiantes del curso de Microbiología de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira?* Y el cual tuvo por objetivo que, los estudiantes al final del curso comprendieran y valoraran la diversidad cultural y que estuvieran en la capacidad de aplicar las técnicas básicas de la microbiología.

MÉTODO

El curso de Microbiología de la sede Palmira tiene un componente teórico dividido en dos grupos de estudiantes y uno práctico dividido en ocho laboratorios; de acuerdo con esto, la propuesta se desarrolló de la siguiente manera:

Diagnóstico inicial

Mediante encuesta a los estudiantes se determinó el nivel de apropiación y comprensión de la multiculturalidad (en aspectos relacionados a la ética, la convivencia armónica, las competencias interculturales y la capacidad de innovación; asimismo, se solicitó información de contacto, origen, grupo étnico y residencia actual) y los conocimientos previos que tenían sobre las prácticas básicas de la microbiología (aislamiento, purificación, técnicas de siembra, caracterización morfológica y conteo de poblaciones microbianas, etc.) y algunos conceptos teórico; vale aclarar que, el objetivo principal fue el de optimizar el aprendizaje de la práctica en condiciones remotas. Con estos resultados, se conformaron equipos interculturales de trabajo a los que les fue entregado un cronograma de trabajo, tutoriales y contenido pregrabado. Las clases se desarrollaron en modo remoto y utilizando como medio de interacción, Google Classroom.

Desarrollo de los contenidos teóricos y prácticos (Micro-kit)

Para cada sesión teórica se entregó a los estudiantes una *consigna* (Condito, 2013), conteniendo un paso a paso y una serie de preguntas por resolver, las cuales serían desarrolladas por equipos y entregadas durante el encuentro semanal; estas, serían resueltas en una plenaria. Además, a través del semestre los equipos ajustaron cada documento apoyándose en Auxiliares y Profesores de lectura y escritura de los Grupos de Estudio Autónomos, GEA de la sede. Al final del semestre, las consignas fueron un entregable unificado como: *Libro de Consignas*.

Para las actividades prácticas a cada estudiante le fue enviado un “Micro-kit” (conteniendo agar, cajas Petri, tubos, pipetas, portaobjetos, cubreobjetos y un tubo tara) (Figura 1); estos materiales les permitieron a los estudiantes replicar en sus regiones prácticas, como: bioseguridad y esterilización, aislamiento y purificación de microorganismos y preparación de medios, siembras, recuento y morfología microbianos. Por otra parte, cada estudiante elaboró con recursos regionales las herramientas necesarias para ejecutar las prácticas (asas, mecheros de alcohol, etc.) (Lifschitz et al., 2010).

Una vez organizados los equipos regionales, cada integrante seleccionó una muestra tradicional para realizar aislamientos microbianos y las cuales estuvieron conformadas por: recetas de alimentos, bebidas tradicionales, plantas medicinales y preparaciones de uso ritual, frutas exóticas, postres, productos corporales, materias primas, etc. Finalmente, cada estudiante seleccionó a una persona mayor externa a la universidad, poseedora del conocimiento de la tradición ligada a la muestra y la cual tendría el papel de guía cultural en el curso (Olivencia, 2015). Los resultados fueron presentados en formato video en dos

momentos del curso. El primer momento, un Seminario de presentación de avances, donde los equipos (1) realizaron una entrevista a los mayores invitados al curso y los cuales profundizaron en la importancia de las tradiciones de su región e incluyeron (2), las primeras etapas de la práctica microbiológica. El segundo momento, contempló la realización de la práctica microbiológica en las regiones utilizando elementos tradicionales y el Micro-kit. Los repositorios utilizados para los trabajos, fueron las plataformas FlipGrid y Google Drive.



Figura 1. (A) Micro-kits, (B) conteniendo elementos mínimos de laboratorio y (C) que fueron entregados a los estudiantes.

Diagnóstico final

Mediante encuesta y evaluación de las evidencias del trabajo de los estudiantes en sus regiones, se determinó el (1) nivel de apropiación y comprensión de los asuntos interculturales y (2) las competencias adquiridas en las técnicas básicas de la microbiología (“haciendo con Micro-kit”).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico inicial

La población encuestada fueron los estudiantes del curso de Microbiología de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira del segundo semestre académico del año 2021, el cual estuvo conformado por estudiantes de Ingeniería Agronómica (49 estudiantes), Zootecnia (44), Ingeniería Ambiental (29) e Ingeniería Agroindustrial (19); con un total de 141 estudiantes. Los estudiantes fueron originarios de 14 departamentos del país (Amazonas, Arauca, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca) y de 49 municipios.

Los estudiantes se encontraban principalmente en zonas urbanas y un 32% en rurales; con presencia de 12 grupos étnicos: pueblo afrocolombiano(a), Santero, Los Pastos, Misak, Tikuna, Macuna y Hüitoto, Nasa, Embera Chami, Kamentsa Biya, Cubeo, Inga y una comunidad indígena no definida. Asimismo, se identificaron estudiantes practicantes de otras lenguas o formas de comunicación, como las lenguas Cubeo y Kamentsa; inglés, portugués, francés y lenguaje de señas.

93,6% de los estudiantes saben qué es la diversidad cultural y 71,5% consideran que la cultura hace presencia en algunas situaciones de su cotidianidad, como en los momentos

de alimentarse, hablar (el acento y las expresiones), bailar, intercambiar conocimientos, creencias y perspectivas sobre asuntos espirituales y en cómo piensan y sienten; en la forma de vestir y en la celebración de fechas especiales. 65,4% identifican en su entorno a estudiantes culturalmente diferentes. Ya en el ámbito universitario global, 93,8% de los estudiantes consideran que es importante conocer sobre las diferentes culturas presentes en la universidad ya que de ella se obtiene una retroalimentación enriquecedora para sus vidas. En cuanto los aspectos de interculturalidad, 40% de los estudiantes no saben qué es, del mismo modo que 67,7% no saben qué es la ciudadanía intercultural.

El diagnóstico del conocimiento en microbiología estuvo focalizado en *conocer* los principios de esta ciencia y donde se observó que 95,4% de los estudiantes sabe qué es la microbiología, pero es notorio el desconocimiento de estos elementos, como: concepto de Unidades Formadoras de Colonia (79,2% reportó no saber), preparación de medios (61,5%), identificación de colonias (75,4%), proceso de aislamiento (96,9%), técnicas de siembra (83,1%), cuantificación de poblaciones (94,6%), tinciones (entre 76,9 y 95,4%) y morfología celular microbiana (89,2%).

Desarrollo de los contenidos teóricos-prácticos (microbiología con Micro-kit)

Fueron conformados 25 equipos regionales, en los cuales las muestras tradicionales fueron de los siguientes tipos: mambe, chontaduro, harina de coca, chapil de anís, papa, calambombo, chicha, panela, lulo amazónico, vinagre de guineo, guarapo, almidón de yuca, pandebono, arroz con leche, arrechón, cholado, jugo de chontaduro, arepa de mote, fiambre guaduero, chulquín, suero, gel de linaza, alfeñique, cacota de café, dulce Victoria y Pepepan, vino de uva isabella, peto costeño, gelatina blanca, champús, chirrincho, birimbí, palma iraca y hervidos. Por otro lado, los invitados que ilustraron al curso sobre los asuntos culturales tuvieron diferentes relaciones de parentesco con los estudiantes (padres, hermanos, mayores(es), abuelas(os), comerciantes, profesores, padrinos, bailarines, tías(os) y conocidos).

Seminario de presentación de avances. Primer encuentro de Microbiología en los territorios

Como resultado de la actividad se obtuvieron 131 registros audiovisuales en los cuales los estudiantes ahondaron en las tradiciones relacionadas a la muestra de análisis y posteriormente, evidenciaron sus aprendizajes en medidas de bioseguridad, preparación de medios de cultivo y aislamiento inicial para hongos y bacterias (Figura 2).



Figura 2. Registro audiovisual de estudiantes e invitados para asuntos culturales; así como, prácticas básicas de microbiología.

Posterior a esta entrega, se realizó el primer encuentro de *Microbiología en los territorios*, donde los 25 equipos regionales expusieron ante todo el curso sus tradiciones y los hallazgos más importantes de la muestra tradicional y el trabajo en microbiología (Figura 3). En este encuentro, los invitados participaron a través de los videos realizados por cada estudiante, explicando la importancia de la tradición en sus familias y regiones. Posterior a este encuentro, se prosiguió con las actividades prácticas con el Micro-kit.



Figura 3. Seminario de presentación de avances: Primer encuentro de Microbiología en los territorios. Participación de invitados, muestras y trabajo en microbiología.

Presentación final Microbiología desde los territorios: Microbiología con Micro-kit

Como resultado de esta actividad se obtuvieron 119 registros audiovisuales, en los cuales los estudiantes evidenciaron desde sus regiones el aprendizaje de diferentes técnicas microbiológicas. En estos registros pudo evidenciarse la importancia de la práctica y del ensayo-error para el aprendizaje efectivo (Figura 4).



Figura 4. Presentación final: Microbiología con Micro-kit, donde se observan las actividades realizadas desde las regiones, como: (A) adecuación de elementos del Micro-kit, (B) elaboración de herramientas (C y D), siembras en cajas y tubos, (E), tinciones, (F y G) recuentos y (H) resultados de las siembras.

Diagnóstico final

En cuanto al nivel de apropiación y comprensión de los asuntos interculturales se observó un aumento en la totalidad de los aspectos examinados. Los resultados mostraron que 4,5% más de estudiantes argumentaron adecuadamente sobre la diversidad cultural (inicialmente 93,6%), evidenciando un aumento en el desarrollo de competencias interculturales. Adicionalmente, en la línea base el 65,4% de los participantes pudo identificar personas con identidades culturales diferentes a la suya; porcentaje que al final fue de 87,9%. También se pudo observar que inicialmente el 95,4 % de los estudiantes consideraron que el conocimiento tradicional que percibe de otras personas de su entorno

tiene algún tipo de valor y el cual aumentó a 98,1%. Más aún, 22,5% más estudiantes con respecto a la línea base identificaron a personas culturalmente diferentes en el grupo y 4,3% más, consideraron importante conocer sobre las diferentes culturas presentes en la universidad. Esta tendencia al aumento también fue observada cuando se les consultó si sabían qué era interculturalidad, resultando un 39,4% más estudiantes que argumentaron adecuadamente. Finalmente, 100% de los estudiantes consideraron positiva la inclusión de aspectos culturales en el aprendizaje, afirmando haber aprendido algo nuevo/útil para su vida (99%). 98,2% de los estudiantes manifestaron saber un poco más de la cultura de sus compañeros de equipo y grupo en general, comparado con el inicio de semestre. Con estos resultados y la observación de la interacción semestral entre ellos, se concluye que la sensibilización constante de los estudiantes a través del trabajo en equipos interregionales y donde lo disciplinar es atravesado por la cultura, conduce a la apropiación y comprensión de la interculturalidad; a la comprensión y empatía por el otro.

En cuanto a competencias adquiridas en lo disciplinar, 100% de los estudiantes comprendieron qué es la microbiología (aunque en algunos casos la terminología no fue la apropiada). En cuanto a tecnicismos, 79,2% de los estudiantes no sabían qué era una "Unidad Formadora de Colonia" versus 86,9% que al final pudieron satisfactoriamente definirlo. Otro asunto fundamental es la preparación de medios de cultivo, lo que se logró en 100% de los estudiantes. Más aún, 93,5% de estudiantes lograron diferenciar colonias bacterianas y de hongos. También fue notorio el aprendizaje en procesos de aislamiento, logrando sobre la línea base, que 74,5% más estudiantes desarrollaran esta competencia y que 76,6% más, aprendieron a aplicar diferentes técnicas de siembra. Igualmente, se observó que 50,9% más de estudiantes utilizaron términos adecuados para definir formas bacterianas; situación similar se observó con la tinción de Gram, donde 60,1% de más estudiantes adquirieron la competencia. Subrayando la naturaleza de la propuesta bajo condiciones remotas y virtuales, 79,1% de los estudiantes afirmaron haber aprendido más bajo este esquema regional; así como, 9,1% afirman haber logrado lo mismo observando tutoriales; se subraya el hecho que, 11,8% de los estudiantes manifestaron haber aprendido menos, aunque se debe resaltar que todos los estudiantes afirman saber hoy un poco más de microbiología que al inicio de semestre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Condito, V. (2013). ¿Da lo mismo decirlo que escribirlo?: Hacia una reflexión respecto de las consignas de modalidad escrita y modalidad oral en el contexto de enseñanza-aprendizaje. *El toldo de Astier*, 4(7), 75-90.
- Lifschitz, V., Bobadilla, A., Esquivel, P., Giusiano, G., y Merino, L. (2010). Aplicación del aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de la microbiología en estudiantes de Medicina. *Educación médica*, 13(2), 107-111.
- Luciano, M. I., Notario, R., Gambandé, T., y Aita, J. (2019). Microbiología: desafío en la enseñanza-aprendizaje en la formación del médico. *Revista Médica de Rosario*, 85(3), 128-137.
- Olivencia, J. J. L. (2015). Interculturalidad y estilos de aprendizaje: nuevas perspectivas pedagógicas. *IJERI: International journal of Educational Research and Innovation*, (3), 36-51.
- Riveroll, L. V. (2011). Un modelo dialógico intercultural de educación científica. *Cuadernos Interculturales*, 9(16), 119-134.
- Sayiner, A. A., & Ergönül, E. (2021). E-learning in clinical microbiology and infectious diseases. *Clinical Microbiology and Infection*, 27(11), 1589-1594.

Effects of an online Escape Room in emotions of teacher trainees in a flipped STEM course

David González-Gómez¹, Jin Su Jeong², Félix Yllana Prieto³

¹ Dpt. Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Fac. de Formación del Profesorado (Cáceres). Universidad de Extremadura. dggomez@unex.es

² Dpt. Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Fac. de Formación del Profesorado (Cáceres). Universidad de Extremadura. jin@unex.es

³ Dpt. Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Fac. de Formación del Profesorado (Cáceres). Universidad de Extremadura. feyllanap@unex.es

ABSTRACT: Emotions are important in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education due to cause students' disinterest from an early age. In a gamification context, Escape Rooms are games that can increase participants' positive emotions. This research analyzes the effect on the teacher trainees' emotions produced by an online Escape Room implementation used to teach science contents in a flipped STEM course. Here, a total of 42 students participated for this research. According to results, it was observed that there was a significant increase in positive emotions "joy", "satisfaction" and "fun" after the online Escape Room. However, there was also a significant increase of negative emotions "nervousness", "frustration" and "concern". With the Principal Component Analysis (PCA), pre-test answers were grouped in the positive emotions and the post-test answers were grouped in the negative emotions due to the game characteristics. Although having both positive and negative emotions, it was a promising methodology.

KEYWORDS: STEM; Emotions; Escape Room; Teacher trainees; Flipped classroom.

RESUMEN: Las emociones son importantes en la enseñanza de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) porque estas disciplinas pueden provocar desinterés desde edades tempranas. Dentro de la gamificación, los Escape Room son juegos que pueden incrementar las emociones positivas de los participantes. Se analiza el efecto en las emociones de maestros en formación de un Escape Room online diseñado para instruir contenidos de ciencias en una asignatura invertida STEM. Participaron 42 estudiantes. Según los resultados, se observa un aumento significativo de las emociones positivas "alegría", "satisfacción" y "diversión" después del Escape Room online. Sin embargo, también hay aumento significativo de las emociones negativas "nerviosismo", "frustración" y "preocupación". De acuerdo con el Análisis de Componentes Principales (PCA), las respuestas del pre-test se agruparon en emociones positivas y las respuestas del post-test se agruparon en emociones negativas debido al desarrollo del juego. Aunque hubo emociones positivas y negativas, es una metodología prometedora.

PALABRAS CLAVE: STEM; Emociones; Escape Room; Maestros en formación; Aula invertida.

INTRODUCTION

The Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) proposes the integration of various scientific disciplines as a cohesive body whose teaching is unified and organized, as used in problem solving in everyday situations (Sanders, 2009). Nowadays, there is a growing interest in study and creates effective methods for improving STEM education (Bybee, 2013). Here, Wiswall et al. (2014) suggested that students who participated in activities focused on STEM courses obtained better grades in STEM subjects than those who did not participate.

Many students begin to show disinterest in STEM disciplines at an early age, which causes them to have a negative image of science in general and a dropout in the choice of STEM careers. Moreover, it was observed that students participating in these STEM programs selected STEM degrees more frequently than students who did not participate (Wiswall et al., 2014; van Aalderen-Smeets and van der Molen, 2015). Thus, the emotions in STEM teaching-learning had a fundamental role because it was closely connected with the cognitive factor, fostering the presence of positive emotions in students favored learning (Vázquez and Manassero, 2007).

The use of active learning methodologies, like games or gamification in the classroom, can increase student satisfaction, grades, collaboration, and motivation to learn some STEM subjects (Klisch et al., 2012; Jeong and González-Gómez, 2020). In this context, the Escape Room is a live action game where participants can discover clues, solve puzzles, and perform tasks in one or more rooms to reach a specific goal in a limited amount of time that will allow them to leave the room (Nicholson, 2015; Jenkins and Mason, 2020; Yllana-Prieto et al., 2021). Escape Room in a didactic application can promote different types of positive emotions, motivation, interest and fun that students feel when doing the activity proposed, although these types of activities can also generate emotions such as stress and frustration (Rowe and Fitness, 2018; Clauson et al., 2019).

The objective of this study is to examine the effects on the emotions of teacher trainees produced by the implementation of an online Escape Room used to teach science contents in a flipped STEM course.

MATERIALS AND METHODS

To examine how teacher trainees' emotions were involved, an analysis was conducted between the participants' answers on a questionnaire provided before and after (pre- and post- test) the online Escape Room. Then, the averages of the answers for each emotion were compared using a 5-point Likert scale questionnaire to observe the presence of significant differences between pre- and post-test. Finally, Principal Component Analysis (PCA) was applied to clarify the results and complete the research.

STUDY SAMPLE AND INSTRUMENT

A total of 42 students participated for this study in a general science course of the primary education bachelor's degree in Spain during 2020 to 2021. Here, participants could choose whether they wanted to participate in the study or not and the questionnaire they answered was done anonymously. As shown in Table 1, the students who participated in the study had a mean age of 23 years old, and a mean of university entrance score with 7.46 (scale 1 to 10). There were 45% men and 55% women, so there was a gender balance

in the sample studied. Most of the teacher trainees enrolled in this program had studied in the Humanities or Social Sciences educational background during their pre-university formation (69% of sample).

Table 1. The demographic description for the research proposed.

	Items	Description
	Sample size (N)	42
Gender (%)	Male	45.24
	Female	54.76
Age (%)	20-25	90
	26-30	5
	>40	5
Specialty (%)	Humanities or Social Sciences	69.05
	Sciences	26.19
	Other	4.76
Access to the University through Baccalaureate	Yes	88.09
	No	11.91

The STEM course was taught in a flipped-classroom methodology and required a total of 150 hours to be completed. 45 hours were for face-to-face class, 15 hours for practical activities and 90 hours for non-presential activities. A questionnaire has been used to assess the emotions felt by the sample about the expectation of making an online Escape Room about science contents, and those felt during its development (pre- and post-test). This questionnaire was quantitative (Likert scale from 1 to 5) and self-reporting and has been validated in another research (Dunbar et al., 2016). Students were asked about the intensity of 10 emotions, 5 positives (joy, confidence, satisfaction, enthusiasm, and fun) and 5 negatives (concern, frustration, uncertainty, nervousness, and boredom). Specifically, these emotions were quantified with the value 1 corresponding to never having felt that emotion and the value 5 to having felt it very intensely.

Online Escape Room

The activity consisted of an online Escape Room about STEM contents. Specifically, the online Escape Room had various tasks that teacher trainees should resolve during the class for completing the activity. The participants were required to resolve puzzles, crossword puzzles, fill in a table and open a digital lock to finish the online Escape Room. Concepts such as density, planetary movements, diameter, perimeter, radius, and general contents about the solar system were studied in this activity.

RESULTS AND DISCUSSION

Cronbach Alpha test was calculated to measure the reliability and validity of the questionnaire used in the study. The value of Cronbach Alpha is 0.76, so the questionnaire is reliable (more than 0.7) according to Biggs et al. (2001).

Concerning the emotions felt by the teacher trainees before and after the online Escape Room implementation, the means of the responses given by the participants have been calculated for each emotion. It was observed that there were significant differences in 6 of 10 emotions analyzed, 3 positive emotions, “joy”, “satisfaction”, “fun”, and 3 negative emotions, “nervousness”, “frustration” and “concern” (see Figure 1).

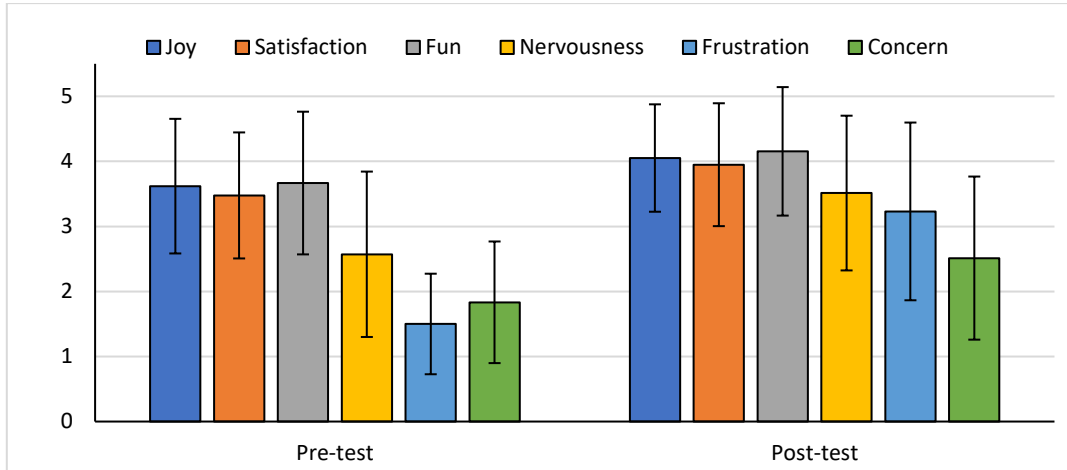


Figure 1. Comparison about participants' emotions before and after online Escape Room (pre- and post-test).

There was an increase of this emotions after the intervention. Regarding positive emotions, effective learning could be achieved during online teaching, because positive emotional states were encouraged while applying active instruction methodology (Klisch et al., 2012). According to negative emotions results, an online environment could generate some disadvantages such as the difficulty of communication and coordination practical scientific activities that required synchronous follow-up (Arkorful and Abaidoo, 2015). Furthermore, Escape Room activities could generate some emotions like frustration or nervousness, but these emotions were common in this type of games without which these activities would lose their playful element (Rowe and Fitness, 2018; Clauson et al., 2019). The Principal Component Analysis (PCA) was conducted with the objective to interpret all data collected. According to the PCA, the emotions were grouped in positive and negative emotions (see Figure 2).

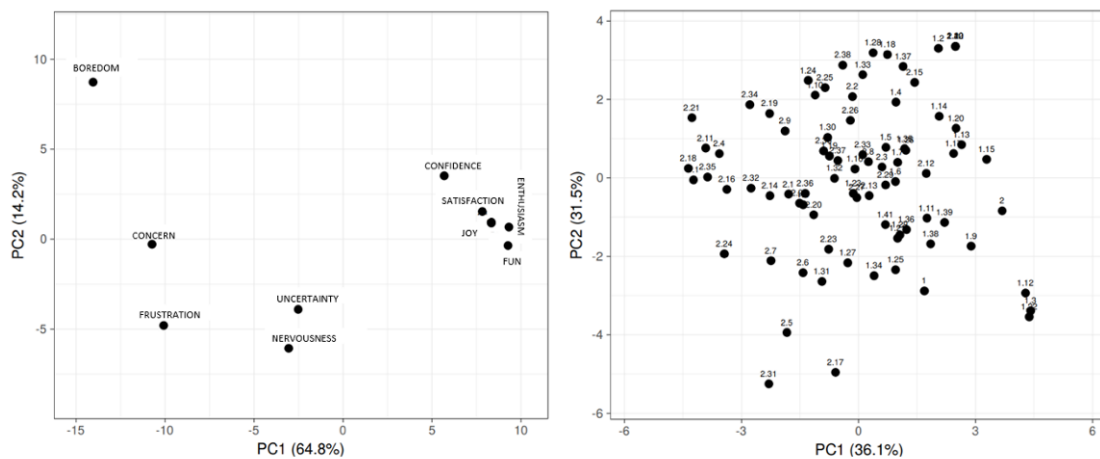


Figure 2. PCA diagrams loadings (left) and scores (right).

The results indicated that the post-test answers were located mainly in the negative emotion part of PC1, while the pre-test answers were grouped in the positive part of PC1. PC1 represented the effect of the instruction methodology in the teacher trainees' emotions.

CONCLUSIONS

In this study, we measured the effects on the emotions of teacher trainees produced by the implementation of an online Escape Room used to teach science contents in a flipped STEM course. According to results, the activity increased the intensity of the positive emotions felt by teacher trainees, significant differences were detected in the emotions, "joy", "satisfaction" and "fun". An increase in negative emotions was also observed, especially in the emotions, "nervousness", "frustration" and "worry", which was common on this type of games added to the difficulties of online environment. Therefore, the online Escape Room implemented could be a motivating way of learning, as well as an effective methodology, due to it can generate several benefits in the emotions of teacher trainees.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Consejería de Economía y Agenda Digital de la Junta de Extremadura (España) y fondos FEDER (proyectos IB18004 y GR21047) y al Ministerio de Ciencias e Innovación (Proyecto PID2020-115214RB-I00/AEI/10.13039/501100011033) por la financiación recibida, que ha hecho posible llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1), 29-42.
- Biggs, J. B., Kember, D., & dan Leung, D. Y. P. (2001). The revised two-factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 133-149. <https://doi.org/10.1348/000709901158433>
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA press.
- Clauson, A., Hahn, L., Frame, T., Hagan, A., Bynum, L. A., Thompson, M. E., & Kiningham, K. (2019). An innovative escape room activity to assess student readiness for advanced pharmacy practice experiences (APPEs). *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 11(7), 723-728. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2019.03.011>
- Dunbar, R. L., Dingel, M. J., Dame, L. F., Winchip, J., & Petzold, A. L. (2016). Student social self-efficacy, leadership status, and academic performance in collaborative learning environments. *Studies in Higher Education*, 38(9), 1507-1523. <https://doi.org/10.1080/03075079.2016.1265496>
- Jenkins, D. A., & Mason, D. (2020). Gamification in General Chemistry. In *Active Learning in College Science* (pp. 439-449). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_27
- Jeong, J. S., & González-Gómez, D. (2020). Assessment of sustainability science education criteria in online-learning through fuzzy-operational and multi-decision analysis and professional survey. *Heliyon*, 6(8), e-04706. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04706>

- Klisch, Y., Miller, L. M., Wang, S., & Epstein, J. (2012). The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants. *Journal of science education and technology*, 21(2), 295-303. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9319-y>
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. White Paper available at <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Rowe, A. D., & Fitness, J. (2018). Understanding the role of negative emotions in adult learning and achievement: A social functional perspective. *Behavioral Sciences*, 8, 27. <https://doi.org/10.3390/bs8020027>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68 (4), 20-26.
- Van Aalderen-Smeets, S. I., & van der Molen, J. H. W. (2015). Improving primary teacher' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(5), 710–734. <https://doi.org/10.1002/tea.21218>
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): Evidencias y argumentos generales (In defense of attitudes and emotions in science education (I): General arguments and evidence). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- Wiswall, M., Stiefel, L., Schwartz, A. E., & Boccardo, J. (2014). Does attending a STEM high school improve student performance? Evidence from New York City. *Economics of Education Review*, 40, 93-105. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2014.01.005>
- Yllana-Prieto, F., Jeong, J. S., & González-Gómez, D. (2021). An online-based edu-escape room: A comparison study of a multidimensional domain of PSTs with flipped sustainability-stem contents. *Sustainability*, 13(3), 1032. <https://doi.org/10.3390/su13031032>

El Aprendizaje-Servicio en la docencia Universitaria de la Biología

María Micaela Molina-Navarro¹, Daniel Gómez¹, David Ramos¹, Alba Ripollés¹, Teresa Nebot¹, Claudia Pérez¹, Marta Aparicio¹, Josema Torres¹, José Manuel García-Verdugo¹, Anna García-Forner¹, Luís Pascual¹, Rafaela Domínguez², Antoni Aguilera¹, Natalia Conejero-Ortega¹, M. Ángeles Raduán¹, Vicente Herranz-Pérez¹, Clara Alfaro-Cervelló¹, Antonio Ibáñez¹, Raúl Ballestín¹ y Xavier Ponsoda¹

¹ Universitat de València. m.micaela.molina@uv.es

² Universidad Complutense de Madrid. rafdomin@ucm.es

RESUMEN: Como complemento a la docencia universitaria reglada habitual, llevamos años desarrollando proyectos de innovación docente, aplicando la metodología Aprendizaje-Servicio. Con esto procuramos que el estudiantado aprenda de manera más activa y autónoma, que se involucre en su propia formación. Trabajan competencias transversales de manera más intensa que en asignaturas regulares, para generar materiales relacionados con la ciencia, que publicamos en nuestra web, redes sociales o charlas presenciales; acciones que se trasladan a terceras personas: el servicio.

Pueden incorporarse al proyecto al inicio de cada curso y, además, continuar involucrados de manera permanente. En algunos casos la participación es una alternativa a una actividad transversal y es evaluable. En otros, la incorporación es voluntaria. Todo esto les permite realizar actividades de su elección para seguir aprendiendo y mejorando en aquellos aspectos que más les motivan. Estamos fomentando su vocación y, con su servicio, desarrollan actividades dentro de los objetivos de desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVE: biología, aprendizaje-servicio, universidad, motivación, vocación

ABSTRACT: As a complement to regular formal education, we have been developing teaching innovation projects for years, applying the Learning and Service methodology. With this we try to make students learn in a more active and autonomous way, to get involved in their own training. They work on transversal skills with more intensity than in regular subjects, to generate materials related to science to be published on our website, social media or talks; accessible actions that are transferred to third parties: the service.

They can join the project at the beginning of each course and, in addition, continue to be permanently involved. In some cases, participation is an alternative to a transversal activity and is evaluable. In others, membership is voluntary. All this allows them to carry out activities of their choice to continue learning and improving in those aspects that mostly motivate them. We are promoting intellectual vocation and, with their service, they develop activities within the objectives of sustainable development.

KEYWORDS: biology, learning-service, university, motivation, vocation

INTRODUCCIÓN

La metodología de aprendizaje y servicio (ApS), aplicable a cualquier nivel formativo permite que el alumnado aprenda los contenidos de otra manera, desarrollando alguna actividad o experiencia que le acerca al mundo que le rodea ya que, con el fruto de su aprendizaje, realizará alguna aportación para solucionar algún problema que haya

detectado. Estas circunstancias han favorecido que el profesorado que conoce esta metodología apueste por ella (Masgrau et al., 2015), el alumnado abre los ojos más allá de su propia realidad y ve una utilidad aplicada de sus aprendizajes (Uruñuela, 2018).

A nivel internacional, la metodología ApS está bastante extendida, especialmente en el continente americano, no así en nuestro país, donde es poco conocida (Gezuraga y Herrero, 2017; McClam et al., 2008).

Tras informarnos acerca de esta metodología, realizamos una pequeña experiencia piloto en el curso 2014-15 para estudiantes del grado en Biología. Era la primera experiencia de este tipo llevada a cabo en el ámbito de la Biología en nuestra universidad. Dada la aceptación y resultados obtenidos, decidimos iniciar un proyecto de innovación educativa en el curso 2015-16. En este proyecto, que detallaremos a continuación, nuestro alumnado debía elaborar materiales que pudieran ser útiles como complemento en tareas docentes, pero también para cualquier persona interesada en la Biología. Nuestra propuesta fue sustituir la realización de trabajos que no tienen proyección fuera del ámbito de la universidad (como un póster para un congreso de estudiantes durante el curso académico) por materiales que se publican en internet, con acceso global y gratuito. Con el tiempo hemos ido modificando y adaptando las acciones que se realizan. Nuestro proyecto está fuera del ámbito más habitual de las experiencias ApS, mayoritariamente más relacionadas con aspectos asistenciales o pedagógicos, pero eso no es impedimento para poder realizar ApS en cualquier entorno universitario (Aramburuzabala et al, 2015).

Con nuestro proyecto, el estudiantado elabora materiales y realiza acciones empleando el catalán como lengua de trabajo. Aunque nuestro territorio es bilingüe, el acceso a materiales de interés docente en una lengua distinta al castellano (o inglés) resulta muy difícil. Hay que añadir que los materiales que elaboramos surgen tras la consulta al profesorado de niveles preuniversitarios, principalmente bachillerato, obteniendo así una utilidad máxima de los trabajos realizados. Al igual que el resto de acciones ApS, nuestro proyecto también se implica en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas; Eurostat, 2021). Participamos en los objetivos 4.- Educación de calidad, 5.-Igualdad de género, 10.-Reducción de desigualdades y, 17.- Alianzas, favoreciendo la inclusión y la equidad para que cualquier persona que quiera aprender con materiales de calidad elaborados en catalán (lengua cooficial en nuestro territorio) tenga acceso sin límites de ninguna clase.

EL PROYECTO: BIOAPS

Las acciones que desarrolla nuestro alumnado es variado. Potenciamos el trabajo en grupo, generando materiales de divulgación científica destinados principalmente para estudiantes de niveles de ESO y superiores; pero dada su accesibilidad, son igualmente válidos para cualquier persona interesada en conocer o aprender nuevas cosas.

El proyecto dispone de un portal web (<http://bioaps.uv.es>, Fig.1) en el que incorporamos los materiales procedentes de cada acción. Esto se realiza de manera continuada, cada año, en función de los estudiantes que disponemos para cada una de las acciones.

Hay que destacar que, en cualquier caso, la incorporación a las acciones del proyecto bioApS siempre es voluntaria. En el caso de la actividad evaluable, como alternativa al póster, les presentamos el ApS como opción voluntaria. Detectamos que el estudiantado que se incorpora tiene una gran motivación en realizar algún tipo de acción relacionada con sus estudios, un gran interés en salir de la rutina de las sesiones en aula y poder realizar trabajos más “aplicados” y menos “teóricos”. A continuación, se detallan las acciones que, en el momento actual, pueden desarrollar. Todas ellas están presentes en internet y también lo están en las redes sociales, como es el caso de Instagram.



Figura 1. Página principal del portal web de bioApS.

Bioglossari

Elaborar un glosario de términos relacionados con la Biología, accesible en <http://bioaps.uv.es/bioglossari>. La lengua principal de transmisión de la información científica es el inglés y no siempre podemos encontrar en los diccionarios habituales el término o su definición. Los alumnos se encargan de esta tarea; se les ofrece un glosario temático de Biología en inglés, incluyendo términos y sus definiciones, que tienen que traducir a la lengua catalana. En la web, además de proponer una definición, se incluyen enlaces a otros diccionarios de catalán en línea, para incentivar el espíritu crítico y de análisis de quien nos visite.

Biovídeos

Crear un vídeo de corta duración (unos 4 minutos) sobre temas solicitados por el profesorado de Bachillerato, a los que contactamos a través de los propios estudiantes y que corresponden a sus antiguos centros de educación preuniversitaria. Los docentes proponen cada año temas de su interés y nuestros estudiantes los desarrollan. Entre las peticiones, buscamos temas que interesen a los alumnos involucrados y, si es posible, que abarquen temas variados para que este esfuerzo tenga mayor proyección.

Los estudiantes se distribuyen por grupos y preparan todo el material. Todo se somete a valoración tanto por parte del profesorado que participa en el proyecto como por el destinatario del material, con el objetivo de que el resultado final sea apropiado para la finalidad que se persigue: transmitir una información científica de manera clara y sencilla.

Se intenta que los vídeos estén accesibles al mayor número de personas, por lo que además de tener todo el material en el portal web (<http://bioaps.uv.es/biovideos>) también está disponible una aplicación para móviles Android e iOS, que permite acceder al glosario y los vídeos de elaboración propia de manera cómoda.

Bioquestionaris

Preparar cuestionarios para comprobar el grado de comprensión de los vídeos que ha creado cada grupo. Los alumnos aprenden a realizar este tipo de materiales, como un segundo nivel en el proceso de aprendizaje sobre los materiales previamente elaborados. A su vez, estos cuestionarios se pueden realizar desde la web (<http://bioaps.uv.es/bioquestionaris>) y desde la aplicación para móviles.

Biopàgines

Confeccionar una relación de recursos que estén relacionados con la temática del vídeo elaborado, y que estén en catalán, gratuitos y disponibles en internet (<http://bioaps.uv.es/biopagines>). De esta manera, se construye una base de datos, al servicio del profesorado o de cualquier estudiante que desee consultarla, evitando buscar entre muchos resultados dispares que, en ocasiones, ofrecen los buscadores de internet.

HistoApS

Participar en la construcción de un microscopio virtual, accesible en <http://histoaps.uv.es>. El alumnado que participa debe identificar y definir los principales elementos a visualizar (principalmente tipos celulares o estructuras) para incluirlo en la información de cada imagen disponible en dicho microscopio virtual. Así se facilita la comprensión y diagnóstico a quienes visitan el microscopio, por curiosidad o como parte de una materia de cualquier nivel, relacionada con la Histología. Al realizar esta tarea, los alumnos mejoran sus conocimientos, obligándose a un repaso de la materia, o incluso a ampliarlos en nuevos aspectos o muestras histológicas.

Este microscopio no pretende sustituir la observación directa en un laboratorio. Se trata de una herramienta complementaria. Además, se ofrece a cualquier docente la posibilidad de preparar nuevas muestras e incorporarlas a nuestros materiales, facilitando su actividad docente.

XarradApS

Preparar e impartir charlas divulgativas en centros educativos o instituciones que lo soliciten a través de la web (<http://xarradaps.uv.es>). En esta iniciativa participan estudiantes de distintas titulaciones y másteres de la Universitat de València, lo que permite elaborar charlas con un marcado carácter multidisciplinar. La temática de las mismas es variada, presentando todas ellas un punto en común, la Biología, incluyendo aspectos de carácter psicológico, social, histórico, nutricional, médico o fisiológico. El contacto de personas con distinto perfil formativo enriquece a cada uno de los participantes y el resultado final también es más atractivo y completo.

A la divulgación presencial comentada, se suman por una parte la elaboración de vídeos divulgativos (agrupados en bloques temáticos como literatura biológica, sexualidad y salud sexual o la relación entre la paleontología y el mundo Pokémon) y, por otra parte, se está elaborando un libro en el que se desmontan mitos biológicos, acompañándolos de actividades para trabajarlos en el aula de niveles preuniversitarios.

Hay que destacar que este apartado surgió y se ha desarrollado y gestionado por estudiantes que han formado una red de contactos entre ellos que abarca diversas facultades. Esta red alimenta un multitudinario grupo de personas que funciona de forma coordinada, mejorando sus competencias relacionadas con la comunicación y divulgación del conocimiento científico.

BPoD

Obtener traducciones, desde el inglés, de textos breves de divulgación científica de avances científicos, presentados con una foto atractiva de la propia investigación. BPoD son las siglas de la expresión <<Biomedical Picture of the Day>> y, como su nombre indica, publicamos una foto cada día, en la web <http://www.bpod.cat>. Los contenidos originales se publican en una web británica y nosotros hacemos una réplica traducida.

Para llevarlo a cabo, los estudiantes forman grupos de traducción, revisión, gestión y publicación en redes sociales. Se organizan de manera que la publicación final pueda realizarse cada día puntualmente y de manera correcta.

Puede participar cualquier estudiante de algún grado relacionado con la Biología, sin descartar otros grados como, por ejemplo, aquellos relacionados con la traducción. Con esta actividad, además de profundizar en el conocimiento del lenguaje científico, pretendemos que conozcan los avances científicos actualizados. Las imágenes y los textos están relacionados con investigaciones que se publican en revistas de reconocido prestigio, por lo que ven un repertorio de técnicas, enfoques experimentales y resultados veraces muy extenso, prácticamente ilimitado y novedoso. Con todo ello pretendemos, además, que conozcan información interesante que aumente su motivación y vocación.

CONCLUSIONES

En todos estos proyectos se hace un seguimiento anual del grado de satisfacción de los participantes, de su aportación al proyecto y de los aprendizajes obtenidos. En la mayoría existe una gran satisfacción, se sienten muy orgullosos por el esfuerzo y por el resultado. Posiblemente influya en esto el hecho de que los participantes son siempre voluntarios, no tenemos ningún tipo de preselección, aceptamos a cualquier persona que quiera participar. Si tienen ganas de aprender y de realizar acciones relacionadas con sus estudios es lógico que al final se sientan satisfechos. Aquí no se busca un incremento del rendimiento académico, que podría haberlo, se busca un cambio en el modelo educativo: que los y las estudiantes participen de manera activa, generando un servicio de manera simultánea. También nos preocupamos de saber la opinión del profesorado de los centros a los que presentamos los proyectos. La valoración que nos hacen es muy positiva, y reciben con satisfacción los materiales que ponemos a su disposición, tanto las charlas presenciales como todos los recursos digitales disponibles. Es decir, agradecen la ayuda que les ofrecemos para cubrir diversas necesidades.

Este proyecto de innovación educativa puede ser realizado por cualquier centro, en cualquier materia y curso. En cada caso, se pueden encontrar formas y objetivos distintos, que permitan su incorporación en algún aspecto del currículum y que lleven a cabo algún tipo de servicio. Por otra parte, no hay la necesidad de ser originales y buscar formas inéditas, cualquier proyecto o iniciativa puede implantarse en cualquier lugar si existen elementos comunes.

El alumnado inicialmente no conoce la metodología ApS, pero tras informarles de lo que es, les interesa y participa en nuestros proyectos. ¿Por qué no se hace más ApS aprovechando el potencial que tenemos en nuestras aulas?

En los proyectos Aps, el alumnado se esfuerza por realizar mejor su trabajo. Va a hacer un servicio y no puede ser de cualquier manera. Tal vez le requiera un mayor esfuerzo alcanzar los objetivos propuestos, pero precisamente ahí el ApS sea el estímulo que en ocasiones no encuentra. En condiciones normales obtenemos materiales que pueden ser calificados con un amplio margen de méritos: desde extraordinario hasta aceptable. Nuestra misión consiste en procurar que traten de optimizar sus materiales, corrigiendo aquellos aspectos mejorables, lo que resulta en un afán de superación.

El profesorado, por otra parte, al disponer de estudiantado voluntario, más vocacional y motivado, encuentra una mayor satisfacción en sus tareas de coordinación y supervisión. Los proyectos ApS requieren un mayor esfuerzo al tener que realizar un mayor seguimiento del trabajo del alumnado, un mayor contacto y un incremento de la dedicación a tareas docentes, pero todo ello se compensa por la satisfacción personal de observar el efecto que produce esta manera de trabajar con el alumnado y ser partícipe de estas iniciativas que llevan a la realización de servicios, tan ligados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, para mejorar nuestra sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Estas acciones se han realizado gracias a la concesión del proyecto de innovación educativa UV-SFPIE_PID-1642158 del Vicerectorat d'Ocupació i Programes Formatius de la Universitat de València, y de manera continuada desde 2015-16. Mención especial al alumnado que ha participado durante todos estos años, los auténticos protagonistas de estas acciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aramburuzabala, P., Opazo, H. y García-Gutiérrez, J. (2015). *El aprendizaje-servicio en las universidades. De la iniciativa individual al apoyo institucional* UNED
- Eurostat. (2021). *Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/12878705/KS-03-21-096-EN-N.pdf/8f9812e6-1aaa-7823-928f-03d8dd74df4f?t=1623741433852>
- Gezuraga, M. y Herrero, M. A. (2017). El aprendizaje servicio en universidades de Buenos Aires: avanzando hacia su institucionalización. *RIDAS. Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 3, 4-22. <https://doi.org/10.1344/RIDAS2017.3.2>
- Masgrau, M., Soler, P.; Albertín, P., Bellera, J., Bonmatí, A. y Heras R. (2015). El proceso de institucionalización del aprendizaje servicio en las universidades españolas. Análisis de la situación actual y retos de futuro. En *El Aprendizaje-Servicio en las universidades. De la iniciativa individual al apoyo institucional* (pp. 343-356). UNED.
- McClam, T., Diambra, J. F., Burton, B., Fuss, A. y Fudge, D. L. (2008). An Analysis of a Service-Learning. Project: Students' Expectations, Concerns, and Reflections. *Journal of Experiential Education*, 30(3), 236-249. <https://doi.org/10.1177/105382590703000304>
- Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Uruñuela, P. M. (2018). *La metodología del aprendizaje-servicio. Aprender mejorando el mundo*. Narcea.

El porqué de las estaciones según los dibujos de los futuros formadores

M. Soledad Domingo Martínez¹, Eugenia García García², Elena García Buitrago²

¹Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. mariasod@ucm.es

²Facultad de Educación - Centro de Formación de Profesorado. Universidad Complutense de Madrid. eugarci@edu.ucm.es; egarc03@ucm.es

RESUMEN: La representación gráfica de modelos científicos es una herramienta muy útil en el aprendizaje de las ciencias. Así mismo, los dibujos realizados por los estudiantes son reveladores del conocimiento que poseen. En este trabajo se han analizado los dibujos-esquemas que han realizado estudiantes de Magisterio y del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universidad Complutense de Madrid acerca de por qué suceden las estaciones. Se ha realizado un análisis semicuantitativo y descriptivo clasificando los esquemas en diferentes modelos (modelo distancia, modelo encaramiento, modelo consecuencias, etc.). Los resultados indican que hay un gran desconocimiento en relación a los factores astronómicos que producen las estaciones, mucho más grave en el Grado que en el Máster, lo que nos lleva a pensar en la urgente necesidad de una formación más profunda y práctica en las aulas que conlleve un aprendizaje más significativo del tema.

PALABRAS CLAVE: Estaciones, Formación Profesorado, dibujos

ABSTRACT: The graphic representation of scientific models is a very useful tool in the Science learning. Drawings of students are revealing of the knowledge that they have about scientific concepts. In this work, we have analysed the drawing/sketches made by pre-service teachers in the Bachelor of Teacher in Primary Education and in the Master of Teacher in Secondary Education from the Complutense University of Madrid about what causes the seasons. We have performed a semi-quantitative and descriptive analysis classifying their sketches in different explanatory models (distance model, facing model, consequences model, etc.). The results show that students do not know what astronomical factors causes the seasons, and this ignorance is greater in the Bachelor level than in the Master level. There is, therefore, an urgent necessity of a deeper and more practical teaching action that implies a more significant learning about this topic.

KEYWORDS: Seasons, Pre-service teacher, drawings

MARCO TEÓRICO

Los estudiantes de todos los niveles educativos suelen tener dificultades en la comprensión de conceptos de astronomía que generan fenómenos tan cotidianos como las estaciones, la duración del día y la noche o las fases lunares. Estas dificultades radican, como indican Grau et al. (2019), tanto en la perspectiva terrestre desde la que los observamos como en las enormes dimensiones de los astros implicados y de las distancias que los separan.

El uso de imágenes en la enseñanza de la ciencia, y cómo no, también en la de astronomía es una práctica muy extendida; estas imágenes, frecuentemente atractivas, no siempre son correctamente

interpretadas por los estudiantes (Galano et. al. 2018; Gil Quílez y Martínez Peña, 2005) por lo que para que sean verdaderamente útiles han de seleccionarse cuidadosamente detalles como las perspectivas, los símbolos y los colores.

Son diferentes las maneras de recabar información sobre el conocimiento científico de los estudiantes, desde cuestionarios con preguntas teóricas o contextualizadas, a entrevistas personalizadas o el uso de dibujos. Los trabajos sobre estos últimos son los más escasos en la literatura. Los dibujos que representan modelos, por ejemplo el modelo Sol-Tierra-Luna, deben ser suficientemente explícitos y deben permitir deducir los fenómenos observados de forma cotidiana desde el propio modelo, favoreciendo además la activación de representaciones mentales (Gil Quílez y Martínez Peña, 2005; Grau et al., 2019). Estos mismos autores resaltan la importancia de que los alumnos adquieran destrezas en la representación de modelos, sobre todo en el caso de los futuros formadores, como es el caso que nos ocupa. Deben ser capaces de representar un modelo Sol-Tierra correcto que facilite el aprendizaje del tema de las estaciones terrestres a sus futuros alumnos, modelo que permita explicar la diferencia en el calor recibido a lo largo del año en un punto concreto, la coexistencia de estaciones en los dos hemisferios o la diferente longitud de los días a lo largo del año, entre otros.

Bien es cierto que no siempre resulta sencillo conseguirlo pues requiere conocer bien el o los procesos naturales a representar. Se trata de un proceso cognitivo bastante más complejo que el que supone, por ejemplo, dibujar las partes de una flor, lo que hace que no siempre sea del gusto de los estudiantes ya que conlleva no solo recordar componentes sino también integrar y comprender movimientos y procesos. Con relativa frecuencia los alumnos se detienen en aspectos poco relevantes (dibujan flores, copos de nieve, continentes y mares, etc.) y obvian los elementos verdaderamente fundamentales como el eje de la Tierra inclinado y el ecuador, o los rayos solares paralelos (Gil Quílez y Martínez Peña, 2005).

Numerosos estudios han revelado recurrentes errores conceptuales en relación al Sistema Sol-Tierra-Luna y en concreto a la existencia de las estaciones (Tsai y Chang, 2005; Martínez Sebastià y Martínez Torregrosa, 2005; Lee, 2010; Redondo Moralo y Cañada Cañada, 2016; Slater et al., 2018; Cardinot y Fairfield, 2021 entre otros). Estos errores se repiten desde niños de primaria hasta estudiantes universitarios e incluso en docentes en ejercicio. Quizás el error más extendido es que el verano sucede porque el Sol se encuentra más cerca de la Tierra que en invierno. Otros errores conceptuales repetidamente observados se refieren al cambio en la dirección de la inclinación del eje de la Tierra a lo largo del año, el que las estaciones suceden por la rotación terrestre, o que los rayos solares no llegan paralelos a la Tierra. Estos errores pueden tener varios orígenes, la percepción cotidiana, las representaciones de los libros de texto, la manera teórica y descontextualizada en la se tratan en las aulas e incluso a la escasa formación de los docentes en ciencias.

METODOLOGÍA

Un total de 248 estudiantes han participado en el estudio, 219 del Grado de Maestro en Educación Primaria o del Doble Grado de Maestro de Educación Primaria y Pedagogía (en adelante Grado) y 29 del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria (especialidad Biología y Geología) de la Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid.

Se les propuso que realizaran un dibujo que permitiera entender el porqué suceden las estaciones en la Tierra. Debían centrarse en el dibujo y no en una explicación “textual” aunque podían añadir alguna palabra o una pequeña línea si lo creían necesario. Muchos de ellos expresaron la dificultad de plasmarlo en papel en forma de dibujo.

La tarea la realizaron antes de comenzar el tema del Sistema Sol-Tierra-Luna y sin previo aviso por lo que la mayoría no dispusieron de reglas o lápices de colores, e incluso, a algunos se les tuvo que suministrar hasta el papel.

Se recogieron en una tabla Excel datos referentes a los elementos representados (Sol, órbita y la localización del Sol en la misma, Ecuador-hemisferios, eje de rotación y su inclinación, rayos solares llegando a la Tierra, etc.) así como los modelos que se podían interpretar del dibujo completo, inspirados en los modelos propuestos por Navarrete et al. (2004).

Se han identificado 7 modelos diferentes, no excluyentes entre sí: 1. *Modelo distancia* al Sol en el que se muestra que las estaciones se deben a la distancia a la que la Tierra se encuentra de nuestra estrella (o incluso el modelo distancia inversa que expresa todo lo contrario, o en algunos casos la distancia a determinados puntos de la Tierra es mayor que en otros al ser esférica). 2. *Modelo consecuencias*, que incluye aquellos dibujos (nieve, playa, hojas cayendo, etc.) que sólo reflejan las consecuencias de las estaciones y no explican las causas. 3. *Modelo encaramiento*, representado por aquellos dibujos que indican que es verano en aquella parte o mitad de la Tierra que está enfrente del Sol (cara iluminada) y es invierno en la cara “externa” (cara no iluminada), existiendo o no traslación. 4. *Modelo peonza*, aquí se incluyen dibujos en los que la inclinación del eje de la Tierra varía a lo largo de su traslación alrededor del Sol. 5. *Modelo rayos*, se muestra en los dibujos en los que los rayos solares llegan de diferente manera a distintos puntos de la Tierra (a veces paralelos, a veces curvados a voluntad). 6. *Modelo correcto*: eje de rotación de la Tierra inclinado correctamente, bien identificadas las estaciones (hemos dado por válido aquellos que se refieren al hemisferio norte). Este modelo incluye ejemplos en los que les faltan algunos detalles pero que no deja de acercarse al modelo científico. Y por último 7. *Modelo miscelánea*: que incluye todos aquellos dibujos de difícil interpretación, o algunos poco frecuentes (Tierra dividida en cuatro partes que representan la coexistencia de las estaciones...).

Para comprobar si existen diferencias estadísticas entre los modelos dibujados por el alumnado de Grado frente al alumnado de Máster, se han comparado los resultados de estos dos grupos con un análisis de chi-cuadrado (nivel de significación = 0,01). Hemos evaluado los residuos ajustados de dicho análisis de chi-cuadrado para evaluar qué modelos tienen más influencia en las posibles diferencias significativas (valores significativos fuera del intervalo [-1,96, 1,96]).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La clasificación de los dibujos realizados por nuestro alumnado en cada uno de los modelos se muestra en la Figura 1. La figura 2 muestra ejemplos de los dibujos realizados por el alumnado.

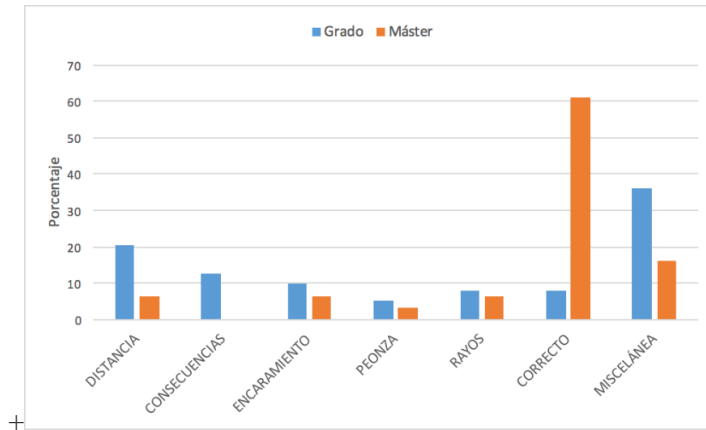


Figura 1. Clasificación de los dibujos del alumnado en los distintos modelos descritos en el texto. Se diferencia al alumnado del Grado del alumnado del Máster.

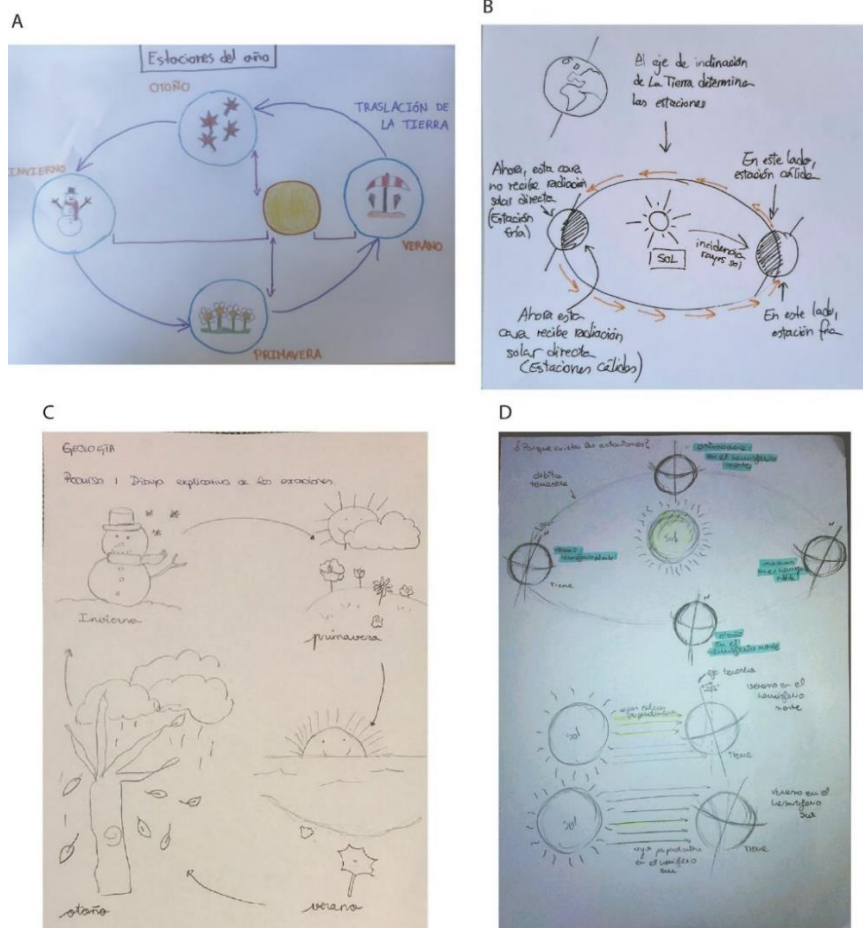


Figura 2. Dibujos realizados por el alumnado universitario para explicar las estaciones. A) Modelo distancia, B) Modelo encaramiento, C) Modelo consecuencias, D) Modelo correcto.

El alumnado de Grado muestra un mayor desconocimiento que el alumnado de Máster acerca de la causa de las estaciones. En un 20,5% de los casos, los alumnos del Grado han atribuido la existencia de estaciones a la distancia entre la Tierra y el Sol (Figura 1 y Figura 2A), resultados coherentes con

la mayoría de los trabajos. Esta idea errónea, posiblemente derive de la percepción cotidiana en la que se siente más calor cuando más cerca estamos de un foco de energía y se alimente de las representaciones del modelo con una órbita exageradamente elíptica. En un 36,2% de los casos lo han asociado a causas dispares o no han sabido explicarlo de ninguna manera (*Modelo miscelánea*). Tan sólo un 7,9% del alumnado de Grado ha realizado un dibujo que puede clasificarse dentro del *Modelo correcto*. Es preciso resaltar cómo, aunque los porcentajes no sean muy altos, hay estudiantes tanto en el Grado como en el Máster que relacionan el verano con la cara iluminada por el Sol y el invierno con la cara opuesta (la cara que no recibe la luz del Sol). Esta comparación entre el día/noche y el verano/invierno es con relativa frecuencia observada en niños de primaria. No es posible saber si prescinden de la rotación durante la traslación o bien que si la rotación dura un año.

El alumnado del Máster muestra un mayor conocimiento acerca de las causas astronómicas que dan lugar a las estaciones, a la vista del 61,3% de dibujos que pueden clasificarse dentro del *Modelo correcto* (Figura 1). El análisis chi-cuadrado muestra que existen diferencias significativas al comparar al alumnado de Grado con el alumnado del Máster ($\chi^2 = 71,28$; $p < 0,01$). Las diferencias más influyentes si evaluamos los modelos de este análisis se dan, precisamente, en el *Modelo correcto* y en el *Modelo miscelánea*. Las diferencias observadas entre estos dos grupos eran, en parte, esperables: el alumnado de Máster está constituido por estudiantes más maduros y con mayor nivel de formación científica al proceder de la especialidad de Biología y Geología; por su parte, el alumnado de Grado procede, en muchas ocasiones, de especialidades de Bachillerato de Arte y Humanidades o Sociales. Esta mayor madurez del alumnado del Máster se demuestra también en que ningún estudiante de este grupo ha realizado dibujos dentro del *Modelo consecuencias* frente a un 12,6% del estudiantado de Grado que sí que lo ha hecho. Este es un modelo que muestra una visión mucho más inmadura, casi infantil, acerca del origen de las estaciones (Figura 2C). Estos resultados son coherentes con los que encontramos en Kikas (2004), donde el 80% de los profesores de biología y ciencias eran capaces de dar una explicación científica a la existencia de las estaciones mientras que sólo lo hacía un 15% de los profesores de humanidades o un 16% en los profesores de primaria.

CONCLUSIONES

Consideramos que la realización de estos dibujos constituye una herramienta muy útil para que el profesorado de las facultades de Educación pueda detectar las ideas previas del alumnado acerca del origen y causa de las estaciones. De este modo, podremos llevar a cabo una actuación docente más significativa y enfocada en corregir los modelos erróneos que el alumnado pueda tener sobre las causas de las estaciones. Además, la realización de estos dibujos permite al propio alumnado tomar consciencia de lo que sabe (y no sabe) de partida de un fenómeno tan cotidiano como el transcurso de las estaciones. Los pobres resultados obtenidos particularmente entre el alumnado del Grado nos hacen reflexionar sobre la necesidad de enfocar la enseñanza de este cotidiano fenómeno de una manera más práctica con recursos interactivos (De Paor et al. 2017; Plummer y Maynard, 2014; Grau et al. 2019), contextualizada, procurando relacionar lo observable desde la Tierra a lo largo del año (p.ej. duración del día y la noche, el calor recibido o el recorrido del Sol en el cielo) con la visión cosmológica del Sistema Sol-Tierra. De esta manera nuestros alumnos, futuros docentes de Primaria y Secundaria, tendrán las competencias necesarias para transmitir estos conocimientos, recogidos en los currículos de Educación Primaria y Secundaria, a sus alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardinot, A. y Fairfield, J. A. (2021). Alternative Conceptions of Astronomy: How Irish Secondary Students Understand Gravity, Seasons, and the Big Bang. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(4), em1950. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10780>.
- De Paor, D. G., Dordevic, M.M., Karabinos, P., Burgin, S., Coba, F. y Steven J. Whitmeyer, S. J. (2017). Exploring the reasons for the seasons using Google Earth, 3D models, and plots. *International Journal of Digital Earth*, 10(6), 582–603.
- Galano, S., Colantonio, A., Leccia, S., Marzoli, I., Puddu, E. y Testa, I. (2018). Developing the use of visual representations to explain basic astronomy phenomena, *Physical Review Physics Education Research*, 14, 0101451–14530. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010145>
- Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, M. B. (2005) El modelo sol-tierra-luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 153–166.
- Grau, V., Amat, A. y Martí, J. (2019). Investigamos los fenómenos astronómicos. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching* 41(5), 432 – 448. DOI: 10.1002/tea.20012.
- Lee, V. R. (2010). Misconstruals or more? The interactions of orbit diagrams and explanations of the seasons. Paper presented at the 2010 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Denver, CO.
- Martínez Sebastià, B. y Martínez- Torregrosa, J. (2005). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of the Sun-Earth Model: A Proposal of a Teaching-Learning Sequence. *The Astronomy Education Review*, 4(1), 121–126. DOI: 10.3847/AER2005009
- Navarrete, A., Azcárate, P. y Oliva, J.M. (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 146–166. DOI: 10.25267/
- Plummer, J.D. y Maynard, L. (2014). Building a Learning Progression for Celestial Motion: An Exploration of Students' Reasoning About the Seasons. *Journal Of Research In Science Teaching*, 51(7), 902–929.
- Redondo Moralo, F. y Cañada Cañada, F. (2016). Concepciones alternativas de alumnos de segundo y tercer ciclo de primaria, sobre el sistema Sol-Tierra-Luna. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 46(1), 147–174.
- Slater, E.V., Morris, J. E. y McKinnon, D. (2018). Astronomy alternative conceptions in pre-adolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2158–2180. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1522014>
- Tsai, C.-C. y Chang, C.-Y. (2005). Lasting Effects of Instruction Guided by the Conflict Map: Experimental Study of Learning About the Causes of the Seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1089–1111. <https://doi.org/10.1002/tea.20089>

Elaboración y validación de rúbricas para evaluar el conocimiento de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas

María Armario Bernal¹, Natalia Jiménez-Tenorio² y José María Oliva³.

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. maria.armario@uca.es

² Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. natalia.jimenez@uca.es

³ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN: Se muestran los procesos de elaboración y validación de una rúbrica analítica y otra sintética dirigidas a caracterizar las visiones de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas. Para ello, se estudió la fiabilidad de los procesos de categorización mediante análisis de concordancia entre jueces, así como la validez concurrente entre los resultados de ambas rúbricas. Los resultados mostraron niveles altos de acuerdo entre jueces y una alta coherencia entre ambas rúbricas.

PALABRAS CLAVE: fenómeno de las mareas; fiabilidad; instrumento de evaluación; modelos de los estudiantes; validez.

ABSTRACT: The study shows the processes of elaboration and validation of an analytical and a synthetic rubric aimed at characterizing the students' views on the phenomenon of tides. To do this, the reliability of the categorization processes was studied through an analysis of agreement between judges and the concurrent validity between the results of both rubrics. The results showed high levels of agreement between judges and a high coherence between the results of both rubrics.

KEYWORDS: phenomenon of tides; reliability; evaluation instrument; student models; validity.

INTRODUCCIÓN

La investigación educativa es uno de los principales motores impulsores de la renovación en la enseñanza de las ciencias. Vivimos en un mundo en continua evolución que hace que la didáctica de las ciencias experimentales se enfrente continuamente a nuevos retos (Pro Bueno, y Rodríguez Moreno, 2011). Uno de ellos es la necesidad de diseñar nuevos materiales didácticos que favorezcan la evolución de los modelos de los estudiantes. Pero de igual forma, es necesario disponer de instrumentos de evaluación adecuados que permitan acercarnos a las ideas y progresos del alumnado en cualquier momento de una intervención didáctica. Esto no solo favorecerá la labor del docente, sino que ayudará también a la del investigador, permitiendo analizar de forma más exhaustiva los logros alcanzados mediante la innovación (Guevara-Rodríguez y Veytia-Bucheli, 2021).

En este sentido, las rúbricas nos permiten clasificar los resultados de aprendizaje según una escala de valores. Son múltiples los tipos de rúbricas empleados hoy día en educación, no obstante, seleccionar un tipo u otro dependerá de los objetivos y de la naturaleza de los resultados a evaluar (Blanco, 2008). Así, si se pretende realizar una evaluación de carácter formativo, se recomienda la elaboración de rúbricas analíticas que favorezcan el análisis detallado de cada idea de los estudiantes. Por el contrario, si el objetivo es obtener

una idea global del conocimiento, se sugiere el uso de rúbricas sintéticas (Solís, 2018). Esto último es lo que sucede precisamente cuando se trata de identificar los modelos usados por los estudiantes sobre contenidos y fenómenos científicos.

El objeto de esta comunicación es el diseño y validación de una rúbrica analítica y otra sintética que permitan la evaluación del conocimiento de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas, tópico en torno al que gira nuestra actividad docente y de investigación en la formación inicial de maestros.

ANTECEDENTES

El estudio se sitúa en el marco de la interpretación del fenómeno de las mareas, cuyo aprendizaje trae consigo gran dificultad, siendo varias las investigaciones que revelan la existencia de concepciones alternativas (Armario *et al.*, 2021; Corrochano *et al.*, 2017; Solbes y Palomar, 2011; Viiri, 2000). Entre sus resultados se observa que algunos alumnos toman como principal causa del fenómeno el viento o la lluvia, poseyendo una visión interna y topocéntrica del mismo. Otros señalan a la Luna como factor desencadenante de las mareas, asumiendo que es la mera presencia del satélite la causante, y sólo unos pocos hacen alusión a la fuerza gravitacional como mecanismo causante.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio forma parte de una investigación más amplia en la que se diseñó, implementó y evaluó, en dos ciclos consecutivos, una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) sobre el fenómeno de las mareas orientada a hacer evolucionar el conocimiento de los estudiantes. En esta ocasión, se presenta el proceso de diseño y validación de una rúbrica sintética y otra analítica con las que se pretendía analizar las ideas y modelos que usaba el alumnado para explicar dicho fenómeno antes y después de la intervención didáctica.

En este sentido, se tomaron como referencia dos grupos-clase de estudiantes de tercero del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz, cursantes de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I. Concretamente, el primer grupo (n=56) estaba compuesto por 21 alumnos y 35 alumnas, y el segundo (n=49) por 16 alumnos y 33 alumnas. Estos grupos respondían a cohortes correspondientes a cursos consecutivos (2018/2019 y 2019/2020).

La rúbrica analítica evaluaba el desempeño de los estudiantes ante tres dimensiones del fenómeno: agente causante interno y/o externo; mecanismo por el cual se produce, definido en términos de las fuerzas que actúan, y el efecto producido, entendido como el desplazamiento originado en la masa mareal, resultando un total de 15 categorías (Armario *et al.*, 2021). Éstas quedaron a su vez codificadas a través de una escala ordinal en función del tipo de relación entre la causa establecida y el fenómeno. Para la creación de cada categoría se ha tenido en cuenta la información aportada por el cuestionario en su conjunto, con independencia de la pregunta en la que aparecía.

La rúbrica sintética se gestó en torno a dos momentos de la investigación: fase preparatoria y fase de diseño e implementación. Gracias al primero se pudo constatar la presencia de cuatro modelos iniciales en las explicaciones de los estudiantes (causas internas, influjo, succión gravitatoria lunar, succión gravitatoria complejo). Posteriormente, la revisión bibliográfica facilitó la ampliación del instrumento añadiendo otros posibles modelos adicionales más evolucionados que pudieran servir para representar el nivel de los estudiantes tras el proceso de enseñanza, pero que aún no habían aparecido. Finalmente, la implementación de la SEA permitió constatar siete

modelos globales del fenómeno que tomaban en consideración información procedente de las dimensiones de la rúbrica analítica (Tabla 1).

Tabla 1. Rúbrica sintética: modelos de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas.

Nivel	Nombre del modelo	Descripción
1	<i>Causas internas</i>	Se atribuye el fenómeno a causas internas al sistema Tierra: viento, lluvia, tormentas, cataclismos, relieve costero, etc.
2	<i>Influencia latente</i>	Se alude a la presencia de algún astro, generalmente la Luna, como responsable del efecto de las mareas, pero sin llegar a precisar de mecanismo causal que explica el fenómeno
3	<i>Succión gravitatoria lunar</i>	Se aporta un mecanismo explicativo basado en la acción gravitatoria, que provocaría un único abultamiento, como si, en términos metafóricos, la gravedad ejerciera un efecto de arrastre o succión hacia ella.
4	<i>Succión gravitatoria compleja</i>	Nivel de transición, en el que se incluyen algunos elementos de niveles superiores, como la influencia del Sol o la existencia de dos abultamientos, en vez de uno, pero sin una explicación convincente. Se intuye la importancia de tales elementos, aunque no consiguen articularlos dentro de un modelo global coherente.
5	<i>Estiramiento</i>	Se aproxima a nivel 6 del modelo de dos abultamientos, pero la argumentación que se aporta es solo parcial e incompleta. Se intuye la lógica del segundo abultamiento, pero no se expresan razones para el mismo en términos de gradiente o diferencia de fuerzas entre dos puntos. Puede llegar a contemplarse la acción del Sol pero sin una explicación adecuada que articule su papel dentro del conjunto.
6	<i>Gradiente de fuerzas</i>	Se aporta ya una explicación plena a la existencia de dos abultamientos, a través de razones que apelan a la existencia de un gradiente o una diferencia de fuerzas entre dos puntos. Como limitación de este modelo hemos de indicar que los estudiantes siguen sin percibir coherentemente el papel del Sol, en aquellos casos en los que lo mencionan.
7	<i>Complejo</i>	Modelo de dos abultamientos con una explicación basada en gradiente o diferencia de fuerzas, al que se añade el papel conjunto que ejercen la Luna y el Sol articulados dentro de un modelo global coherente.

Procedimiento de fiabilidad y validación

Cada proceso de categorización se llevó a cabo independientemente por dos investigadoras quienes acordaron los criterios a emplear. En los pocos casos en los que se produjo discrepancia, las investigadoras negociaron posiciones hasta llegar a un consenso. Cuando dicho consenso no se alcanzaba, un tercer investigador resolvió el empate.

Para comprobar la fiabilidad en los procesos de categorización se calculó el porcentaje de acuerdo entre jueces y el coeficiente *kappa* medio de ambas rúbricas antes y después de la SEA. Posteriormente, al objeto de analizar su validez, se llevó a cabo un estudio comparativo entre los resultados que arrojaron ambos instrumentos. De esta forma, se recurrió a sendos análisis de regresión logística ordinal, uno para el Pretest y otro para el Postest, en el que la variable conformada por la rúbrica sintética actuó como variable dependiente y las distintas dimensiones de la rúbrica analítica se usaron como predictores.

RESULTADOS

Se aprecian niveles de concordancia entre jueces elevados tanto en el Pretest como en el Postest de ambas implementaciones en los procesos de categorización seguidos en la rúbrica analítica. Concretamente, en la primera implementación se alcanzó un nivel de concordancia del 99,2% para los casos del Pretest y un 99,9% para los casos del Postest, con un coeficiente *kappa* que oscilaba entre 0,848 y 1 (coeficiente medio de 0,966) para los casos del Pretest y 0,825 y 1 (coeficiente medio de 0,977) para los casos del Postest, en función de la categoría. En la segunda implementación, se alcanzó un nivel de concordancia del 99,9% de los casos del Pretest, con un coeficiente *kappa* que oscilaba entre 0,760 y 1, en función de la categoría concreta, y un valor medio de 0,938. Para los casos del Postest, se logró un nivel de concordancia del 99,6% y un nivel medio de coeficiente *kappa* de 0,976 (los valores oscilaban entre 0,891 y 1). Por lo tanto, puede decirse que el proceso de categorización en la rúbrica analítica fue muy fiable. En el caso de la rúbrica sintética, el índice de acuerdo fue de nuevo muy alto (97,0%), con un nivel medio de coeficiente *kappa* de 0,967 en la primera implementación y 0,960 en la segunda.

Por otra parte, el estudio de validez concurrente de ambas rúbricas aportó resultados bastante coherentes. Concretamente, en el caso del Pretest, el análisis de regresión arrojó un R^2 de Cox y Snell de 0,811 y un R^2 Nagelkerke de 0,878. La tabla 2 muestra el análisis de contingencia resultante de comparar las categorías de respuesta obtenidas mediante la rúbrica sintética, con las pronosticadas de la rúbrica analítica a partir del modelo de regresión. Puede verse que casi todas las frecuencias se ubican en la diagonal, lo que indica una alta coincidencia (85,0%) entre ambas categorizaciones con un $X^2=169,828$ (g.l.=9), $p < 0,001$. Además, las pocas discrepancias se sitúan siempre en casillas adyacentes a la diagonal, lo que indica que en el 100,0% de los casos el error en la rúbrica sintética sería, como mucho, de ± 1 .

Tabla 2. Tabla de contingencia para la comparación de las categorías observadas y las pronosticadas (Pretest).

		Categoría pronosticada a partir de la rúbrica analítica				
		1	2	3	4	Total
Categoría de respuesta observada en la rúbrica sintética	1	11				13
	2	2	30			33
	3		4	25	1	30
	4			3	9	12
	Total	13	34	28	10	88

Por su parte, en el Postest los parámetros de ajuste del modelo de regresión fueron también buenos, con un R^2 de Cox y Snell de 0,809 y un R^2 Nagelkerke de 0,887. La tabla 3 muestra la tabla de contingencia obtenida al comparar categorías observadas y pronosticadas. Puede verse cómo las frecuencias tienden a concentrarse en la diagonal, con un $X^2=165,984$ (g.l.=15), $p < 0,001$. De nuevo las discrepancias se sitúan casi siempre en casillas adyacentes a la diagonal, de modo que en el 93,0% de los casos el error en la rúbrica sintética resulta, como mucho, de ± 1 . Esta mayor indeterminación puede considerarse lógica debido a la mayor complejidad y diversidad de las respuestas de los estudiantes en el Postest, lo que hace más complicado los procesos de categorización. Aun así, los resultados también sugieren un alto nivel de validez de la rúbrica.

Tabla 3. Tabla de contingencia para la comparación de las categorías observadas y las pronosticadas (Postest).

		Categoría pronosticada a partir de las dimensiones de la rúbrica analítica							Total
		1	2	3	4	5	6	7	
Categoría de respuesta observada en la rúbrica sintética	1								
	2		1						1
	3				1				1
	4				30	10			40
	5				6	22		3	31
	6							3	3
	7					3		9	12
	Total		1		37	35		15	88

Todos estos indicadores muestran que ambas rúbricas aportan información muy parecida en el Pretest y Postest para los modelos empleados por el alumnado, lo que puede ser tomado como un indicador de validez de la rúbrica sintética. Además, según lo expuesto, la rúbrica sintética proporciona una buena aproximación a la información que aporta en conjunto las dimensiones contempladas en la rúbrica analítica.

CONCLUSIONES

Se ha mostrado el proceso de diseño y validación de dos rúbricas implicadas en la evaluación del conocimiento de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas. Ambos instrumentos han resultado útiles para el proceso de categorización, pues aportan información relevante sobre las ideas y modelos manejados por los estudiantes antes y después de una intervención didáctica. Además, los procesos de categorización seguidos durante la investigación han sido altamente fiables. La ventaja de la rúbrica sintética respecto a la analítica es que es más fácil de implementar y aporta una visión de conjunto sobre la interpretación del fenómeno por parte de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armario, M., Oliva, J.M y Jiménez-Tenorio, N. (2021). Spanish Preservice Primary School Teachers' Understanding of the Tides Phenomenon. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10209-7>
- Blanco, A. (2008). Las rúbricas: un instrumento útil para la evaluación de competencias. En L. Prieto (Coord.). *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje* (171-188). Barcelona: Octaedro/ICE Universidad de Barcelona.
- Corrochano, D., Gómez-Gonçalves, A., Sevilla, J. y Pampín-García, S. (2017). Ideas de estudiantes de instituto y de universidad acerca del significado y el origen de las mareas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 353–366. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.05
- Guevara-Rodríguez, G. y Veytia-Bucheli, M. G. (2021). Validez de contenido de una rúbrica analítica del diseño de secuencias didácticas como mejora de la práctica pedagógica del

- equipo docente desde el enfoque de la socioformación. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 373-392. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.25-1.20>
- Pro Bueno, A. J. de, y Rodríguez Moreno, J. (2011). La Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Education Siglo XXI*, 29(1), 129–148. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/educatio/article/view/119911>
- 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.
- Solís, C. (2018). Diseño de una rúbrica desde la socioformación para evaluar el aprendizaje en ingeniería. En L. G. Juárez-Hernández (Coord.), *Foro General de Gestión Curricular*. México: CIFE
- Viiri, J. (2000). Students' understanding of tides. *Physics Education*, 35, 105. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/35/2/305>

Emociones hacia las ciencias en futuros maestros de Educación Infantil

M^a Victoria Vega Agapito¹ y Jaime Delgado Iglesias².

¹ Facultad de Educación. Campus María Zambrano, Segovia, UVA.

mariavictoria.vega.agapito@uva.es.

² Facultad de Educación y Trabajo Social, Valladolid, UVA.

jaime.delgado.iglesias@uva.es.

RESUMEN: Este estudio presenta un análisis de las emociones sentidas por los futuros docentes de Educación Infantil frente a las ciencias experimentales en general y frente a varias áreas concretas. Tras observar una situación inicial poco favorable se planificó la enseñanza para suprimir diversos estresores, observándose una mejora en las emociones al finalizar el curso.

PALABRAS CLAVE: Emociones; ciencias experimentales, factores estresantes, Educación Infantil.

ABSTRACT: This study presents an analysis of the emotions felt by future Early Childhood Education teachers in relation to experimental sciences in general and in relation to several specific areas. After observing an adverse initial situation, teaching was planned to suppress various stressors, and an improvement in emotions was observed at the end of the course.

KEYWORDS: Emotions; experimental sciences, stressors, Early Childhood Education.

MARCO TEÓRICO

Las emociones y su influencia en la adquisición de conocimientos en los Grados de Educación han sido una cuestión sobre la que se empezó a prestar atención a finales del siglo XX (Sutton y Wheatley, 2003, citados por Costillo y col., 2013). Esto sucedió, ya que como afirman Retana y col. (2017) “las emociones representan un motivo para dirigir la conducta y estimular u obstaculizar la disposición hacia el aprendizaje” (p.5416). Además, según Vázquez y Manassero, (2007, citados por Dávila, 2014) las emociones positivas favorecen el aprendizaje, mientras que aquellas que son negativas perjudican la capacidad de aprender. Todo ello conduce a que sea importante y necesario considerar las emociones sentidas hacia las diferentes materias por parte de los maestros en formación.

Una vez conocidas las emociones, si estas son negativas, habría que tratar de averiguar y actuar sobre sus causas. Dado que el estrés académico conduce a emociones negativas (García-Ros y col., 2012), al provocar dificultades en la capacidad de concentración, disminuir la memoria y mermar el rendimiento, decidimos actuar sobre algunos factores que pudieran ser estresores y conducir hacia emociones negativas.

Algunos de estos factores considerados estresores académicos son la sobrecarga académica, los exámenes o la carencia de valor de los contenidos (Vizoso y Arias, 2017). García-Ros y col. (2012) consideran que algunos de esos factores son los exámenes, la falta de tiempo para cumplir tareas académicas o la propia tarea de estudiar en sí.

Actuando sobre esos factores, disminuirémos las emociones negativas y facilitaremos el proceso de enseñanza aprendizaje (en adelante E-A).

OBJETIVOS

- Conocer cuáles son las emociones que sienten los alumnos del Grado de Educación Infantil (en adelante GEI) hacia las ciencias experimentales en general y hacia áreas específicas en concreto, a través de un cuestionario estructurado.
- Plantear una estrategia de actuación eliminando estresores para revertir las emociones negativas.
- Observar si las emociones sentidas influyen en los temas que los alumnos del Grado piensan que se pueden impartir a los niños de 3 a 5 años.

CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN

Los participantes en este estudio han sido 28 estudiantes de 3º del GEI del curso 2020/21, que cursaban Las Ciencias de la Naturaleza en el currículo de Educación Infantil en la Facultad de Educación del Campus María Zambrano de la UVA en Segovia. Esta materia combina dos aspectos, por un lado, la producción de conocimiento didáctico específico sobre las ciencias experimentales (en adelante CCEE) focalizando en la etapa de Educación Infantil (en adelante EI) y por otro, la adquisición de conocimiento teórico y práctico de contenidos de las CCEE.

METODOLOGÍA

El primer paso del estudio fue el diseño de un cuestionario que permitiera consignar las emociones sentidas por los alumnos respecto a las CCEE, se incluyeron preguntas sobre el interés de los discentes por las CCEE, su preferencia y percepción de la dificultad de cada área, el recuerdo de las emociones sentidas hacia las CCEE en diferentes etapas educativas, el posible origen de estas emociones, las emociones sentidas hacia las cuatro áreas que forman parte de los contenidos de CCEE (Física, Química, Biología y Geología), y su opinión sobre la posibilidad de impartir las cuatro áreas ya mencionadas y que partes de ellas en EI.

Las preguntas sobre las emociones eran cerradas de respuesta múltiple, y se les permitía seleccionar todas las que quisieran de entre 10 emociones negativas y 10 positivas que se les ofrecían alternativamente, para cuya selección nos basamos en Costillo y col. (2013).

Se aplicó el cuestionario el primer día de clase, de forma anónima y autoadministrada. Para facilitar su análisis, se dividieron a los alumnos en cuatro categorías; alumnos que sentían solo emociones positivas, aquellos que sentían solo las negativas, los que sentían una mezcla de emociones en las que predominaban las positivas y los que sentían una mezcla de emociones en las que predominaban las negativas.

Esas cuatro categorías se asociaron con cinco diferentes situaciones emocionales; con relación al proceso de E-A: Muy positiva, Positiva, Neutra, Negativa y Muy negativa. Se consideró una situación muy positiva que facilitaría el aprendizaje, cuando el número de alumnos que sentían sólo emociones positivas superaba ampliamente a los que sentían solo las negativas y/o además el número de alumnos que sentían emociones mixtas con predominio de emociones positivas superaba ligeramente a los alumnos que sentían emociones mixtas con predominio de negativas.

En el extremo contrario, consideramos una situación muy negativa, cuando el número de alumnos que sentían sólo emociones negativas superaba ligeramente a los que sentían sólo emociones positivas y/o el número de alumnos que sentían emociones mixtas con predominio de emociones negativas era ligeramente superior al de los alumnos que sentían emociones mixtas con predominio de positivas.

Tras analizar la situación emocional inicial de los alumnos se planificó la enseñanza para eliminar factores estresantes, de ese modo se eliminó el examen final de la asignatura, se proporcionó flexibilidad en las entregas, se centró la enseñanza en aspectos prácticos tanto de la didáctica como de los contenidos para dar valor a contenidos didácticos y no didácticos y se les plantearon trabajos de modo que había una ausencia de sobrecarga académica.

Tras finalizar el cuatrimestre, se administró de nuevo el cuestionario el último día de clase, para conocer la situación emocional final.

Además, se realizó un control el primer y último día, para medir la adquisición de conocimientos prácticos y teóricos de CCEE. Tras analizar tanto la situación final, como comparar esta con la inicial pudimos elaborar nuestras conclusiones.

RESULTADOS

De los 28 alumnos, 96,2% eran mujeres y un 3,8 % varones. De ellos un 11,5% obtenían buenas notas en ciencias en Educación Primaria (en adelante EP), Educación Secundaria Obligatoria (en adelante ESO) y Bachillerato, un 65,4 % las obtenían en EP y ESO y un 23,1 % las habían obtenido únicamente en EP.

El interés por las CCEE se ha incrementado con la intervención, e incluso se ha originado que no haya alumnos a los que no les gustaran las CCEE al final (Tabla 1).

Tabla 1. Comparativa del interés por las CCEE al inicio y final de la asignatura

Interés por las CCEE en general/Momento temporal	Situación inicial (%)	Situación final (%)
Sí	42,9	60,7
No	10,7	0,0
Algunas partes	46,4	19,3

Respecto a la evolución de las preferencias de los alumnos del GEI por áreas concretas de las CCEE, las áreas por las que se inclinaban inicialmente eran la Biología y la Geología, cuestión que se mantuvo en proporciones muy parecidas al final. Mientras que las áreas que menos escogían eran la Física y la Química situación que se mantuvo también al final.

En cuanto a la dificultad otorgada a cada área por los propios alumnos del GEI, las áreas consideradas más fáciles por los alumnos fueron tanto inicialmente como al final la Biología y la Geología, mientras que las consideradas más difíciles fueron la Química y la Física.

En relación, a las emociones sentidas durante las distintas etapas escolares, los resultados se muestran en la Figura 1.

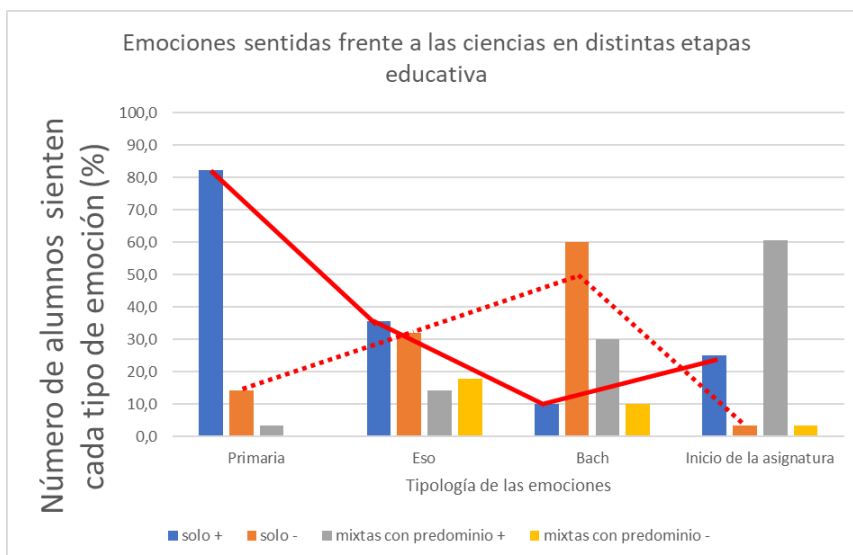


Figura 1. Emociones sentidas en diferentes etapas educativas

En ella observamos que en EP las emociones sobre las CCEE se decantaban totalmente hacia las positivas, mientras que en los escasos alumnos que han cursado asignaturas de ciencias en Bachillerato las emociones sentidas se decantan hacia las negativas. Las razones utilizadas para justificar estas emociones fueron para el caso de las emociones positivas, el profesor y su metodología junto con los contenidos de las asignaturas. Mientras que, para justificar las emociones negativas, ellos pensaban que se debían también al profesor y su metodología, pero además la manera de evaluar.

En cuanto a las emociones en la etapa universitaria, al iniciar la asignatura un 25,0 % reveló que sentía sólo emociones positivas, un 3,6 % sólo emociones negativas, un 60,7 % una mezcla de emociones con predominio de las positivas y un 3,6 % una mezcla de emociones con predominio de las negativas. Esta situación se revertió al final ya que pasaron a sentir de forma predominante (75,0 %) solo emociones positivas, disminuyendo la mezcla de emociones y el predominio de las negativas.

Para estudiar las emociones sentidas por subáreas concretas de las CCEE, se decidió subdividir estas en Química 1, con contenidos de la materia, estructura, propiedades y estados; Química 2 que comprendía las reacciones químicas, mezclas (disoluciones) y métodos de separación; Biología 1, formada por bioquímica, la célula y el cuerpo humano; Biología 2, formada por ecosistemas, seres vivos características y su taxonomía; Geología 1, formada por el Universo, Sistema Solar, la Tierra y su estructura y la Geología 2, formada por contenidos de minerales y rocas y paisajes. La Física no sufrió subdivisiones del área, siendo sus contenidos la energía, luz y sonido.

Se pudo observar que para estas subáreas, la intervención provocó una mejora de la situación emocional en todos los casos en que esto era posible. En la subárea de Física se pasó de una situación emocional muy negativa a una neutra, en las subáreas de Química 1 y 2 se cambió de una situación emocional inicial negativa a una situación final neutra o positiva y en la subárea de Geología 2 se pasó de una situación inicial positiva a una final muy positiva.

En relación con las subáreas de Biología 1 y 2 y la Geología 1, no se admitía mejora ya que la situación emocional de los alumnos era muy positiva inicialmente, manteniéndose además en este mismo nivel al final.

Los resultados sobre la apreciación de los alumnos en cuanto a si se podían impartir esas áreas en EI, se muestran en la tabla 2. La situación con respecto a la Física y la Química cambió, incrementándose de forma ostensible el % de alumnos que pensaban que sí se podían dar esos temas en EI y disminuyendo notablemente el número de los que creían que no se podían impartir. Mientras que en relación con la Biología y la Geología se sufrieron pequeñas alteraciones al partir ya de una situación emocional muy favorable que predisponía a los alumnos a su impartición.

Tabla 2. Opinión sobre la posibilidad de impartir diferentes áreas de CCEE durante EI

Área/Posibilidad de impartición en EI	Sí (inicio) %	Sí (final) %	No (Inicio) %	No (Final) %	Algunas partes (Inicio) %	Algunas partes (Final) %
Física	60,7	71,4	7,2	3,6	32,0	25,0
Química	53,6	74,1	17,9	0,0	28,6	25,0
Biología	89,3	92,9	0,0	0,0	10,7	7,1
Geología	92,9	89,3	3,6	0,0	3,6	10,7

En cuanto a la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos de las CCEE, en la figura 2 se muestran las notas del mismo control realizado al inicio y al final de la asignatura, dónde se ve que la media ha mejorado y por tanto, que los conocimientos se han incrementado.

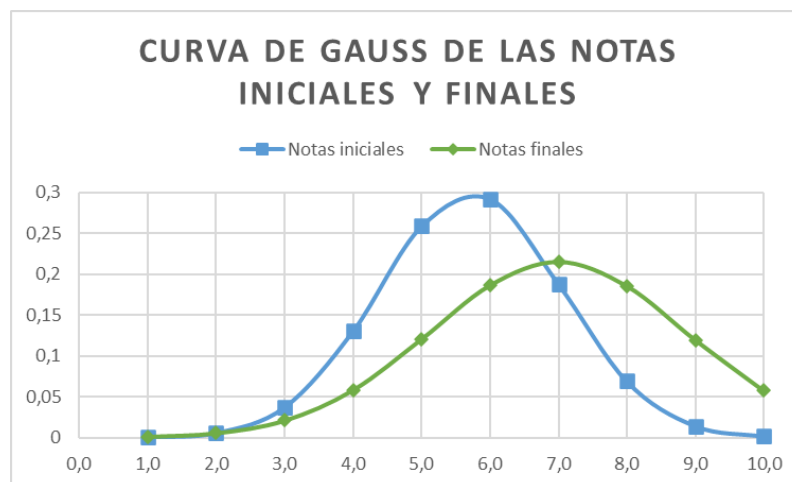


Figura 2. Distribución de las notas del control inicial/final

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La situación inicial era poco favorable hacia las CCEE en general, ya que menos de la mitad de los alumnos afirmaban que les gustaban y un porcentaje apreciable expresaron que no les gustaban de ningún modo. Además, pudimos relacionar las áreas concretas preferidas por los alumnos con su percepción de facilidad/dificultad, a mayor dificultad adjudicada a un área, menor era la preferencia por ella.

Los alumnos afirmaron recordar sobre todo emociones exclusivamente positivas en relación con las CCEE, cuando habían estado cursando EP. Sin embargo, esta situación fue empeorando al pasar a las siguientes etapas educativas. Los alumnos atribuían este cambio de emociones al profesor y su metodología, junto con su manera de evaluar.

Al centrarnos en áreas concretas, los discentes partían de una situación emocional muy negativa o negativa hacia las áreas y subáreas de Física y Química. Sin embargo, partían de una situación emocional positiva o muy positiva hacia las áreas y subáreas de Biología y Geología.

La eliminación de factores estresores ha mejorado las emociones sentidas por los alumnos hacia las CCEE, ya que tras la intervención se pasa de situaciones negativas o muy negativas a neutras, de situaciones negativas a positivas y se mantienen las situaciones que ya eran positivas o muy positivas. Las emociones sentidas por los alumnos sí influyen en su opinión sobre si las diferentes partes pueden ser impartidas en EI, ya que al mejorar la situación emocional de los alumnos se incrementan el número de los que piensan que se pueden impartir en dicha etapa.

La ausencia de examen final del cual dependa en gran medida la nota de la asignatura, aparentemente, no ha condicionado una menor adquisición de los conocimientos teóricos y/o prácticos.

El presente trabajo tiene como limitación la pequeña muestra objeto de estudio que impide generalizar las conclusiones, ya que las diferencias encontradas no poseen significación estadística. A pesar de ello, creemos tener suficientes indicios para afirmar que, aunque la situación emocional de partida de los alumnos del GEI no sea muy favorable al proceso de E-A de las CCEE, actuaciones conducentes a la mejora de la situación emocional por eliminación de factores estresores, pueden permitir cambiar dicha situación e incrementar no solo los conocimientos, sino mejorar la situación emocional y convencer a los futuros maestros de EI de la posibilidad de impartir dichas materias en dicha etapa.

Queremos concluir poniendo el foco en las emociones sentidas por los maestros en formación hacia las diferentes áreas como condicionantes de su motivación y estudio y la importancia de trabajar esta área para mejorar el proceso de E-A de los alumnos del Grado, ya que esta enseñanza condicionará su futura docencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Costillo, E., Borrachero, A.B., Brígido, M., y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (10), 514-532.
- Dávila, M.A., Borrachero, A.B., Brígido, M. y Costillo, E. (2014). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de la física y la química. *INFAD Revista de Psicología*, 1(4), 287-294.
- García-Ros, R., Pérez-González, F., Pérez-Blasco, J. y Natividad, L.A. (2012). Evaluación del estrés académico en estudiantes de nueva incorporación a la universidad. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 143-154.
- Retana, D.A., De las Heras, M.A., Jiménez, R., y Vázquez, B. (2017). Emociones de los maestros en formación inicial sobre didáctica de las ciencias antes de una intervención indagatoria. En *X Congreso internacional sobre investigación en Didáctica de la Ciencias*.
- Vizoso, C.M. y Arias, O. (2016). Estresores académicos percibidos por los estudiantes universitarios y su relación con el burnout y el rendimiento académico. *Anuario de psicología*, (46), 90-97.

Enfoque globalizador en prácticas de laboratorio para profesorado de Educación Infantil en formación inicial: análisis emocional

Diego Airado Rodríguez¹, Miriam Andrea Hernández del Barco², Antonio Manuel Cordovilla Moreno³, María Dolores Víctor Ortega⁴, Jesús Sánchez Martín².

¹ Universidad de Jaén. dairado@ujaen.es

² Universidad de Extremadura. mhdelbarco@unex.es; jsanmar@unex.es

³ Servicio Andaluz de Salud. ancordovi@alumnos.unex.es

⁴ Universidad de Granada. mdvictor@ugr.es

RESUMEN: En esta comunicación se presenta la respuesta emocional tras la implementación de una propuesta de práctica de laboratorio para maestras/os de Educación Infantil en formación inicial a través de la que, además, de trabajar todos los contenidos de una asignatura de ciencias del Grado en Educación Infantil, se trabaja el “enfoque globalizador”. Dicho enfoque queda establecido como principio metodológico para la etapa de Educación Infantil en la *ORDEN de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el Currículo correspondiente a la Educación Infantil en Andalucía*. Los/as estudiantes manifiestan haber sentido curiosidad, sorpresa y entusiasmo durante la práctica realizada.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, enfoque globalizador, maestros/as en formación, ciencias, emociones

ABSTRACT: This communication deals with the emotional response of preservice Early Childhood Education teachers to a laboratory intervention. The developed laboratory work proposal is a globalizing approach, i.e. it enables interrelate all the contents of a science subject of the Degree in Early Childhood Education. This approach is established as a methodological principle for the Early Childhood Education stage in the “order” of August 5th, 2008, by which the Curriculum corresponding to Early Childhood Education in Andalusia is developed. The students stated that they felt curiosity, surprise and enthusiasm during practice.

KEYWORDS: Early childhood education, globalizing approach, preservice teachers, sciences, emotions

INTRODUCCIÓN

Enseñar ciencias en las aulas de Educación Infantil es imprescindible y está ampliamente justificado y defendido en la literatura. Por ello, nuestro papel como docentes de maestras/as en su formación inicial es crucial. Tenemos ante nosotros una gran responsabilidad no exenta de dificultades. Entre las dificultades para la formación en ciencias de maestras/as en formación inicial se puede citar la escasez de asignaturas de enseñanza de las ciencias en los planes de estudio del Grado en Educación Infantil, donde, en el mejor de los casos, se incluye un par de asignaturas cuatrimestrales y claramente

insuficientes para formar a futuros docentes. Además, en este contexto, es importante poner de manifiesto la escasa investigación que existe en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la etapa de Educación Infantil, en comparación con las etapas de Educación Primaria o Educación Secundaria. Otra de las dificultades importantes a las que nos enfrentamos, a la hora de formar en ciencias a maestros/as de Educación Infantil en su formación inicial, es el hecho de que un gran porcentaje de los/as estudiantes de los actuales Grados en Educación Infantil proviene de itinerarios de Ciencias Sociales o Humanidades, con incluso animadversión por los contenidos de ciencias. En este sentido, gran parte de los esfuerzos de los docentes han de ir encaminados a derribar prejuicios y a hacer ver a nuestro alumnado universitario la necesidad de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde los primeros niveles educativos, y fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje de las ciencias a través de un clima de aula afectuoso y realización de actividades manipulativas. La experiencia nos ha convencido de que, especialmente en la formación inicial de maestros/as en Educación Infantil, el aprendizaje basado en la investigación e indagación, con actividades de aprendizaje centradas en el/la estudiante y con un importante componente práctico, es uno de los mejores abordajes para la enseñanza de las ciencias (Qing, Jing, y Yan, 2010; Wang et al., 2010).

La *ORDEN de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el Currículo correspondiente a la Educación Infantil en Andalucía*, entre los principios o criterios metodológicos establecidos para la etapa, recoge el denominado “enfoque globalizador y aprendizaje significativo”:

Durante el siglo XX uno de los principios definitorios de la metodología para la Educación Infantil ha sido la globalización. El modo de entender este principio por los profesionales de la educación de los más pequeños ha ido evolucionando con el paso del tiempo de modo que, en la actualidad, ya no se entiende la globalización como la práctica que integra de manera artificial y descontextualizada contenidos supuestamente pertenecientes a las distintas áreas o disciplinas en torno a una determinada temática.

En lo relativo al proceso de enseñanza, el enfoque globalizador permite que los niños y niñas aborden las experiencias de aprendizaje de forma global, poniendo en juego, de forma interrelacionada, mecanismos afectivos, intelectuales, expresivos. Este principio afecta tanto a la formulación de los objetivos como a la selección, secuenciación, planificación y presentación de los contenidos así como a la definición de los modos de trabajo. Alude este principio a la conveniencia de aproximar a los niños y niñas a lo que han de aprender desde una perspectiva integrada y diversa (Junta de Andalucía, 2008, pág. 47)

En esta comunicación se presenta una experiencia de laboratorio para maestros de Educación Infantil en formación inicial en la que se trabajan de manera integrada todos los contenidos de una asignatura de ciencias de la naturaleza del plan de estudios del Grado en Educación Infantil. La práctica, de corte indagador, consiste en la elaboración de un indicador natural de pH a partir de extracto de col lombarda. Tras finalizar la actividad se pidió a los maestros/as en formación inicial que expresaran qué emociones habían sentido durante la realización de la misma.

OBJETIVOS

Integrar todos los contenidos de una asignatura de ciencias de la naturaleza para maestros en formación de Educación Infantil en una práctica de laboratorio; Trabajar el “enfoque globalizador” establecido como principio metodológico en la legislación donde se desarrolla el Currículum para la etapa de Educación Infantil. Analizar el impacto emocional producido en los/as estudiantes que vivencian la actividad.

METODOLOGÍA

Esta investigación se ha llevado a cabo con 49 maestros/as de Educación Infantil en formación inicial, en una asignatura general de ciencias, donde se ha llevado a cabo una actividad práctica bajo el enfoque globalizador (ver siguiente apartado). Tras finalizar la actividad se monitorizó a través de un cuestionario qué emociones habían sentido durante la realización de la práctica de laboratorio. Las emociones incluidas en la investigación aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Emociones consideradas en la investigación

Positivas	Negativas
Alegría	Aburrimiento
Confianza	Ansiedad
Curiosidad	Frustración
Entusiasmo	Miedo
Satisfacción	Nerviosismo
Sorpresa	Preocupación
	Rechazo

INDICADOR NATURAL DE pH A PARTIR DE EXTRACTO DE COL LOMBARDA

Con la realización de esta práctica se pretende familiarizar a los/as maestros/as de Educación Infantil en formación inicial con un procedimiento químico muy fácil de realizar en el aula, con materiales de fácil adquisición y sin riesgo (bajo supervisión) para el alumnado, además fácil de implementar en su futuro desempeño como docentes con alumnado de Educación Infantil. Si bien las reacciones químicas implicadas en el proceso no son entendidas por los/as alumnos/as a edades tan tempranas, los resultados –al ser enormemente visuales y relacionados con el color- son sorprendentes y facilitan la motivación del aprendizaje de otros contenidos relacionados (tabla 2).

Tabla 2. Resumen de relaciones conceptuales

		RELACIONES CON CONTENIDOS DE CIENCIAS IMPORTANTES PARA MAESTROS/AS DE EDUCACIÓN INFANTIL EN FORMACIÓN INICIAL
Papel de antocianinas en vegetales	Papel en tejidos fotosintéticos (hojas y tallos): protección frente a componente UV peligroso de radiación solar	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Solar • Sol • Espectro de radiación electromagnética • Educación para la salud
	En frutos: Color, atracción de animales => Dispersión de semillas	<ul style="list-style-type: none"> • Seres Vivos, reino vegetal • Ciclo de reproducción de los vegetales • Germinación de semillas
	En flores: coloración llamativa => atracción insectos polarizadores	<ul style="list-style-type: none"> • Seres Vivos, reino vegetal • Ciclo de reproducción de los vegetales • Polinización

	En árbol: color rojo camuflaje frente a herbívoros, que son atraídos por el verde	<ul style="list-style-type: none"> • Seres Vivos, reino animal • Clasificación según alimentación (carnívoros, herbívoros, omnívoros) • Procesos autótrofos/heterótrofos
Localización en célula vegetal	Vacuolas	<ul style="list-style-type: none"> • Seres vivos • Niveles de organización celular • Orgánulos celulares
Beneficios en la salud	Carácter antioxidante del que se deriva su carácter anticancerígeno y beneficios sobre las funciones cerebral y cardiaca	<ul style="list-style-type: none"> • Seres vivos. Reino animal. Ser humano. Órganos, aparatos y sistemas. Fisiología. • Educación para la salud • Dieta equilibrada
Estructura y comportamiento químico	Modifican su estructura en función del pH. Al cambiar su estructura también lo hace su color	<ul style="list-style-type: none"> • Materia. Átomos. Moléculas • Viraje • Estudio del color

En la Figura 1 se muestran, de manera esquemática, las principales relaciones conceptuales trabajadas con la práctica.

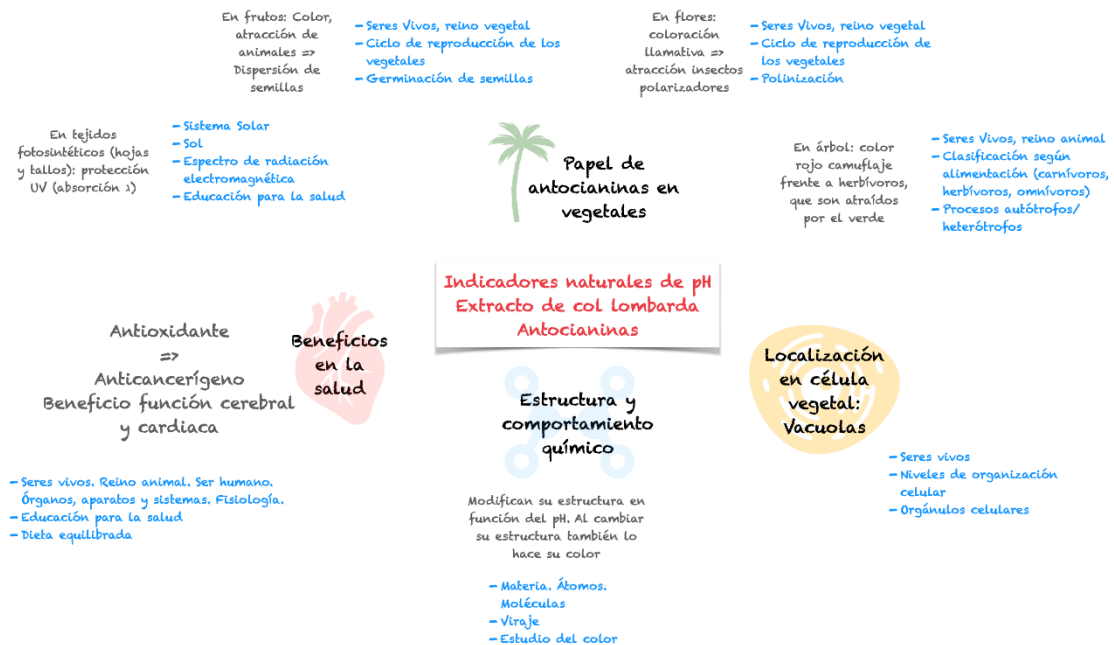


Figura 1. Relaciones conceptuales implicadas en la práctica propuesta

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las emociones señaladas por los/as maestros/as de Educación Infantil en formación inicial se recogen en la figura 2.

Durante la realización de las prácticas de laboratorio siguiendo el enfoque globalizador, los/as maestros/as de Educación Infantil en formación inicial sintieron en su mayoría (el 92 %) emociones positivas, destacando curiosidad (87,8 %), sorpresa (79,6 %) y entusiasmo (71,4 %). Más de la mitad de los participantes sintieron alegría y entusiasmo, mientras que 1 de cada 3 sintió confianza durante la práctica. Con respecto a las emociones negativas, se observa que su aparición es nula en algunos casos, como el aburrimiento o rechazo, dos emociones negativas e indeseables durante la realización de actividades prácticas científicas. La emoción negativa señalada en mayor porcentaje es el nerviosismo (18,4 %). Se trata de una emoción que ha sido descrita por Cañada et al.

(2021) por poseer un carácter activador que motiva y compromete al estudiante en la realización de las tareas.

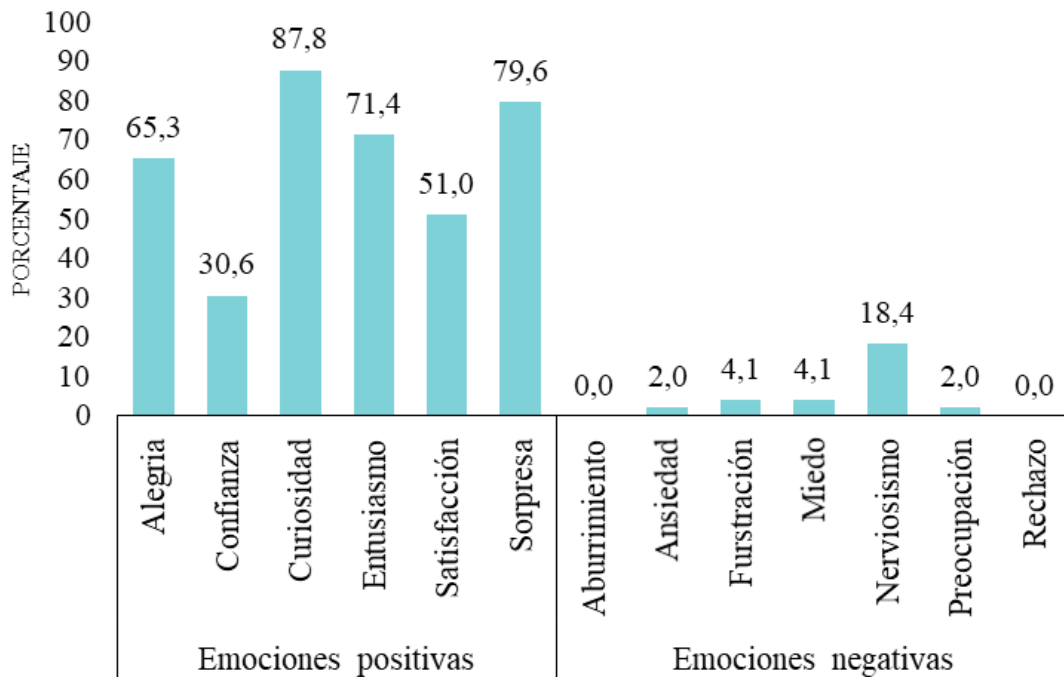


Figura 2. Emociones señaladas por los/as maestros/as en formación inicial hacia una práctica integradora

Cuando se le pregunta por las causas que han generado esas emociones positivas el 77,5 % señala la metodología seguida como causa principal, revelando que el enfoque globalizador implementado es factor de un clima emocional del aula positivo. La segunda causa más señalada es el profesor (71 %).

Dávila-Acedo (2017) encuentra como principal causa generadora de emociones la metodología, y destaca también la importancia del docente en el aula.

Con respecto a las emociones negativas, la mayoría de ellos señala que no las ha sentido, pero los que sí hacen alusión a los contenidos trabajados y a su propia actitud frente a la asignatura. Los contenidos trabajados en esta práctica, vinculados con la física y química, ya han sido descritos como los que más emociones negativas despiertan en los/as maestros/as de Educación Infantil en formación inicial (Hernández-Barco, et al., 2021).

CONCLUSIONES

En esta comunicación se presenta una actividad consistente en el uso de la col lombarda como indicador natural de pH, que permite integrar todos los contenidos que se trabajan en una asignatura de ciencias del grado en Educación Infantil; esta actividad se ha realizado siguiendo un enfoque globalizador, principio metodológico establecido en el currículum de Educación Infantil. Además, se muestra el impacto emocional que provoca en los/as maestros/as en formación inicial que han participado en la intervención, demostrándose que se trata de una actividad que genera curiosidad, sorpresa y entusiasmo. La realización de este tipo de actividades con los/as maestros/as de Educación Infantil puede generar cambios actitudinales que permita que en su futura labor

docente implementen actividades con un enfoque globalizador durante la enseñanza de las ciencias y despertar vocaciones científicas en edad temprana.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación (PID2020-115214RB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033) [AEI/FEDER, EU]; la Junta de Extremadura [Grant GR21047] y el Ministerio de Ciencia e Innovación [BES-2017-081566].

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cañada Cañada, F., Hernández-Barco, M. A., Sánchez-Martín, J., y Corbacho-Cuello, I. (2021). Estudio comparativo das diferentes estratégias de aprendizagem baseada em jogos: rendimento emocional dos professores em formação durante a aprendizagem das ciências. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 2, e021012.
- Dávila-Acedo, A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 570–586.
- Hernández-Barco, M., Cañada-Cañada, F., Corbacho-Cuello, I., & Sánchez-Martín, J. (2021). An Exploratory Study Interrelating Emotion, Self-Efficacy and Multiple Intelligence of Prospective Science Teachers. *Frontiers in Education*, 6, 604791.
- Junta de Andalucía (2008). Orden de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el Currículo correspondiente a la Educación Infantil en Andalucía. B.O.J.A. nº 169, de 26 de agosto de 2008.
- Qing, Z., Jing, G., y Yan, W. (2010). Promoting preservice teachers' critical thinking skills by inquiry-based chemical experiment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4597-4603.
- Wang, F., Kinzie, M. B., McGuire, P., y Pan, E. (2010). Applying technology to inquiry-based learning in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 37(5), 381-389.

Enseñanza-aprendizaje en torno al vino

Beatriz Robredo¹, Rubén Ladrera¹, Zenaida Guadalupe², Leticia Martínez-Lapuente², Belén Ayestarán².

¹Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, ²Área de Tecnología de los Alimentos. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. beatriz.robredo@unirioja.es

RESUMEN: Se presenta un proyecto de enseñanza entre estudiantes de diferentes Grados Universitarios y niveles educativos en torno a la elaboración del vino. A partir de la interrelación entre el alumnado de Grado en Enología y Grado en Educación Primaria de la Universidad de La Rioja se diseñaron y pusieron a punto talleres experimentales relacionados con la elaboración del vino. Se realizó una selección de los mismos, que se adecuaron y adaptaron a los distintos cursos escolares de Educación Primaria. Al mismo tiempo, se realizó un estudio de los conocimientos vitivinícolas del alumnado universitario de Grado de Educación Primaria antes y después de la intervención educativa obteniendo una mejora significativa de los mismos. La evaluación de esta intervención educativa mediante encuestas de satisfacción fue muy positiva para el alumnado de ambos Grados universitarios.

PALABRAS CLAVE: Grado en Educación Primaria, Grado en Enología, vino, aprendizaje entre iguales

ABSTRACT: A teaching project is presented among students of different University Degrees and educational levels around winemaking. Based on the interrelation between the students of the Degree in Oenology and the Degree in Primary Education at the University of La Rioja, experimental workshops related to winemaking were designed and set up. A selection of them were made and adapted to the different school years of Primary Education. At the same time, a study of the wine knowledge of the university students of the Primary Education Degree was carried out before and after the educational intervention, obtaining a significant improvement. The evaluation of this educational intervention through satisfaction surveys was very positive for the students of both university degrees.

KEYWORDS: Degree in Primary Education, Degree in Oenology, wine, peer tutoring

INTRODUCCIÓN

España es el país con mayor superficie vitícola y el tercer país productor de vino en el mundo (OIV, 2020; García-Casarejos, 2018). En el conjunto de España, la viticultura, la elaboración del vino y su comercialización generan un valor añadido bruto (VAB) superior a 23.700 millones de euros anuales, lo que supone el 2,2% del VAB nacional y genera más de 400.000 puestos de trabajo. La Comunidad de La Rioja es una referencia internacional en este sector y una región privilegiada para el cultivo de la vid y la elaboración de vinos de alta calidad con personalidad única y aptitud para la crianza. De hecho, en La Rioja, el sector del vino constituye el 5,3% del VAB de la comunidad autónoma y representa el 21,2% de la actividad vitivinícola en el conjunto nacional (Gobierno de La Rioja, 2021). Los vinos de Rioja están amparados por la primera Denominación de Origen Calificada (D.O.Ca.) de España. El volumen de uva elaborada en la D.O Ca Rioja en la vendimia 2020 por un total de 583 bodegas fue de 410 millones

de kg (Consejo Regulador de la Denominación de Origen Calificada Rioja, 2020). En este contexto, resulta esencial y prioritaria la formación del alumnado riojano en el mundo vitivinícola, de gran trascendencia cultural y tradicional, que lidera además el sector económico y turístico de su región.

Para realizar esta formación es interesante salir de la compartimentalización que existe en el modelo educativo actual y nutrirse de los conocimientos adquiridos en cada grado universitario y su transferencia a otros niveles educativos. Es conocido el éxito del aprendizaje entre iguales (Durán y Flores, 2015) por lo que partiendo de este tipo de experiencias se puede utilizar una interrelación de alumnado entre la educación superior de diferentes grados. En concreto en este contexto vitivinícola, el alumnado de grado en Enología es el adecuado para aportar los conocimientos en materia de elaboración del vino al estudiantado de grado en Educación Primaria (EP), quien se encargará de la adecuación didáctica y transferencia del conocimiento al alumnado de educación primaria, mediante talleres.

El objetivo de este trabajo parte de la educación entre iguales dentro del contexto universitario, dando apertura a los conocimientos de cada grado (EP y Enología), haciéndolos visibles y dándoles la relevancia que merecen, mejorando así la organización académica en la utilización de recursos humanos y materiales. Mediante esta metodología educativa se permiten mejorar los conocimientos vitivinícolas y realizar una transferencia del conocimiento desde el ámbito universitario hasta la educación primaria.

METODOLOGÍA

En este trabajo participaron 11 estudiantes de 3º de Grado en Enología y 130 estudiantes de 3º de Grado en EP que se dividieron en cinco grupos reducidos o clases. Se trabajó siempre en los grupos reducidos del Grado en EP, con un número aproximado de 25 alumnos/as, de manera que cada actividad se repitió cinco veces para cada una de las clases, tres en horario de mañana y dos en horario de tarde. Se preparó un cuestionario on line, usando la herramienta Microsoft-Forms, sobre la elaboración del vino para el alumnado de Grado en EP con el fin de saber los conocimientos vitivinícolas previos que tenían antes de iniciar la actividad (Tabla 1). Los resultados del cuestionario se trasladaron al alumnado de Enología para que sirviesen como base del aprendizaje constructivo para confeccionar su exposición. Así el alumnado de Enología preparó una exposición teórico-práctica de una hora sobre el proceso de elaboración del vino que tuvo lugar en la bodega, sala de catas y de barricas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de La Rioja (UR), utilizando el equipamiento y materiales habituales.

A partir de esta transferencia del conocimiento, se crearon grupos de 4 o 5 estudiantes de Grado en EP con el fin de trabajar en equipo en la creación de un taller relacionado con el vino, adecuándolo a un curso concreto de primaria, siguiendo la metodología de Robredo y Hernández, 2018. El alumnado de Grado en EP expuso en una sesión oral su taller. Entre toda la clase, mediante una rúbrica que cumplimentaba cada grupo se decidieron los talleres más adecuados según la consecución de los objetivos educativos propuestos. Cada clase realizó su taller ganador para ponerlo a punto en los laboratorios de la Facultad de Ciencia y Tecnología. El alumnado y profesorado del Grado en Enología ayudó en la preparación de estos talleres. Se comprobó la adecuación al tiempo establecido, los materiales empleados y la metodología. Estos talleres se realizaron en dos centros escolares de dos líneas, en todos los cursos de la Educación Primaria; en total 12 cursos. Se pasó de nuevo el formulario sobre la elaboración del vino (Tabla 1) al

alumnado de Grado en EP para realizar un análisis de los conocimientos adquiridos, así como una encuesta de satisfacción sobre la experiencia realizada (Tabla 2 y 3). Para analizar los resultados de la encuesta se realizó la prueba T para dos muestras independientes mediante el paquete estadístico SPSS v. 26 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

RESULTADOS

Formulario sobre la elaboración del vino.

El cuestionario realizado con el alumnado de Grado en EP antes y después de la actividad se presenta en la Tabla 1 y los resultados se muestran en la Figura 1.

Tabla 1. Cuestionario sobre la elaboración del vino. La respuesta correcta aparece sombreada.

Nº	PREGUNTA
1	¿Qué son los sulfitos? Producto químico que se añade al vino ; Producto químico que está de forma natural en el vino; No lo sé
2	¿Qué son los taninos? Producto químico que no está de forma natural y se añade al vino ; Producto químico que está de forma natural en el vino; No lo sé
3	¿Es importante la acidez en un vino? Sí ; No; No lo sé
4	Un vino rosado procede de: Uvas tintas ; Uvas blancas; Mezcla de vinos; No lo sé
5	La crianza del vino se realiza: En barrica ; En botella; En ambas; No lo sé
6	¿El vino contiene microorganismos? Sí ; No; No lo sé
7	¿Se puede hacer vinagre a partir del vino? Sí ; No; No lo sé
8	La fermentación maloláctica: La llevan a cabo las bacterias ; Sólo se realiza en los vinos espumosos; La llevan a cabo las levaduras; No lo sé
9	Un vino de crianza tiene que tener: Una sola variedad de uva ; Mínimo seis meses en barrica; Una tercera fermentación; No lo sé
10	Todos los vinos tienen que llevar a cabo una fermentación maloláctica. Verdadero ; Falso; No lo sé
11	Todos los vinos tienen que llevar a cabo una fermentación alcohólica. Sí ; No; No lo sé
12	¿Para qué se realiza la clarificación? Para limpiar y estabilizar el vino ; Para aumentar el color; Para aumentar el aroma; No lo sé
13	Las barricas se fabrican con madera de: Roble ; Pino; Alcornoque; No lo sé
14	¿Qué es un coupage? Un recipiente para almacenar el vino ; Una mezcla de distintos vinos; Un vino con crianza; No lo sé
15	¿Cómo se sabe si un vino es dulce o seco? Por el residuo seco ; Por la cantidad de azúcar; Por la variedad de la uva; No lo sé
16	¿Cómo se llama el técnico que elabora el vino en las bodegas? Somelier ; Enólogo; Etnólogo; No lo sé
17	Los vinos caros son mejores. Sí ; No; No lo sé
18	Viura y malvasía son: Variedades de uva blanca ; Variedades de uva tinta; Tipos de levadura; No lo sé
19	Tempranillo y garnacha son: Variedades de uva blanca ; Variedades de uva tinta ; Bodega de la Denominación de Origen Rioja; No lo sé
20	¿Cuáles son las fases de la cata? Vista, aroma y gusto ; Aroma, vista y gusto; Gusto, vista y aroma; No lo sé
21	¿Qué es la maceración carbónica? Una técnica de elaboración ; Una variedad de uva; No lo sé
22	¿Qué aporta la madera al vino? Microorganismos ; Aroma; Azúcar; No lo sé
23	Un vino monovarietal es: Un vino elaborado con una sola variedad de uva ; Un vino tinto; Un vino rosado; No lo sé
24	¿Las botellas grandes tienen ventajas? Sí ; No; No lo sé
25	¿Es importante la añada de un vino? Sí ; No; No lo sé
26	En relación con el tapón de la botella de vino: Es un producto natural ; Es sintético; Ambos; No lo sé
27	En enología ¿qué se necesita para transformar el azúcar en alcohol? Bacterias ; Taninos; Levaduras; No lo sé
28	El cambio climático influye en el grado alcohólico del vino. Sí ; No; No lo sé
29	El aroma de un vino procede de: Más de 500 compuestos aromáticos ; Los aromas de la uva, de la fermentación y de la crianza del vino; Ambas son correctas; Ninguna es correcta; No lo sé

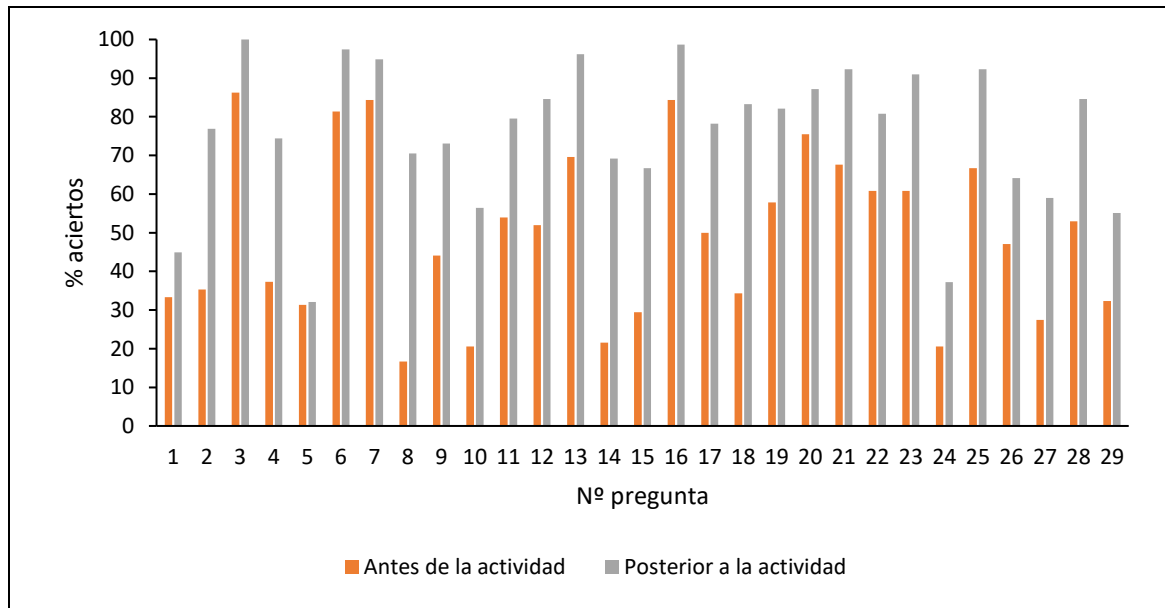


Figura 1. Resultado del formulario sobre los conocimientos en la elaboración del vino realizado antes y después de la actividad por el alumnado de Grado en EP.

Se observa una mejora del conocimiento en todas las respuestas. El estudio estadístico reveló diferencias significativas antes y después de realizar la intervención educativa en todas las preguntas propuestas, excepto en las preguntas 5 y 26.

Encuesta de satisfacción del alumnado de Grado en EP.

La encuesta de satisfacción después de la realización de la propuesta didáctica se puede ver en la Tabla 2 y los resultados de la misma en la Figura 2.

La intervención educativa ha sido bien valorada por el alumnado de Grado en EP. La media de respuestas en relación con los objetivos, planificación y desarrollo fue de un 3,6 sobre 4 para cada apartado y de un 3,5 sobre 4 para la evaluación. Cabe destacar que los participantes opinan que la transferencia del conocimiento entre el alumando es un buen método de aprendizaje, dándole un valor medio de 3,7 sobre 4.

Tabla 2. Encuesta de satisfacción de los estudiantes del Grado en EP, valorada del 1 al 4 según una escala Likert, donde (1) totalmente en desacuerdo y (4) muy de acuerdo. Se muestra el valor promedio de respuestas del alumnado participante.

N.º	OBJETIVOS	PROMEDIO
1	Conozco los objetivos planteados en la intervención educativa.	3,65
2	Los objetivos se han detallado con claridad.	3,65
PLANIFICACIÓN		PROMEDIO
3	La planificación de cada una de las sesiones ha sido satisfactoria.	3,61
DESARROLLO		PROMEDIO
4	La actividad se ha llevado a cabo de acuerdo con la planificación.	3,38
5	Ha sido interesante aprender de los compañeros de enología.	3,70
6	La transferencia de conocimiento entre el alumnado es un buen método de aprendizaje.	3,71
EVALUACIÓN		PROMEDIO
7	El formulario sobre la elaboración del vino era necesario para valorar el conocimiento previo y posterior a la actividad.	3,41
8	La entrega de la ficha con el taller propuesto nos sirvió de guía para la planificación y diseño del taller.	3,49
9	La presentación oral del taller para toda la clase fue un reto interesante.	3,39
10	Valoro positivamente haber cumplimentado una rúbrica para la elección del taller que representará a toda la clase.	3,51
11	La preparación y realización de actividades en colegios con alumnado de EP es necesaria.	3,82

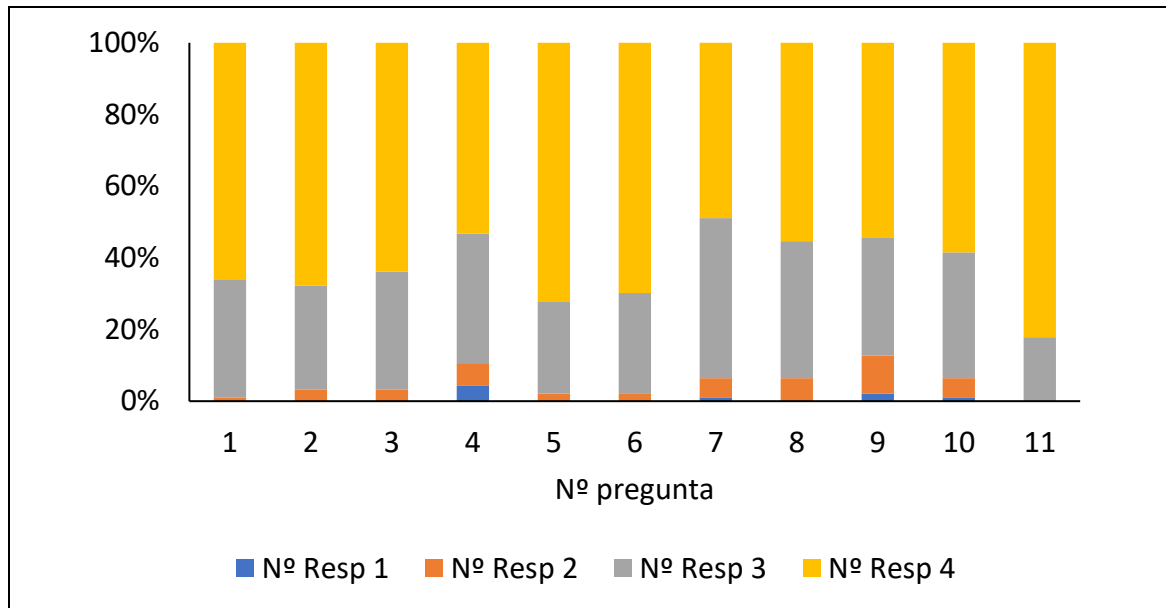


Figura 2. Resultados de la encuesta de satisfacción del alumnado de Grado en EP valorada del 1 al 4 según una escala Likert, donde (1) totalmente en desacuerdo y (4) muy de acuerdo.

Encuesta de satisfacción del alumnado de Grado en Enología.

La encuesta de satisfacción después de la realización de la propuesta didáctica se puede ver en la Tabla 3 y los resultados de la misma en la Figura 3.

Los estudiantes de Grado en Enología consideran interesante su participación y realización de la exposición oral, afirmando que la transferencia de conocimiento entre alumnado es un buen método de aprendizaje. Creen que es importante que los futuros maestros/as conozcan el proceso de elaboración del vino, pero piensan que hubiesen sido necesarias más sesiones de trabajo. Creen que los talleres diseñados por el alumnado de Grado en EP les aportan una visión de cómo explicar nociones del mundo del vino a niños/as.

Tabla 3. Encuesta de satisfacción de los estudiantes del Grado en Enología, valorada del 1 al 4 según la escala Likert, donde (1) totalmente en desacuerdo y (4) muy de acuerdo.

Nº	PREGUNTAS
1	Ha sido interesante enseñar a los compañeros de magisterio.
2	La transferencia de conocimiento entre el alumnado es un buen método de aprendizaje.
3	La presentación oral de la actividad fue un reto interesante.
4	Estas sesiones son necesarias para que los estudiantes de magisterio adquieran un mayor conocimiento sobre el mundo del vino.
5	Estas sesiones son fundamentales para que los estudiantes de magisterio transmitan de forma adecuada información sobre el mundo del vino.
6	Creemos que los estudiantes de magisterio han adquirido de forma adecuada los conocimientos del mundo del vino.
7	Serían necesarias más sesiones para que los estudiantes de magisterio adquieran adecuadamente conocimientos del mundo del vino.
8	Se han transmitido de forma satisfactoria los conocimientos del mundo del vino en los talleres elaborados.
9	Me parecen muy interesantes los talleres elaborados para transmitir a los niños de primaria el conocimiento del vino.
10	Estos talleres me pueden servir en un futuro cuando quiera explicar nociones del mundo del vino a niños de primaria.

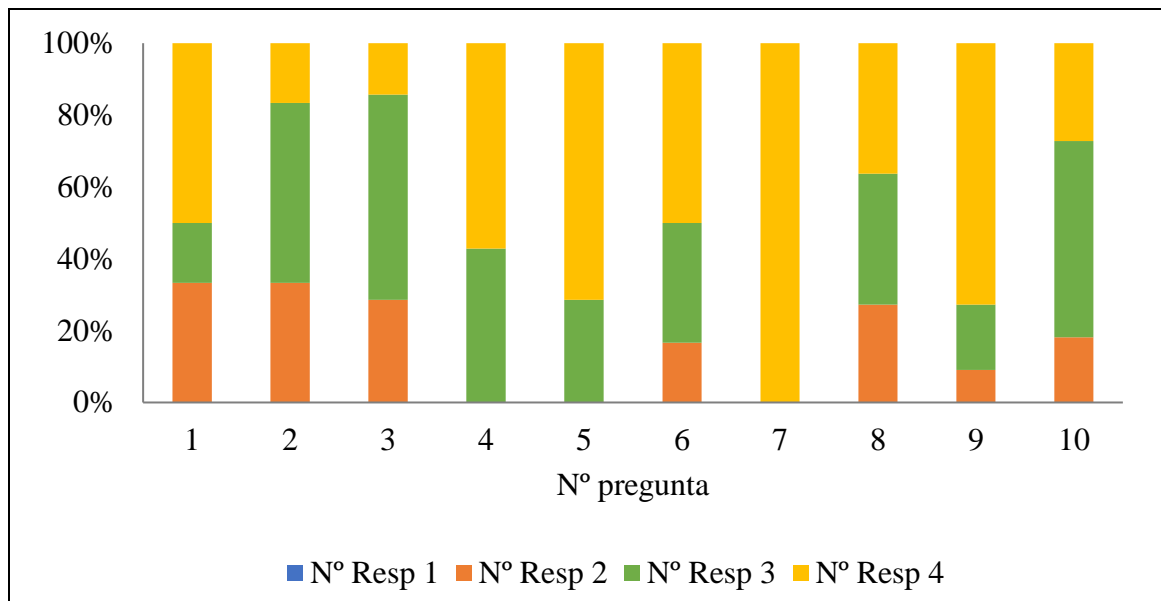


Figura 3. Resultados de la encuesta de satisfacción del alumnado de Grado en Enología valorada del 1 al 4 según una escala Likert, donde (1) totalmente en desacuerdo y (4) muy de acuerdo.

CONCLUSIONES

Se ha conseguido enseñar el proceso de elaboración del vino mediante una cadena de transferencia del conocimiento entre el alumnado universitario de distintos grados y otros niveles educativos, en concreto en todos los cursos de educación primaria. Esta intervención didáctica es considerada por los estudiantes participantes como un buen método de aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Consejo Regulador de la Denominación de Origen Calificada Rioja (2020). *El Rioja en cifras. Estadísticas 2020*. <https://www.riojawine.com/en/news/la-cosecha-de-rioja-2020-el-exito-de-la-profesionalidad-en-un-ano-complejo/>
- Duran, D. y Flores M. (2015). Prácticas de tutoría entre iguales en universidades del Estado español y de Iberoamérica *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(1), 5-17.
- García-Casarejos, N., Gargallo, P., Carroquino, J. (2018). Introduction of Renewable Energy in the Spanish Wine Sector. *Sustainability*, 10, 3157. doi:10.3390/su10093157
- Gobierno de La Rioja. (2021). *Plan de transformación de La Rioja*. https://sie.fer.es/recursos/richImg/doc/c_2967/Dossier_Plan%20de%20Transformaci%C3%B3n%20de%20La%20Rioja.pdf
- Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) (2020). *Actualidad de la coyuntura del sector vitivinícola mundial en 2020*. <https://www.oiv.int/public/medias/7903/actualidad-oiv-de-la-coyuntura-del-sector-vitivin-cola-mundi.pdf>
- Robredo, B y Hernández, M. (2018). Metodología del diseño de talleres para enseñar Física y Química en Primaria. En M. González, A. Baratas y A. Brandi (Eds.), *Experiencias Didácticas en el ámbito STEM. Investigación y Didáctica en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas*. (pp. 317-324). Santillana.

Evaluación de la utilización de nuevas herramientas informáticas para el aprendizaje en el Grado de Enología

Zenaida Guadalupe¹, Leticia Martínez-Lapuente², Belén Ayestarán³, Beatriz Robredo⁴

¹ Universidad de La Rioja. zenaida.guadalupe@unirioja.es

² Universidad de La Rioja. leticia.martinez@unirioja.es

³ Universidad de La Rioja. belen.ayestaran@unirioja.es

⁴ Universidad de La Rioja. beatriz.robredo@unirioja.es

RESUMEN: Una de las herramientas fundamentales que hay que manejar hoy en día en las bodegas es el control completo de la trazabilidad; desde el viñedo hasta la puesta en el mercado de la botella. Así, se han desarrollado en los últimos años softwares específicos que se están implantando en algunas empresas vitivinícolas y que varias denominaciones exigen a las bodegas amparadas en su denominación.

Por ello, el objetivo de este proyecto es incorporar estas nuevas herramientas informáticas como sistemas de enseñanza-aprendizaje en diferentes asignaturas del Grado en Enología de la Universidad de La Rioja y evaluar el resultado tanto para docentes como para estudiantes. La implementación de estas tecnologías en la enseñanza ha permitido, tanto al alumnado como a los docentes, incorporar nuevas herramientas que promueven la consecución de competencias profesionales para el futuro alumnado, así como un incremento en su grado de participación y motivación por el aprendizaje, y una adquisición de nuevas competencias y habilidades que fomentarán su empleabilidad futura.

PALABRAS CLAVE: herramientas informáticas, enología, competencia digital

ABSTRACT: One of the main tools that must be managed today in wineries is the complete control of traceability; from the vineyard to the putting on the market of the bottle. Thus, specific software packages have been developed in recent years that are being implemented in some wine companies, and that several appellations require from the wineries covered by their appellation.

For this reason, the objective of this project is to incorporate these new computer tools as teaching-learning systems in different subjects of the Degree in Oenology at the University of La Rioja. The implementation of these technologies in teaching has allowed both students and teachers to incorporate new tools that promote the achievement of professional skills for future students, as well as an increase in their degree of participation and motivation for learning, and an acquisition of new skills and abilities that will promote their future employability.

KEYWORDS: computer tools, oenology, digital competence

INTRODUCCIÓN

España es el país con mayor superficie vitícola y el tercer país productor de vino en el mundo (García-Casarejos, 2018; Organización Internacional de la Viña y del Vino, 2020). En el conjunto de España, la viticultura, la elaboración del vino y su comercialización

generan un valor añadido bruto (VAB) superior a 23.700 millones de euros anuales, lo que supone el 2,2% del VAB nacional y genera más de 400.000 puestos de trabajo. En La Rioja, el sector del vino constituye el 5,3% del VAB de la comunidad autónoma y representa el 21,2% de la actividad vitivinícola en el conjunto nacional (Plan de transformación de La Rioja, 2021).

Una de las herramientas fundamentales que hay que manejar hoy en día en las bodegas es el control completo de la trazabilidad; desde el viñedo hasta la puesta en el mercado de la botella. En los últimos años, el empleo de softwares desarrollados para tal fin ha supuesto una revolución en la capacidad de obtención de la información y en el avance de la gestión. Estos softwares permiten a los enólogos generar de forma rápida y sencilla documentos e informes requeridos de acuerdo con los diferentes Consejos Reguladores, las normas ISO y APPCC, la norma EMCS para movimientos internos, intracomunitarios y exportaciones, etc.; y, además, obtener una visión global de la situación de la viña y la bodega, extrapolar la información, hacer estimaciones y evaluar las previsiones y perspectivas de futuro, anticipándose a las necesidades de la propia bodega.

El presente proyecto surge por tanto con el objetivo de incorporar estas herramientas informáticas como sistemas de enseñanza-aprendizaje en diferentes asignaturas del Grado en Enología de la Universidad de La Rioja. Se plantea un proyecto colaborativo, desde una perspectiva multidisciplinar, entre profesores de distintas áreas de conocimiento y facultades, y empresas del sector vitivinícola especializadas en el desarrollo de este tipo de softwares.

La Universidad de La Rioja, dentro del contexto universitario y los sistemas de enseñanza-aprendizaje del actual espacio Europeo de Educativo de Educación Superior, se ha ido adaptando de manera progresiva a la incorporación de estas tecnologías en todas las áreas de estudio de sus grados y másteres. En el caso concreto del Grado en Enología, la implementación de este tipo de tecnologías en la enseñanza de diferentes asignaturas permitirá, tanto al alumnado como a los docentes, incorporar nuevas herramientas que promueven las nuevas tecnologías con miras a la consecución de competencias profesionales para el futuro alumnado, así como un incremento en su grado de motivación por el aprendizaje, y una adquisición de nuevas habilidades que fomentarán su empleabilidad futura.

OBJETIVOS

1. Incorporar metodologías activas de enseñanza mediante el uso de nuevas herramientas informáticas para la gestión integral de la trazabilidad del viñedo y la bodega, de forma transversal en diferentes asignaturas del Grado en Enología de la Universidad de La Rioja.
2. Evaluar las mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje derivadas del uso de las nuevas herramientas en las diferentes asignaturas donde se haya utilizado.
3. Evaluar la utilización, manejabilidad y ventajas de los programas empleados, así como los problemas, dificultades y/o carencias que se observen, con el objetivo de aportar una reflexión crítica que ayude a la mejora en el desarrollo y aplicación de los softwares.

METODOLOGÍA

1. Se identificaron en primer lugar las asignaturas del Grado en Enología donde se podía integrar la enseñanza de las nuevas herramientas informáticas.

Se seleccionaron tres asignaturas de los últimos cursos, con contenidos y competencias muy diversas, donde se podían aplicar los diferentes módulos del software: (a) gestión y control del viñedo y vendimia, (b) gestión de y seguimiento de bodega, (c) gestión comercial y actividad de ventas.

2. La empresa ISAGRI, desarrolladora del software, realizó una formación completa del profesorado en el manejo de estas nuevas herramientas informáticas. Todo el profesorado de las asignaturas seleccionadas se implicó activamente.

3. Se estimó y organizó el número de sesiones prácticas que era necesario dedicar en cada asignatura para que el alumno adquiriera las competencias generales y específicas que se esperan del uso de estas aplicaciones.

4. Se utilizaron los diferentes módulos del software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las diferentes asignaturas seleccionadas. Para ello se realizaron en cada asignatura varias sesiones prácticas de aula informática.

5. Se evaluaron las mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje derivadas del uso de las nuevas herramientas en las diferentes asignaturas. Para lograr este objetivo se utilizaron rúbricas desarrolladas a tal efecto, con indicadores relevantes y cuantificables, y orientadas tanto al profesorado como al alumnado (Tabla 1).

6. Se realizó un cuestionario a los y profesores alumnos para evaluar la utilización, manejabilidad y ventajas de los programas empleados, así como los problemas, dificultades y/o carencias que se observaron, con el objetivo de aportar una reflexión crítica que ayuden a la empresa a la mejora en el desarrollo y aplicación de dichos softwares.

Tabla 1. Rúbricas para valorar las mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje

	CUESTIONARIO PARA LOS PROFESORES	1	2	3	4	ns/ nc
1	La formación para el uso del software ha sido adecuada					
2	El aprendizaje de manejo del software es sencillo					
3	Los estudiantes han asimilado de forma adecuada el manejo del software					
4	El empleo del software en mis clases supone una mejora de la calidad del aprendizaje del alumnado					
5	El empleo del software en mis clases facilita la adquisición de nuevas competencias por parte del alumnado					
6	El empleo del software en mis clases incrementa el grado de motivación del alumnado en el proceso de enseñanza					
7	El empleo del software en mis clases incrementa el grado de implicación del alumnado en el proceso de enseñanza					
8	El aprendizaje de este software acerca al alumno al contexto real de la gestión en la empresa					
9	Considero fundamental la enseñanza de este tipo de herramientas en mi asignatura					
10	Considero que el aprendizaje de este software fomentará la empleabilidad futura del alumnado					

Valorar del 1 al 4, donde (1) totalmente en desacuerdo y (4) muy de acuerdo

	CUESTIONARIO PARA LOS ESTUDIANTES	1	2	3	4	ns/ nc
1	El profesorado tiene un conocimiento adecuado del uso del software					

2	El aprendizaje de manejo del software es sencillo					
3	El empleo del software en las clases supone una mejora de la calidad de la enseñanza de la asignatura					
4	El empleo del software en las clases facilita la adquisición de ciertos contenidos					
5	El empleo del software en las clases facilita la adquisición de nuevas competencias					
6	El empleo del software en las clases incrementa mi grado de motivación y participación en el proceso de enseñanza					
7	El empleo del software en mis clases incrementa mi grado de aprendizaje en el proceso de enseñanza					
8	El aprendizaje de este software acerca al alumno al contexto real de la gestión en la empresa					
9	Considero fundamental la enseñanza de este tipo de herramientas en el Grado de Enología					
10	Considero que el aprendizaje de este software fomentará mi empleabilidad en el futuro					

Valorar del 1 al 4, donde (1) totalmente en desacuerdo y (4) muy de acuerdo

RESULTADOS

Las figuras 1 y 2 muestran los resultados obtenidos a partir de las rúbricas elaboradas para valorar las mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto de los profesores (Figura 1) como de los estudiantes (Figura 2).

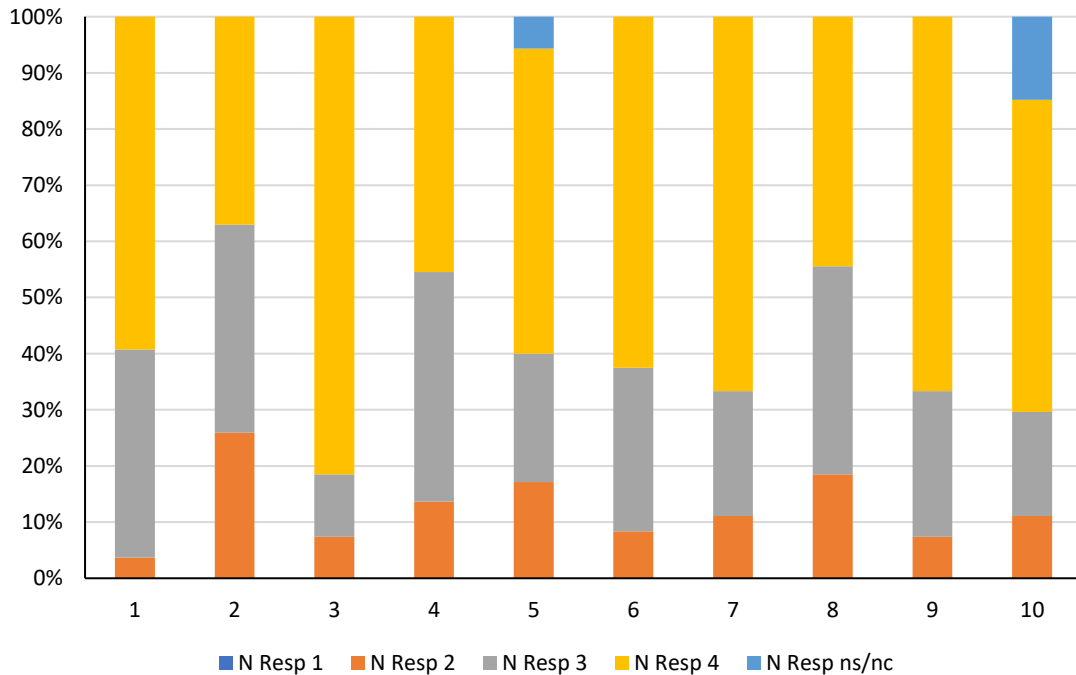


Figura 1. Resultados del cuestionario realizado a los profesores

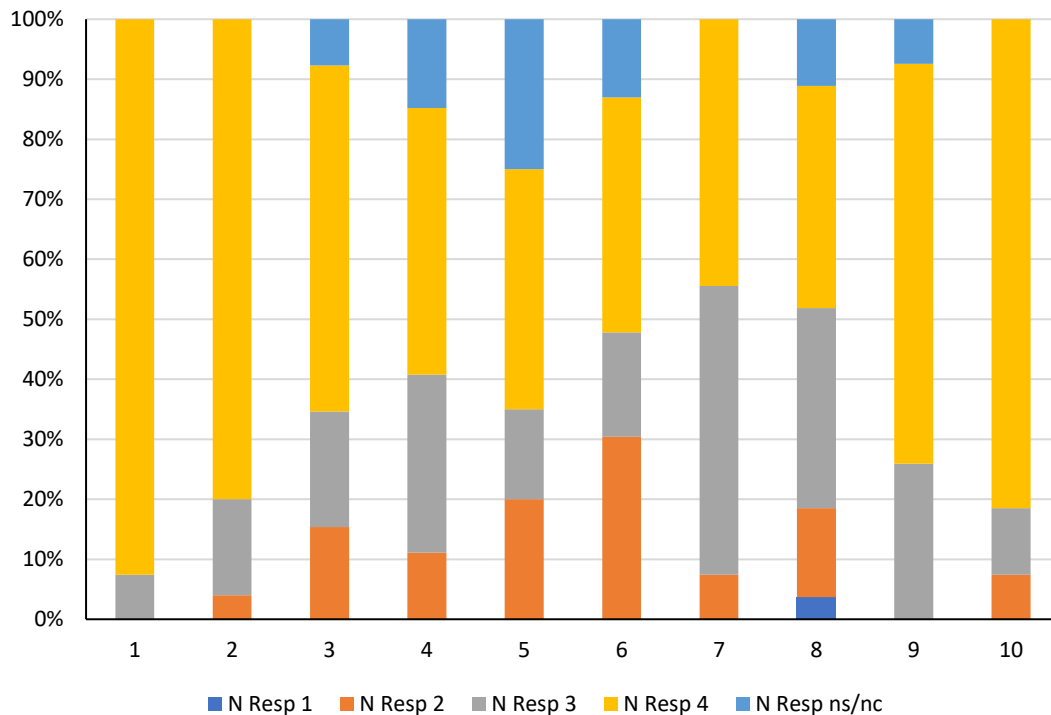


Figura 2. Resultados del cuestionario realizado a los estudiantes

Los resultados demuestran que la formación en el uso del software ha sido satisfactoria tanto para profesores como para estudiantes. Ambos colectivos consideran que el manejo del software es sencillo y que supone una mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. El empleo del software facilita además la adquisición de nuevas competencias por parte del alumnado, incrementa su grado de motivación e implicación en el proceso de enseñanza, y acerca al alumno al contexto real de la gestión en la empresa. Tanto profesores como estudiantes consideran fundamental la enseñanza de este tipo de herramientas en las asignaturas del Grado en Enología y consideran que el aprendizaje de este software fomentará la empleabilidad futura del alumnado.

CONCLUSIONES

La incorporación de este software para la gestión integral de la trazabilidad del viñedo y la bodega ha facilitado el desarrollo de competencias generales y específicas en la gestión de viñedo y bodega, incrementando el grado de motivación del alumnado para adquirir estas competencias.

Después de este proyecto, estas herramientas informáticas pueden considerarse herramientas docentes, que pueden ser utilizadas tanto en el aula como fuera de ella ya que se pueden utilizar desde cualquier dispositivo móvil.

Este tipo de iniciativas suponen un fomento en la relación entre la formación académica universitaria y la desarrollada en otras instituciones o empresas, lo cual supone mejoras en los recursos humanos y materiales de la propia universidad. Asimismo, esperamos que esta iniciativa sirva para fomentar la empleabilidad en el alumnado.

FINANCIACIÓN

Este proyecto ha sido financiado gracias al Proyecto de Innovación Docente titulado “Enseñanza y evaluación de nuevas herramientas informáticas para la gestión integral de

la trazabilidad de viñedos y bodegas”, dentro del “Programa de Formación del Personal Docente e Investigador 2019/2020” de la Universidad de La Rioja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García-Casarejos, N., Gargallo, P. & Carroquino, J. (2018). Introduction of Renewable Energy in the Spanish Wine Sector. *Sustainability*, 10, 3157; doi:10.3390/su10093157

Organización Internacional de la Viña y del Vino (2020). *Actualidad de la coyuntura del sector vitivinícola mundial en 2020*. <https://www.oiv.int/public/medias/7903/actualidad-oiv-de-la-coyuntura-del-sector-vitivin-cola-mundi.pdf>

Ideas alternativas respecto a cambio climático y el adelgazamiento de la capa de ozono: metacognición del alumnado sobre su evolución. Un estudio de caso.

M^a del Carmen Conde Núñez¹, Jin Su Jeong¹, David González Gómez¹ y J. Samuel Sánchez Cepeda¹.

¹Universidad de Extremadura. Facultad de Formación del Profesorado, Cáceres. Área. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Instituto Investigación INPEX. cconde@unex.es; jin@unex.es; dggomez@unex.es; samuel@unex.es

RESUMEN: Siguiendo una secuencia de carácter constructivista en la asignatura Iniciación a la Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (máster de investigación), se plantea recoger parte de los resultados de un estudio de caso con diferentes instrumentos y fases. Se detectan ideas alternativas en torno al cambio climático y al adelgazamiento de la capa de ozono y su evolución, así como algunos aspectos de la metacognición manifestada por el estudiante. Ello nos será de utilidad para seguir avanzando en la investigación y mejora de la propuesta de Enseñanza-Aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, Adelgazamiento de la capa de ozono, Ideas alternativas, Constructivismo, Metacognición.

ABSTRACT: Following a constructivist sequence in the subject “Initiation to Research in Didactics of Experimental Sciences”, of a Research Master’s Degree, it is proposed to collect part of the results of a case study with different instruments and in different phases. In this way, alternative ideas are detected regarding climate change and the thinning of the ozone layer and its evolution, as well as some aspects of the metacognition manifested by the student. This will be useful for us to continue advancing in the investigation and improvement of the Teaching-Learning proposal.

KEYWORDS: Climate change, Ozone layer, Alternative ideas, Constructivism, Metacognition.

INTRODUCCIÓN

En el tercer año de progresión de una propuesta de intervención en el aula para la asignatura de Iniciación a la Investigación, nos planteamos analizar, además de la evolución de alguna de las ideas alternativas, la metarreflexión llevada a cabo por un estudiante, con el fin de mejorar los resultados de la intervención didáctica y de la propia investigación en curso.

MARCO TEÓRICO

Venimos recogiendo los resultados de investigaciones previas (Conde et al., 2021a,b; Jeong et al., 2021), contribuyendo al asentamiento del marco teórico relacionado con las ideas alternativas sobre cambio climático y adelgazamiento de la capa de ozono.

El planteamiento de una propuesta de metodología investigativa para llevar a cabo una secuencia de intervención en la que hacer evolucionar las ideas que llevamos a cabo en la actualidad está basado en Porlán (2018) que incide en la importancia de los contenidos como procesos, y no como productos acabados, destacando la propuesta de una metodología investigativa para lograrlo. El modelo didáctico de investigación es el referente más cercano a la misma (Rivero et al., 2017). García-Rodeja y Lima de Oliveira (2012) recomiendan que el alumnado exprese sus modelos de pensamiento, haciendo explícitas sus ideas, confrontándolas, clarificando así causas y consecuencias de ambos problemas. En relación con la metacognición, Campanario (2000) ya hablaba de que se necesitan investigaciones rigurosas para contrastar la efectividad real de las propuestas en diversas situaciones y con diferentes alumnos. Nos parece que el conocimiento que los estudiantes tienen sobre sus propios procesos de aprendizaje y productos cognitivos nos será de utilidad para investigaciones de este tipo.

OBJETIVO

Analizar la evolución de alguna de las ideas alternativas detectadas recogiendo a la par el proceso de metacognición llevada a cabo en un estudio de caso cuando se implementa una secuencia constructivista sobre la investigación de las ideas de los estudiantes en relación a estos problemas.

METODOLOGÍA

La información que se presenta forma parte de una investigación más amplia de varios cursos (2019-20, 20-21, 21-22) en un máster de investigación en Ciencias Sociales. Hablamos de la metodología a la hora de analizar los resultados y de la metodología llevada a cabo en la intervención didáctica, por su trascendencia para entenderlos.

La investigación con enfoque descriptivo está situada en el paradigma interpretativo, y concretada en un estudio de caso exploratorio. El principal objetivo es, además de extraer los datos gracias a distintos instrumentos, hacer aflorar y explorar los puntos de vista de las personas interrogadas (Mogensen et al., 2007). Para analizar los resultados elegiremos las reflexiones de un estudiante. Este estudio de caso nos ayudará a entender la evolución lograda con la secuencia implementada. Se selecciona la información más relevante de la temática objeto de estudio que el estudiante manifiesta en la respuesta a las preguntas y que, triangulando con algunos otros instrumentos en otras fases, nos servirán para entender la progresión que se va logrando.

Respecto a la metodología llevada a cabo en el aula, de orientación constructivista, se materializó en una secuencia que detallamos a continuación, fijándonos antes en lo que este curso se aportaba de mejora respecto a los dos cursos anteriores. Las lagunas formativas de otros cursos se suplieron facilitándoles que fuesen conscientes de sus ideas alternativas iniciales trabajando con ellas, estableciendo categorías en los mapas, favoreciendo mayor contraste de información expresando sus avances. Teniendo en cuenta los resultados previos (Conde et al., 2021a,b) se confrontaron en grupo trabajando con información clave para hacerlas avanzar, seleccionada de Koulaidis y Christidou (1999). A los materiales aportados en clase se añadieron los vídeos de Fernando Valladares, investigador/comunicador del CSIC (Valladares, 2021). También se les facilitaron los resultados de los cuestionarios para detectar las ideas previas llevado a cabo a principio de curso. Se partió de preguntas que forman parte de las actividades de metarreflexión: ¿Cuáles son las Ideas alternativas de las que sois conscientes? Añade el material o actividad de clase que te ha hecho ser consciente de la misma. ¿En qué han cambiado tus ideas iniciales y por qué? ¿Qué ideas no han cambiado y cuáles crees que

son las razones? La secuencia de actividades desarrollada para resolver las preguntas, y que les permite avanzar respecto a las lagunas detectadas en la investigación ha sido similar al curso anterior (Conde et al., 2021a,b) con aquellas nuevas incorporaciones detalladas anteriormente:

1- Actividades de iniciación/motivación. 2- Actividades sobre ideas previas del alumnado. 3- Actividades de información/contraste. 4- Síntesis y conclusiones. 5- Actividades de metarreflexión.

RESULTADOS

Los resultados los vamos a centrar en ver la evolución de las ideas alternativas que manifiesta un estudiante a lo largo del proceso. El análisis de los datos se realizará en distintas fases (Ver tabla 1) y en torno a dos de las categorías seleccionadas (Ver tabla 2).

Tabla 1. Fases y fuentes para la obtención de datos.

Fases	Fuentes
Fase previa	Cuestionario inicial individual y Mapa conceptual grupal
Fase intermedia	Análisis de ideas previas
Fase final	Cuestionario final y Mapa conceptual final Preguntas de metarreflexión/metacognición

Tabla 2. Categorías y descripción de las mismas.

Categorías	Descripción
Ideas alternativas	Se refiere a las ideas alternativas manifestadas no acordes a lo científicamente correcto. Nos centramos en dos de ellas. La primera: pensar que un problema va ligado al otro (en el caso de cambio climático y adelgazamiento de la capa de ozono), y la segunda: pensar que a los océanos, en relación al cambio climático, solo les afectará el factor relativo a la subida de temperatura.
Cambio o evolución de las ideas	Se refiere a lo que piensan los estudiantes sobre cómo ha sido la evolución de sus ideas. Han expresado el cambio de forma global y no idea por idea.

Análisis de ideas alternativas previas por fases.

Fase previa.

Idea alternativa 1ª: En el cuestionario inicial individual realizado al inicio del curso, respondiendo a la pregunta redactada así: *En la siguiente afirmación “el incremento del agujero de 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.* El estudiante manifestó que estaba muy de acuerdo con la afirmación, lo que nos hace ver que tenía la idea alternativa de pensar que un problema y otro iban ligados.

En el mapa conceptual inicial del grupo (Ver figura 1a), al que pertenecía ese estudiante, no se refleja esa idea alternativa, aunque sí asocia la radiación ultravioleta con el cambio climático, lo que nos dio detalles de que los aspectos que tienen que ver con uno y otro problema son en muchos casos confusos.

Idea alternativa 2ª: En la fase previa no recogimos datos a través del cuestionario respecto al papel de los océanos en el problema; en el mapa conceptual inicial (Ver figura 1a), el grupo en el que se encuentra el estudiante refleja que el problema del cambio climático está también localizado en los “mares”.

Fase intermedia.

Idea alternativa 1ª: En la actividad *Ideas Alternativas sobre Cambio climático y adelgazamiento de la capa de ozono* solicitada de forma individual el estudiante. El mismo manifiesta tener la primera idea alternativa expresándolo de la siguiente forma: “El calentamiento es consecuencia del adelgazamiento de la capa de ozono”.

A continuación, el estudiante, después de su búsqueda en fuentes documentales y de realizar las actividades planteadas en clase hace evolucionar la misma indicando: “en la diapositiva 11 se explica que la causa es que el alto nivel de gases de efecto invernadero en la troposfera hace que la radiación solar salga más lentamente de la atmosfera y esto es lo que provoca la subida de la temperatura del Planeta”.

En Idea alternativa 2ª: En esta fase sí se recoge la idea alternativa previa: “El calentamiento global solo afecta a la temperatura de los océanos” y los hallazgos que la han hecho evolucionar cuando manifiesta: “También sube la acidificación de los océanos y se ralentiza la circulación termohalina”. (Vídeo 1, 2 y diapositiva 29)

Fase final.

Para la idea alternativa 1, el cuestionario refleja la evolución del estudiante. Pasa a estar muy en desacuerdo con la afirmación, desligándose de esa idea alternativa. El cuestionario actual no recoge nada sobre la afectación del cambio climático a los océanos (idea alternativa 2), por lo que por esa vía no lo podemos detectar. Encontramos con ello una carencia en el cuestionario que podría mejorar.

Donde podemos ver la evolución de esta idea es en el mapa conceptual final (Ver figura 1b), puesto que aparece detallado en estos términos en la categoría de consecuencias: “la ralentización de las corrientes termohalinas y la acidificación de los océanos, junto al aumento de su temperatura”.

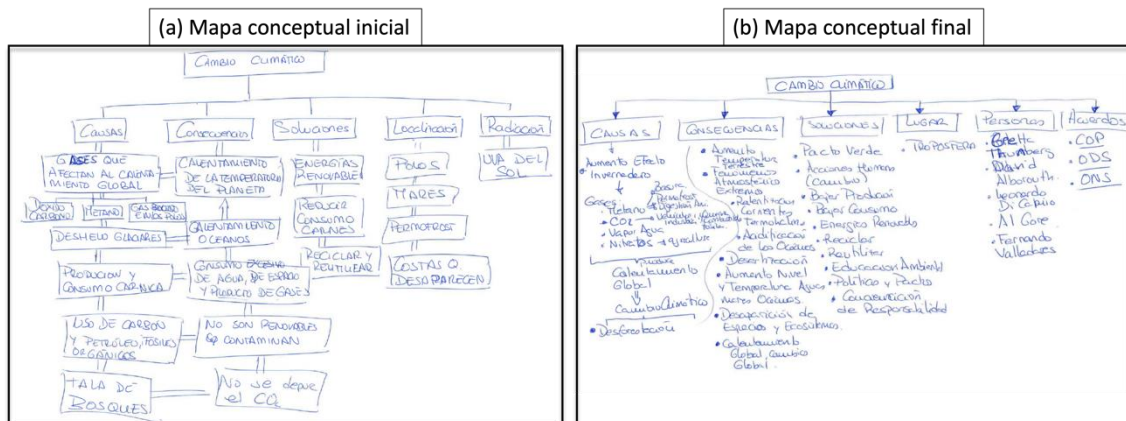


Figura 1. Mapa conceptual inicial (a) y final (b) sobre cambio climático.

Cambio o evolución de sus ideas.

Ante las preguntas planteadas en el trabajo final, el estudiante responde reflejando con ello cómo piensa que ha sido su evolución.

¿En qué han cambiado mis ideas iniciales y por qué?

“A lo largo de la asignatura hemos ido trabajando todas las ideas que tuvimos al principio mediante diferentes ejercicios y esto ha influido de forma directa en una evolución de algunos de mis esquemas mentales que me permiten observar el objeto de estudio de una forma más acertada. A través de los videos de Valladares, las explicaciones de la profesora o el juego de las tarjetas, pude encontrar ideas alternativas que tenía y corregirlas. Todo esto ha sido posible

gracias a poder trabajar esta serie de problemáticas en el ámbito universitario, lo que habla muy bien del impacto que tienen este tipo de asignatura en la educación. Pero además de corregir algunos de mis pensamientos erróneos, también he adquirido muchos conocimientos que no tenía antes de cursar la asignatura”

¿Qué ideas no han cambiado y cuál creo que es la razón de que no se haya realizado dicho cambio?

“Existen ideas previas que han seguido manifestándose en la clase aún tras la realización de todo este proceso de identificación y transformación de ideas previas. Creo que la razón es principalmente el arraigo tan grande que algunas ideas puedan tener dentro de nuestro raciocinio, es decir, que la lógica es tan clara para nosotros que nuestros esquemas mentales se paran ante este peso que una y otra vez va a hacer que resolvamos con la misma solución de pensamientos, aun sabiendo que realmente no sean fieles a la realidad. Pero también considero que puede existir una falta de atención completa en ciertos momentos durante proceso de enseñanza-aprendizaje. También la falta de consideración en relación con la importancia o pertinencia y motivación que se tenga sobre el tema pues existe una fuerte idea de lejanía en las consecuencias de estas problemáticas y un fuerte arraigo a la situación de comodidad en la que nuestros estilos de vida se basan que hace pensar que una solución desde nuestra acción sea la muerte de nuestra razón de ser actual, es decir, no nos compensa hacer este esfuerzo”.

El estudiante, en estas y otras reflexiones interesantes recogidas, es consciente de su evolución y de los frenos que pueden existir para avanzar. Las preguntas le han ayudado para plasmar cómo han sido los procesos y los productos cognitivos. Lo reflejado nos ayuda como docentes e investigadores a plantear cuestiones no sólo para detectar las ideas y hacerlas evolucionar, sino también a diseñar intervenciones que solventen esa idea de lejanía y desvinculación respecto a estos problemas.

CONCLUSIONES

Vemos, a través de este estudio de caso, cómo el estudiante ha logrado una evolución conceptual respecto a las dos ideas alternativas en las que nos hemos centrado. También logra una evolución metacognitiva, manifestando conocer las razones de su progreso, así como las posibles limitaciones.

Se requieren distintos instrumentos para detectar las ideas, y utilizarlos en distintos momentos con el fin de que no solamente sirvan para detectarlas, sino para expresarlas, discutir en torno a ellas, contrastarlas en distintos momentos y avanzar en su estudio complejo haciéndolas así evolucionar. La ampliación a fuentes documentales de carácter científico-divulgador (como los vídeos del investigador del CSIC, y gran comunicador, Fernando Valladares, recogidos en su página web) han permitido avanzar en el entendimiento de las causas y consecuencias de estos problemas y con ello de bastantes ideas alternativas, además de a estimular el interés. Algunas de ellas se han detectado gracias al seguimiento de los trabajos del alumnado utilizando instrumentos de distinto tipo. Estas ideas alternativas encontradas en este análisis servirán para diseñar preguntas que las puedan detectar también en el cuestionario inicial. Las preguntas del apartado de metarreflexión son interesantes para ver la profundidad y desarrollo metacognitivo alcanzado por los estudiantes. Dedicar atención al análisis de estas preguntas, como investigadores, nos está proporcionando información sobre ello y nos hace constatar la importancia de continuar en las líneas de la intervención diseñada estos años por los avances que permite.

Ante un problema ambiental como el cambio climático, se requieren distintas formas de abordarlo en una intervención en el aula de cara a lograr un acercamiento más global al problema haciendo evolucionar las ideas, necesitamos seguir profundizando en ello.

LIMITACIONES Y OPCIONES DE FUTURO

Aunque pensábamos ampliar los mapas conceptuales para relacionar el cambio climático con más problemas ambientales, esto no ha sido factible por el tiempo que habría que dedicar. Creemos que podría hacerse este trabajo eligiendo por grupos una temática o problema ambiental concreto buscando las relaciones con el cambio climático, teniendo en cuenta los niveles global, regional y local, así como distintas dimensiones relacionadas. Estas actividades autónomas, ampliarían el contraste con otros enfoques necesarios para alcanzar una visión más global. Para relacionar todas estas cuestiones con los aspectos de investigación, el cuestionario debe ampliar más aspectos que no presenta, y reformular algunas de las preguntas. Las cuestiones actitudinales y las emociones ligadas a estos temas son igualmente un campo necesario para seguir enriqueciendo la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del Proyecto IB18004, financiado por la Junta de Extremadura y el “FEDER Una manera de hacer Europa”, así como del proyecto PID2020-115214RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campanario, J.M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 369-380.
- Conde, C., Jeong, J.S., González-Gómez, D. y Sánchez, J.S. (2021a). Evolución de las ideas en torno al Cambio Climático y Adelgazamiento de la Capa de Ozono en un grupo de alumnos de Master de Investigación. *Comunicación en los 29 Encuentros de DCE*. Córdoba (2021).
- Conde, M.C., Sánchez, J.S., González-Gómez, D. y Jeong, J.S. (2021b). Propuesta de intervención en una asignatura de máster. Investigación de ideas alternativas sobre cambio climático y adelgazamiento de la capa de ozono. *Comunicación en el XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Lisboa (2021).
- García-Rodeja, I. y Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio en los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 195-218.
- Jeong, J.S., González-Gómez, D., Conde, M.C., Sánchez-Cepeda, J.S. e Yllana-Prieto, F. (2021). Improving Climate Change Awareness of Preservice Teachers (PSTs) through a University Science Learning Environment. *Education Sciences*, 11, 78.
- Koulaidis, V. y Christidou, V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education*, 83(5), 559-576.
- Mogensen, F., Mayer, M., Breiting, S. y Varga, A. (2007). *Educació per al desenvolupament sostenible: tendències, divergències i criteris de qualitat*. Editorial Graó.
- Porlán, R. (2018). Didáctica de las Ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Síntesis.

Valladares, F. (2021). *Videos sobre Cambio climático*. <https://www.valladares.info/cambio-climatico/>

Errores de los estudiantes de tercer curso del grado de educación infantil y primaria. Idoneidad de la escala Likert para valorarlos

Alicia Jurado López¹, Alberto Membrillo del Pozo², Manuel Mora Márquez³.

¹Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Córdoba. alicia.jurado@uco.es

²Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Córdoba. b72depoa@uco.es

³Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Córdoba. q82momam@uco.es

RESUMEN: En este trabajo se estudia la idoneidad del empleo de una escala de valoración tipo Likert para evaluar los conceptos que el alumnado que accede al tercer curso de los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria conserva de su paso por anteriores etapas académicas. Mediante el instrumento de medida diseñado, se observa que el alumnado acarrea lagunas importantes en cuanto a sus conocimientos relacionados con la materia y sus propiedades.

PALABRAS CLAVE: escala Likert, fiabilidad, errores conceptuales.

ABSTRACT: This paper studies the suitability of a Likert-type assessment scale to evaluate the concepts that students entering the third year of Early Childhood Education and Primary Education retain from their previous academic stages. Through the designed measuring instrument, it is observed that the students carry important gaps in terms of their knowledge related to matter and its properties.

KEYWORDS: Likert scale, reliability, misconceptions.

INTRODUCCIÓN

Cuando los estudiantes de Grado acceden a la Universidad, traen consigo una serie de conocimientos que han ido adquiriendo a lo largo de su formación académica anterior. No podemos, por tanto, considerarlos una “mente en blanco” lista para recibir y aceptar los conocimientos que se les vayan a transmitir (Campanario y Otero, 2000; Driver y Esley, 1978; Driver, 1988). Todos los estudiantes de los Grados en Educación Infantil y en Educación Primaria han cursado Enseñanzas Medias donde estudiaron materias del ámbito de la Ciencias Experimentales como Biología y Geología, Física y Química y Tecnología. Sin embargo, tampoco podemos suponer que en su momento comprendieron y asumieron todos los conceptos que se trataron: bien por olvido, bien porque el aprendizaje no fuese realmente significativo o bien porque las ideas previas que se formaron en un contexto no académico sigan prevaleciendo (Osborne, Bell y Gilbert, 1983) –o más probablemente por una mezcla de todos estos factores–, lo cierto es que es muy probable que los conceptos estudiados se hayan difuminado significativamente en las mentes de nuestro alumnado.

Para poder valorar los conceptos que conserva el alumnado con el que vamos a trabajar, necesitamos un instrumento de medición. En las Ciencias Experimentales se cuenta con instrumentos de medida que permiten obtener un valor numérico para la magnitud en

estudio. Cuando lo que se quiere estimar no es una magnitud física, el investigador debe construir un instrumento que le permita estimar los conceptos teóricos de su interés en función de unos indicadores empíricos (López-Roldán y Fachelli, 2015). El instrumento que se diseñe debe demostrar que es fiable. La fiabilidad es la propiedad que valora la consistencia y precisión de la medida (Barrios y Cosculluela, 2013, p. 75). La fiabilidad de un instrumento de medida puede evaluarse mediante diferentes métodos, siendo los más comunes el coeficiente test-retest, las formas paralelas, o la consistencia interna mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach (Rodríguez-Rodríguez y Reguant-Álvarez, 2020).

OBJETIVOS

Averiguar lo que nuestro alumnado sabe sobre las propiedades de la materia, teniendo en cuenta que estos contenidos han debido de ser estudiados con anterioridad en su historial académico, concretamente en los cursos de segundo y tercero de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y evaluar la fiabilidad del instrumento de medida diseñado a tal efecto.

METODOLOGÍA

Para averiguar el grado de conocimiento del alumnado en el bloque de conceptos relacionado con la materia y sus propiedades, se ha diseñado una escala de clasificación de tipo Likert, con cinco categorías de respuesta, siendo 1 “totalmente en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”. Este cuestionario se ha entregado a 168 alumnos y alumnas de tercer curso del Grado en Educación Infantil, así como a los del mismo curso del Grado en Educación Primaria antes de comenzar a impartir las asignaturas de Didáctica del Medio Ambiente y Didáctica de las Ciencias Experimentales, respectivamente.

La distribución de las alumnas y alumnos por asignaturas se muestra en la Figura 1.

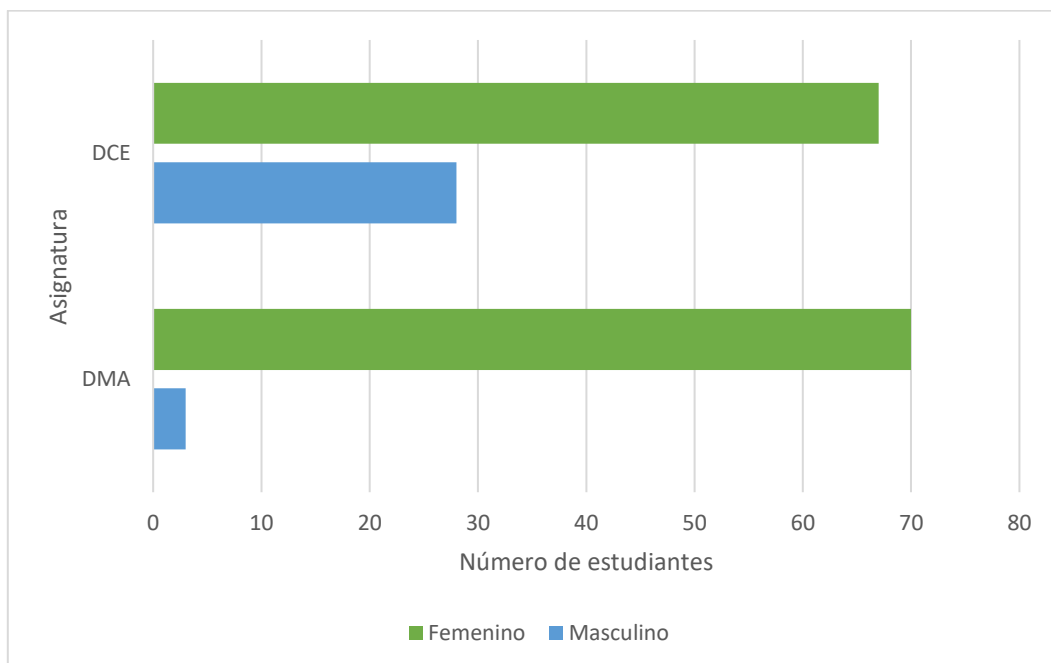


Figura 1. Distribución de las alumnas y los alumnos de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) del Grado en Educación Primaria y Didáctica del Medio Ambiente (DMA) del Grado en Educación Infantil.

Las preguntas del cuestionario, que estaban contextualizadas en situaciones cotidianas y se podían agrupar en cinco bloques temáticos, se relacionan en la Tabla 1 junto con la frecuencia de las respuestas obtenidas:

Tabla 1. Preguntas del cuestionario clasificadas por bloques temáticos y frecuencia de las respuestas obtenidas.

CUESTIONARIO SOBRE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS PREVIOS DE LOS ESTUDIANTES DE TERCERO DE GRADO DE EDUCACIÓN					
	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
	1	2	3	4	5
BLOQUE 1. ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA					
Los estados fundamentales de la materia son sólido, líquido y gaseoso	2	5	7	34	120
Los cambios entre los estados de la materia se deben a los cambios de presión y temperatura en los que se encuentran	0	5	26	48	89
El agua en estado sólido tiene forma fija	10	8	13	23	114
El agua en estado líquido tiene forma fija	120	19	17	4	8
El agua en estado gaseoso tiene forma fija	123	17	21	4	3
El agua en estado sólido varía su forma dependiendo del recipiente que la contiene	86	15	17	15	35
El agua en estado líquido varía su forma dependiendo del recipiente que la contiene	4	5	7	14	138
El agua en estado gaseoso varía su forma dependiendo del recipiente que la contiene	31	15	17	24	81
El agua en estado sólido tiene un volumen fijo	12	4	18	29	105
El agua en estado líquido tiene un volumen fijo	32	11	20	21	84
El agua en estado gaseoso tiene un volumen fijo	73	23	28	14	30
BLOQUE 2. DENSIDAD					
La densidad del agua del grifo es menor que la densidad que un huevo	32	10	31	16	75
La densidad del agua del grifo es mayor que la densidad que un huevo	79	18	31	7	31
La densidad del agua del grifo es igual que la densidad que un huevo	100	23	34	5	5
La densidad del agua del grifo con mucha sal es menor que la densidad que un huevo	92	24	19	5	26
La densidad del agua del grifo con mucha sal es mayor que la densidad que un huevo	25	7	22	20	93

La densidad del agua del grifo con mucha sal es igual que la densidad que un huevo	95	26	24	8	10
BLOQUE 3. PROPIEDADES DE LA MATERIA					
Un aislante térmico es capaz de soportar temperaturas muy altas y muy bajas sin dilatarse ni transmitir el calor	3	5	20	38	102
BLOQUE 4. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS					
Para la eliminación de arenas u otros residuos sólidos de pequeño tamaño utilizaría la decantación	91	21	18	13	25
Para la eliminación de arenas u otros residuos sólidos de pequeño tamaño utilizaría la filtración	14	5	19	22	108
Para la eliminación de arenas u otros residuos sólidos de pequeño tamaño utilizaría la evaporación	110	17	22	4	13
Para la eliminación de los líquidos de menor densidad que no se mezclan con el agua, como aceites y grasas utilizaría la decantación	25	9	16	16	101
Para la eliminación de los líquidos de menor densidad que no se mezclan con el agua, como aceites y grasas utilizaría la filtración	103	14	16	13	22
Para la eliminación de los líquidos de menor densidad que no se mezclan con el agua, como aceites y grasas utilizaría la evaporación	88	18	32	5	25
Para el secado de los residuos que se obtienen en la depuradora antes de ser tratados como residuos sólidos utilizaría la decantación	97	17	26	10	15
Para el secado de los residuos que se obtienen en la depuradora antes de ser tratados como residuos sólidos utilizaría la filtración	92	20	28	10	17
Para el secado de los residuos que se obtienen en la depuradora antes de ser tratados como residuos sólidos utilizaría la evaporación	22	12	23	15	95
BLOQUE 5. TRANSFORMACIONES DE LA MATERIA					
La mezcla de los materiales que componen la cerámica supone un cambio físico	67	22	27	17	32
La mezcla de los materiales que componen la cerámica supone un cambio químico	26	8	22	21	90
El amasado de los materiales hasta conseguir una pasta	21	7	20	19	99

homogénea supone un cambio físico					
El amasado de los materiales hasta conseguir una pasta homogénea supone un cambio químico	80	24	15	17	31
El moldeado para dar la forma deseada a una cerámica supone un cambio físico	5	5	13	19	125
El moldeado para dar la forma deseada a una cerámica supone un cambio químico	123	20	17	6	1
El secado de una mezcla para hacer cerámica hasta eliminar el exceso de agua supone un cambio físico	56	12	23	21	54
El secado de una mezcla para hacer cerámica hasta eliminar el exceso de agua supone un cambio químico	43	18	21	14	70
La cocción a más de 1000°C para que la cerámica cristalice supone un cambio físico	79	11	22	14	41
La cocción a más de 1000°C para que la cerámica cristalice supone un cambio químico	21	12	19	15	100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para estudiar los errores cometidos por los estudiantes al contestar las preguntas del cuestionario, se han promediado las 168 respuestas y se ha calculado el error relativo en tanto por ciento. El porcentaje de error cometido en cada pregunta se muestra en la Figura 2.

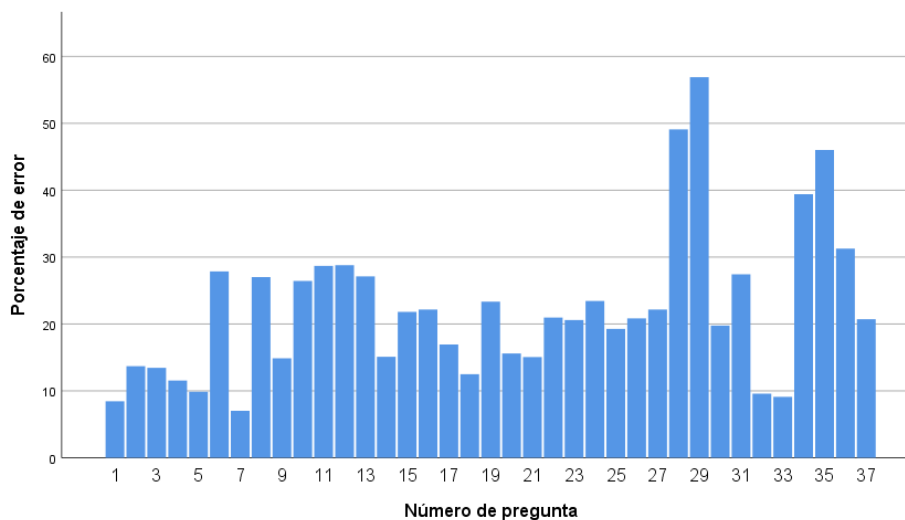


Figura 2. Porcentaje de error cometido por los estudiantes del 3º curso de los Grados en Educación Infantil y en Educación Primaria a preguntas del cuestionario.

El mayor porcentaje de error se produce, fundamentalmente, en las preguntas 28-29 y 34-35. En las preguntas 28-29 se pide al alumnado clasificar el proceso de mezcla de los materiales que componen la cerámica como cambio físico o químico y, como se observa

en la Figura 2, son muchos los que creen que se trata de un cambio químico. También hay muchas dudas sobre si el secado es una transformación física o química.

Por otro lado, independientemente de si se conoce la respuesta o no, las contestaciones al cuestionario deberían ser únicamente las puntuaciones 5 o 1, dependiendo de si las afirmaciones nos parecen correctas o falsas, respectivamente. Sin embargo, hay gran cantidad de respuestas intermedias que carecen de sentido en este contexto. A nuestro parecer, estas respuestas intermedias ponen de manifiesto las dudas del alumnado con respecto a los temas sobre los que se les está preguntando, no atreviéndose muchos de ellos a contestar categóricamente. Esta paradoja nos lleva a preguntarnos si este tipo de cuestionario es el más indicado cuando las respuestas son binarias. Con objeto de comprobar la idoneidad de la escala Likert para evaluar los conocimientos iniciales del alumnado, realizamos un análisis de fiabilidad del cuestionario estimando su consistencia interna mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un valor que permite aceptar la fiabilidad del instrumento (Barrios y Cosculluela, 2013). El resultado de este análisis se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del análisis de la fiabilidad del cuestionario Likert mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	Número de elementos
0.811	0.882	37

La principal conclusión de este estudio es la aplicabilidad de la escala Likert como método de análisis en la valoración de los conocimientos científicos previos de los estudiantes que acceden al tercer curso del Grado de Educación.

Por otro lado, este instrumento de medida nos ha proporcionado información sobre los errores conceptuales y/o la inseguridad que acarrearán nuestros alumnos en cuanto a sus conocimientos sobre la materia, sus propiedades y transformaciones. Errores muy significativos en muchos casos que abren la puerta a reflexionar sobre si los itinerarios de acceso de nuestro alumnado al Grado han sido los idóneos. En este sentido, parece interesante hacer un estudio sistemático con un plazo de ejecución mayor para obtener conclusiones más sólidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, M., y Cosculluela, A. (2013). Fiabilidad. En J. Meneses (coord.), *Psicometría* (pp. 75–140). UOC.
- Campanario J. M., y Otero J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 155–169.
- Driver, R., y Esley, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61–84.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista del desarrollo Curricular en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109–120.
- López-Roldán, P., y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. UAB.

- Osborne, R. J., Bell, B. F. y Gilbert J. K. (1983). Science Teaching and Children's Views of the World, *European Journal of Science Education*, 5(1), 1–14.
- Rodríguez-Rodríguez, J., y Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1–13.

La metodología didáctica ‘Proceso de Diseño en Ingeniería’ en la enseñanza STEM

Jesús Ángel Meneses Villagrà¹, María Diez Ojeda².

¹ Facultad de Educación Universidad de Burgos. meneses@ubu.es.

² Facultad de Educación Universidad de Burgos. mdojeda@ubu.es.

RESUMEN: Se ha implementado la metodología didáctica ‘Proceso de Diseño de Ingeniería’ durante dos cursos académicos para enseñar a futuros maestros de educación primaria contenidos STEM. Los resultados obtenidos muestran indicios de que esta metodología permite desarrollar progresivamente las competencias que caracterizan las prácticas habituales de los científicos e ingenieros.

PALABRAS CLAVE: metodología indagatoria, STEM, proceso de diseño de ingeniería.

ABSTRACT: The didactic methodology "Engineering Design Process" has been implemented for two academic years to teach future teachers of primary education STEM content. The results obtained show evidence that this methodology allows the progressive development of the skills that characterize the usual practices of scientists and engineers.

KEYWORDS: Inquiry methodology, STEM, Engineering design process.

INTRODUCCIÓN

Para ayudar a construir y mantener comunidades de alta calidad y a mejorar la vida de todos durante el presente siglo se requiere de ciudadanos con habilidades críticas para utilizar las tecnologías que de modo continuo están surgiendo y de las que dependemos; tecnologías que requieren de conocimientos y capacidades específicas relacionados principalmente con las disciplinas ciencia, ingeniería, matemáticas y tecnología. Por esta razón, implementar una educación integrada STEM debe ser un objetivo primordial para las naciones que quieran ser competitivas o mantener su competitividad, ya que se ha demostrado que favorece el desarrollo de las habilidades de pensamiento y razonamiento crítico, trabajo en equipo, resolución de problemas actuales y creatividad, que son capacidades esenciales para que todos los ciudadanos tengan más oportunidades y aporten al desarrollo y aplicación de avances científicos y tecnológicos (Fumec, 2013).

¿Cómo implementar el enfoque STEM en los niveles de la enseñanza obligatoria? Responder a esta pregunta no es nada fácil, pues los currículos desde hace mucho tiempo están diseñados con demasiadas asignaturas específicas y los docentes han recibido una formación muy disciplinar. Se requerirá formar a los actuales y futuros profesores en competencias de carácter más genérico y elaborar nuevos recursos didácticos (libros, materiales didácticos, software, etc.) que aborden las problemáticas actuales desde un punto de vista multidisciplinar, para que a su vez puedan ayudar a sus estudiantes a desarrollar las competencias clave que demanda la sociedad actual.

Una enseñanza centrada en la realización de continuas y diferentes prácticas indagatorias creemos que ayuda a que los alumnos progresivamente vayan sabiendo STEM, sabiendo a hacer STEM y sabiendo sobre STEM. Mediante actividades propias de la metodología indagatoria, los estudiantes deberían *desarrollar habilidades* para identificar preguntas o necesidades, emitir hipótesis, hallar formas de recolectar datos mediante la observación y la medición, analizar e interpretar las evidencias encontradas y participar en la discusión

sobre los hallazgos y el proceso seguido para llegar a la respuesta a las preguntas o necesidades. Además, las metas de aprendizaje en cualquier ámbito comprenden el *desarrollo de actitudes*.

Es preciso que los estudiantes aprendan lo que es la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática participando directamente en un conjunto de prácticas (DeBoer,1991), las cuales les da una apreciación de la amplia gama de enfoques que se utilizan en las ciencias para investigar, modelar y explicar el mundo (Nercessian, 2008); y en las ingenierías para diseñar, construir y evaluar los productos que satisfagan las necesidades humanas. A través de estas prácticas se desarrollan las competencias STEM.

El grupo de investigación de enseñanza de las ciencias de la universidad de Burgos (GIEC-UBU) desde hace varios años está estudiando cómo llevar a cabo enfoques STEM indagatorios en la educación primaria utilizando dos metodologías didácticas, la *enseñanza basada en la indagación* y el *proceso de diseño en ingeniería* (PDI). En la página web <http://www.webciencia.es/> se muestran más de treinta ejemplos de indagaciones y diseños ingenieriles sobre distintas temáticas científicas contempladas en el currículo de educación primaria.

En el presente trabajo nos referimos a la metodología PDI, destacaremos sus características esenciales, las fases que se siguen en la implementación y algunos avances de resultados obtenidos con futuros maestros de educación primaria en cuanto al desarrollo de competencias tecnocientíficas

METODOLOGÍA DEL PROCESO DE DISEÑO DE INGENIERÍA

La metodología PDI estimula a los estudiantes a crear y desarrollar una solución práctica para problemas de la vida real, de forma análoga a como los ingenieros trabajan, aunque en el contexto de un aula. Existen muchas variantes de esta metodología en función del modelo que se utilice para describir el proceso de ingeniería. Los modelos varían en detalles y estructura, pero la mayoría tienen unas mismas etapas básicas. En este proceso, los estudiantes comienzan definiendo el problema o la necesidad, realizan investigaciones de antecedentes, desarrollan múltiples posibles soluciones, construyen y crean un prototipo, recogen datos y lo evalúan, lo rediseñan y mejoran y, por último, comunican la solución adoptada. Como puede verse, esta metodología es muy parecida al método científico, pero durante el PDI el foco es el desarrollo de soluciones prácticas (tanto en la forma de diseño, prototipo, o modelo), por lo que los equipos de estudiantes prueban sus propias ideas basadas en la investigación, toman diferentes enfoques, cometen errores, aceptan y aprenden de ellos, y vuelven a intentarlo.

Nosotros utilizamos en la formación de futuros Maestros de Educación Primaria el modelo de *proceso de diseño de ingeniería* EiE (2019), siguiendo las cinco etapas que se representan en la figura 1, donde proponemos a los estudiantes que planifiquen, piensen y compartan opiniones justificadas sobre el modo de resolver un problema o necesidad que les planteamos o ellos mismos se la plantean.

Las actividades del proceso de diseño comienzan con el reconocimiento o *identificación* de un *problema* y o una *necesidad*, determinando las especificaciones y restricciones del producto y analizando la factibilidad o posibilidad de éxito de la solución. Para facilitar el análisis del problema o necesidad se recomienda que los alumnos elaboren una lista de control tanto de los requisitos como de las limitaciones que se plantean o materiales que deben utilizar. De esta forma el docente puede verificar que han comprendido la necesidad a cubrir y están teniendo en cuenta sus limitaciones, y a la vez a los alumnos

les ayudará a reflexionar y a tener disponible esta información a lo largo de todo el proceso.

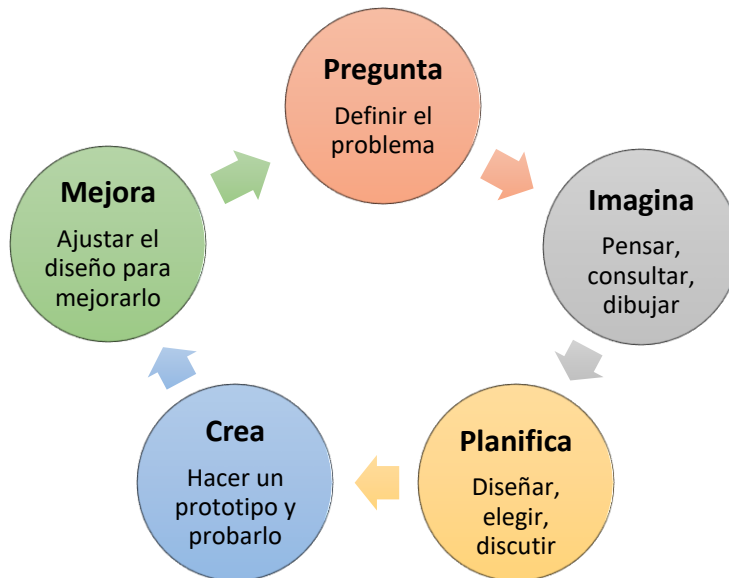


Figura 1. Etapas del Proceso de Diseño de Ingeniería

En la segunda etapa *Imaginar* se reúne la información y los datos que se precisan para dar una respuesta al problema o necesidad; mediante la exploración de las fuentes bibliográficas, preguntas sobre conocimiento científicos y tecnológicos y una lluvia de ideas se recopilan las soluciones más creativas.

En la fase de *planificación* o diseño se selecciona la idea más prometedora, se toman decisiones sobre los materiales idóneos, las dimensiones del producto, los costos y el procedimiento que se va a seguir para su montaje y funcionamiento. Para facilitar las decisiones se usan modelos y/o dibujos de bocetos, de tal forma que los alumnos, a la par que verifican la viabilidad de la solución, visualicen las posibles dificultades que se pueden encontrar en su ejecución.

En la etapa *Crear*, los estudiantes proceden a construir el prototipo, siguiendo el procedimiento establecido en la fase de diseño. Lo habitual es encontrar dificultades que no se habían tenido en cuenta y que habrá que subsanar. Incluso después de probarlo es probable que no se obtengan los resultados esperados, debido a que el diseño planteado no responde a la solución esperada o a errores en el proceso de ejecución del prototipo.

En la última fase *Mejorar*, se evalúa si el prototipo desarrollado cumple con los requisitos y satisface las necesidades que se plantearon en la primera fase. Se analiza el prototipo, se identifican sus puntos débiles y se plantean posibles mejoras y modificaciones. Puede que se requiera volver a la fase de diseño para localizar el defecto o corregir lo que sea necesario para conseguir una mejor calidad en el prototipo final.

En el link ‘Método Ingenieril’ de la página web <http://www.webciencia.es/> pueden verse ocho ejemplos de proyectos realizados por futuros maestros utilizando la metodología PDI sobre las temáticas: fuerzas, electricidad, luz, calor, flotación y energía.

RESULTADOS Y COMENTARIOS

Durante los últimos dos Cursos hemos implementado la metodología *proceso de diseño ingenieril* con estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria. Inicialmente se

les explica las características y etapas de la metodología didáctica y se les presenta un ejemplo de cómo se planifica y desarrolla el proceso de diseño ingenieril en un aula con niños de educación primaria. Después, se les propone que planifiquen -en grupos de cuatro personas- una secuencia didáctica con enfoque STEM siguiendo las etapas del PDI sobre una temática científica concreta y que diseñen y construyan distintos prototipos que respondan a un problema o necesidad planteada, hasta llegar a la solución óptima, teniendo en cuenta los requisitos y limitaciones que previamente se establecen. Y, por último y ahora de modo individual, se les manda realizar otra propuesta didáctica con metodología PDI para ser implementada en un curso cualquiera de educación primaria. Todos los trabajos realizados por los estudiantes son presentados por los grupos al resto de la clase y algunos de ellos en otras aulas.

Para la evaluación de las competencias científicas hemos elaborado y aplicado un instrumento propio, adaptado del *New Practical Test Assessment Inventory* (Tamir *et al.*, 1982) y del NPTAI (Ferrés *et al.*, 2015), que contempla varias de dimensiones y que puede aplicarse en el contexto de la educación primaria. Dividimos los elementos del proceso de indagación en cinco competencias científicas: a) identificación y enunciado de preguntas científicamente orientadas, b) formulación de las ideas de los estudiantes como respuestas tentativas a las preguntas planteadas a modo de conjeturas o hipótesis, c) planificación y realización de diseños experimentales, d) capacidad para vincular explicaciones de las experiencias al conocimiento científico y e) saber resumir, comunicar y argumentar los resultados y el proceso indagatorio. En el Anexo A se presenta, por problemas de espacio, solo una parte de nuestra rúbrica para analizar las competencias científicas anteriores y los indicadores que hemos considerado.

Hasta el momento se han analizado 38 secuencias didácticas PDI realizadas por maestros en formación y presentadas a sus compañeros. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos sobre el nivel de desarrollo al que han llegado en las cinco competencias evaluadas mediante la rúbrica mencionada anteriormente.

Tabla 1. Nivel de desarrollo alcanzado por 38 futuros maestros en las cinco competencias tecnocientíficas evaluadas.

COMPETENCIA TECNOCIENTÍFICA	NIVEL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA (indicadores de la Rúbrica)				
	1 <i>Muy bajo</i>	2 <i>Baj</i>	3 <i>Regular</i>	4 <i>Alto</i>	5 <i>Muy alto</i>
Identificar problemas o necesidades de una situación problematizadora	0	6	7	17	8
Exponer ideas coherentes o formular suposiciones fundamentadas	3	10	11	12	2
Diseñar y planificar experimentos o artefactos.	4	11	13	10	0
Probar, tomar y analizar datos, detectar errores y proponer mejoras, elaborar conclusiones.	1	8	19	9	1
Comunicar la propuesta indagatoria PDI.	0	5	10	18	5

Varias son las conclusiones que podemos destacar después de dos cursos de implementación de la metodología PDI con futuros maestros de educación primaria. Las competencias que más han sido capaces de desarrollar los estudiantes de la muestra son las de identificar problemas o necesidades reales de su entorno, exponer ideas cada vez más fundamentadas y comunicar el desarrollo del proyecto diseñado y construido. Sin embargo, el diseño y planificación de prototipos, así como el análisis y mejoras en los

mismos requiere de mucha más práctica en los futuros profesores; se detecta que nunca han realizado proyectos tecnocientíficos en las etapas escolares que han cursado.

Los estudiantes mediante la realización de prácticas tecnocientíficas son capaces de ir desarrollando progresivamente las competencias que caracterizan el saber hacer de la ciencia y tecnología, a la vez que aprenden más significativamente contenidos STEM, al utilizarlos de una forma más integrada y en situaciones contextualizadas.

Una vez que los estudiantes han comprendido la metodología y se han familiarizado con la misma, son capaces de proponer situaciones problematizadoras de interés para los niños de primaria, al adaptar los múltiples recursos (videos, juegos, experimentos, cuentos, etc.) virtuales existentes, y a través de las cuáles surgen los problemas tecnocientíficos que se plantean para responder. Así mismo se vislumbra un avance progresivo en la competencia de comunicación y pensamiento crítico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DeBoer, G.E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. Teachers College Press.
- EiE: Engineering is Elementary (2019). The Engineering Design Process. Museum of Science, Boston. <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process>
- Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en Ciencias*, 12(1), 22-37.
- Fumec- Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia. (2013). Reporte Anual de Actividades 2012. http://fumec.org.mx/v6/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=434&lang=es STEM fields. http://en.wikipedia.org/wiki/STEM_fields
- Nercessian, N. (2008). Model-based reasoning in scientific practice. In R.A. Duschl and R.E. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation* (pp. 57-79). Sense.
- Tamir, P., Nussinovitz, R., y Friedler, Y. (1982). The development and use of a Practical Test Assessment Inventory. *Journal of Biological Education*, 16, 42–50.

ANEXO A: Rúbrica para analizar las cinco competencias científicas seleccionada

Competencia científica	Indicadores o niveles
<p style="text-align: center;">CC I Identificar problemas de la situación problemática</p>	<p>N1. No identifica ni plantea problemas susceptibles de contrastación experimental.</p> <p>N2. Identifica y plantea problemas, pero son poco científicos o inabordables.</p> <p>N3. Plantea problemas poco importantes o con formulación ambigua o genérica o mal formulado.</p> <p>N4. Identifica problemas interesantes pero formulados ambiguamente, sin dejar claro la variable dependiente.</p> <p>N5. Identifica problemas importantes de investigación o plantea problemas adecuados y concreta el interrogante dejando claro la variable dependiente.</p>
<p style="text-align: center;">CC V Comunicación y argumentación de la indagación</p>	<p>N1. No comunica correctamente el proceso indagatorio y no argumenta debidamente.</p> <p>N2. Tiene algunas dificultades en relatar el proceso indagatorio y en argumentar las conclusiones en base a las evidencias obtenidas.</p> <p>N3. En general, comunica correctamente lo logrado en las fases de la indagación, pero tiene dificultades en argumentar las conclusiones en base a las evidencias obtenidas.</p> <p>N4. Comunica con fluidez y argumenta algunas conclusiones, pero se detecta alguna dificultad en la comprensión del conocimiento científico tratado y en el proceso indagatorio.</p> <p>N5. Comunica con fluidez demostrando comprender el proceso de indagación seguido y argumenta las conclusiones en base a las evidencias obtenidas.</p>

La publicidad en la formación inicial del profesorado: una propuesta para trabajar el pensamiento crítico y la alfabetización científica

Beatriz Gómez-Chacón¹, Lourdes Aragón².

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.

beatriz.gomezchacon@uca.es

² Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. lourdes.aragon@uca.es

RESUMEN: en este trabajo, se presenta una propuesta basada en el análisis crítico de un anuncio publicitario para la formación del profesorado de infantil. El objetivo de dicha propuesta fue evidenciar el uso que se hace de la ciencia y desarrollar un pensamiento crítico en el alumnado como una de las grandes finalidades de la educación científica. Para ello, se abordó el análisis del contenido científico de un anuncio publicitario escrito relacionado con la alimentación (ensaladas envasadas Florette, Inmuno). Finalmente se plantean recomendaciones para el uso de la publicidad en el aula y consideraciones de mejora de la propuesta didáctica.

PALABRAS CLAVE: alfabetización científica; pensamiento crítico; ciencia y publicidad; formación en educación infantil; publicidad.

ABSTRACT: In this work, we present a proposal based on the critical analysis of an advertisement for the training of early childhood teachers. The objective was to demonstrate the use of science in advertising as well as to awaken critical thinking in the student as one of the purposes of science education. We analyze the scientific content of a written advertisement related to food (packaged salads Florette, Immuno). Finally, recommendations are made for the use of advertising in the classroom and considerations for improving the didactic proposal.

KEYWORDS: scientific literacy; critical thinking; science and advertising; Early Childhood Education Training; advertising.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La publicidad ocupa un lugar importante dentro de nuestra sociedad y su influencia en el consumidor es tal que puede convertirse en la vía para inducir cambios de ideas e incluso de hábitos de comportamientos. En la publicidad, no es raro encontrar la ciencia, en muchas ocasiones haciendo un mal uso de ella, como reclamo para la venta de determinados productos (Campanario et al., 2001).

Esta relación entre la ciencia y la publicidad, puede ser utilizado en el aula como recurso para trabajar tanto la Alfabetización Científico-Tecnológica (ACT) como el desarrollo del pensamiento crítico que todo ciudadano y, por tanto, consumidor, debe tener para

valorar los productos que adquieren y ser más conscientes de los posibles engaños que se pueden localizar en ellos. Además de ser un recurso con el que el alumno está familiarizado por estar presente en su día a día, es dinámico y permite profundizar, a través de su análisis, en la importancia de tener formación acerca de las ciencias (Muñoz, 1995).

Para ello, y siguiendo el trabajo realizado por los investigadores Ezquerro-Martínez y Fernández-Sánchez (2014) sobre el contenido científico de la publicidad en la prensa escrita, se diseñó una propuesta basada en analizar un anuncio publicitario de una marca conocida de ensaladas preparadas y envasadas con el fin de hacer conscientes a los estudiantes tanto la presencia como del uso de la ciencia en la publicidad.

Los objetivos de la propuesta fueron: 1) diseñar una actividad para fomentar en el alumnado de educación infantil una actitud crítica usando para ello la publicidad, 2) analizar el uso del contenido científico en el anuncio publicitario seleccionado, así como su influencia en el ciudadano a la hora de consumir, y 3) hacer conscientes a los estudiantes de la presencia de la ciencia en la publicidad y el uso que se hace de ella.

MARCO TEÓRICO

La publicidad es sin duda, uno de los elementos de nuestro tiempo. Al igual que nuestra sociedad, ha ido evolucionando, desde tener un fin de solo informar las características del producto en sí, hasta llegar a vender no solo el producto, sino estilos de vida, ideas e incluso provocar cambios de comportamientos tanto sociales como individuales (Godoy, 2008).

Son varios los estudios que proponen el uso del análisis de la publicidad como un buen sustituto del discurso pedagógico dentro del aula y con el que poder contextualizar determinados contenidos como por ejemplo: el uso del lenguaje (McQuarrie y Mick, 1996; Delgado, 2005; Salgado y Piñero, 2005), la argumentación y la lectura crítica (Camps y Dolz, 1995; Adam y Bonhomme, 2000) e incluso contenidos de ciencia (Escudero et al., 2009; Campanario et al., 2001; Racionero et al., 2012; Girón et al., 2015) entre otros.

A menudo, la publicidad hace uso de la ciencia para aumentar la venta ya que, al introducir conocimiento científico en él, se transmite tanto garantía, seguridad y confianza al consumidor, indicándole que está frente a un producto de calidad (Campanario et al., 2001). Dado esta relación, se hace necesario que el ciudadano tenga una cierta información científica que les permita entender las ciencias que está presente en su día a día (Linn, 2002; Pro y Ezquerro, 2005) y con ello, conseguir una sociedad más científicamente alfabetizada. Por ello, cada vez más, se reclama una puesta en práctica en el aula de metodologías centradas en esta necesidad y que muestren la ciencia como un elemento necesario para la educación básica en la formación de ciudadano.

La enseñanza de las ciencias, tal y como indican Garzón-Fernández y Martínez-Requena (2017), a través del cambio metodológico, tienen que encaminarse al aprendizaje significativo, a conectar los contenidos curriculares con la realidad ciudadana para que estos puedan percibir su relevancia e importancia y, a dirigirla hacia la indagación y la experimentación como un objetivo clave de las propuestas. Esto todavía se aleja de la realidad, donde en muchas ocasiones, los contenidos se presentan sin conexión alguna con la vida cotidiana (Ezquerro y Fernández-Sánchez, 2014).

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta fue desarrollada en el primer semestre del 3^{er} curso del Grado en Educación Infantil de la Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de XXX), dentro de la asignatura obligatoria “Didáctica del Medio Natural” en el curso académico 2021/2022. Participaron un total de 138 estudiantes divididos en dos grupos-clase (B y C), de los cuales 125 fueron mujeres y 13 hombres. Los estudiantes fueron agrupados en equipos de trabajo de 4 a 6 integrantes cada uno de ellos.

La propuesta se desarrolló en 3 sesiones de hora y media cada una (ver tabla 1), y 2 sesiones más, para organizar los contenidos a tratar, buscar un anuncio que cumpliera con las condiciones del análisis y diseñar el guion de análisis (ver anexo 1). Las actividades localizadas dentro de cada una de las sesiones se realizaron en pequeño grupo (trabajo grupal) o en gran grupo (grupo clase).

Tabla 1. Secuencia de actividades y agrupamiento llevadas a cabo en cada una de las sesiones.

SESIÓN	ACTIVIDADES	AGRUPAMIENTO
1	Actividad 1. Introducción a las finalidades de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y contribución al desarrollo del pensamiento crítico Actividad 2. Presentación del anuncio publicitario Actividad 3. Presentación de los ítem a analizar	Gran grupo
2	Actividad 4. Análisis grupal del anuncio publicitario	Pequeño grupo
3	Actividad 5. Puesta en común y relación con las preguntas y dudas generadas durante el análisis (actividad 4)	Gran grupo

El objetivo de la primera sesión fue aproximar al alumnado a las distintas finalidades de la ciencia, y en concreto, a una educación científica para la ciudadanía, desde el lema de ciencias para todos orientado a lograr una ACT (Acevedo-Díaz et al., 2003), esto es, contribuir a formar individuos más críticos, más responsables y más comprometidos con su entorno. Para ello, se presentó la relación existente entre la publicidad y la ciencia a través de varios ejemplos y los campos donde más comúnmente se localiza esta relación. Finalmente, se optó por trabajar y analizar un anuncio publicitario relacionado con el campo de la alimentación, seleccionado previamente por las docentes de las asignaturas. Los estudiantes, por grupos de trabajo, tenían que analizar el uso de la ciencia en el texto publicitario de una ensalada envasada de la empresa Florette, versión inmuno (ensalada Inmuno, Florette). Tanto el texto como la imagen a analizar se localizó en la página web del producto (<https://www.florette.es/notas/florette-lanza-inmuno-fuente-de-vitamina-a-y-acido-folico-que-ayuda-a-reforzar-el-organismo/>).

Para guiar el análisis del anuncio, se diseñó un guion basado en las pautas de análisis propuesta por Ezquerria y Fernández-Sánchez (2014) (ver anexo 1). Este guion se dividió en cuatro apartados: a) estructura del anuncio o partes destacables en las que se divide el anuncio, b) el contenido científico usado en él, c) el uso que se hace de este contenido científico y d) aspectos relacionados con la imagen publicitaria del producto como, por ejemplo: qué transmite la imagen, el grado con el que refleja la información del texto y la alusión que hace a la ciencia.

La sesión 2, se centró en el análisis grupal del anuncio publicitario usando para ello el guion anteriormente mencionado. Al finalizar la sesión, todos los grupos tuvieron que entregar el análisis a través del campus virtual como producción a evaluar de la asignatura.

En la sesión 3, se llevó a cabo una puesta en común con el objetivo de incidir en las razones para aprender ciencia y cómo esta nos hace ser ciudadanos más críticos y libres a la hora de decidir y consumir. A lo largo de la puesta en común, cada grupo, expuso el resultado de su análisis llevado a cabo en la actividad 4, incidiendo en los aspectos que se habían destacado en el grupo.

A lo largo de esta sesión, las docentes se encargaron de ir destacando los aspectos más importantes a tratar en cada uno de los apartados del anuncio: título principal, imagen, subtítulo o título secundario, texto publicitario, así como la información aportada en el anuncio por especialistas de la empresa. Se incidió en la terminología científica utilizada como: vitaminas, dieta saludable, sistema inmunológico... así como conceptos supuestamente científicos que no existen o se utilizan de manera inadecuada como: “*ensaladas funcionales*” o “*reforzar o proteger el sistema inmunitario*”.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORAS

La publicidad puede ser un recurso para contextualizar y trabajar con el alumnado contenidos de ciencia asociados a esta. Presenta características que permiten aumentar el interés y la motivación del alumnado, al presentarle un contexto que es conocido, y que está presente en su entorno más próximo, pero pocas veces somos consciente del mensaje que estamos recibiendo ni de cómo se construye.

Este tipo de actividad, permite que el alumnado desarrolle un pensamiento más crítico, no solo con sus decisiones relacionadas con los hábitos de consumo sino también con sus estilos de vida. Consideramos que, para ello, la elección del anuncio publicitario tiene que ser crucial, siendo el escogido, familiar y actual para el alumnado. En esta elección, puede ser destacable la presencia de una imagen asociada al texto publicitario. De esta manera, podemos centrar el análisis no solo en el texto escrito, sino también en la proyección e intención que posee la imagen como reclamo visual, muchas veces utilizado para descontextualizar el entorno y dar un carácter global al mensaje, permitiendo así que el receptor se identifique con el anuncio (Boscán y Mendoza, 2004). Del mismo modo, se debe tener en cuenta otros componentes que son interesantes y que aluden al modo de *hacer ciencia*, como que incluyan gráficas o datos estadísticos.

En cuanto al anuncio utilizado en esta propuesta (ensalada Florette, Inmuno), nos ha servido para hablar del sistema inmunológico, las funciones de los nutrientes y la composición de los alimentos, pero también de biodiversidad y medio ambiente e incluso de la situación actual de salud en la que estamos inmersos (Covid-19). En este caso, a lo largo del anuncio, se ofrecen datos del porcentaje de consumo de alimentos saludables que han posibilitado en el aula discutir sobre cómo se deben presentar los datos que tomamos de un estudio o experimento, ya que en el anuncio se presentan estos datos sin dar referencias al estudio de origen, ni tampoco, en base a qué se comparan los resultados para llegar a las conclusiones dadas: “*así lo refleja una encuesta elaborada recientemente por Florette, que revela que el 26% de los españoles ha aumentado en esta temporada de confinamiento el consumo de alimentos saludables*”.

Por otro lado, hay que destacar el trabajo de reflexión y de búsqueda de determinados contenidos por parte del docente, que se presentan en el anuncio y que el alumnado del

Grado en Educación Infantil no está familiarizado con él, como puede ser en nuestro caso el funcionamiento del sistema inmunológico.

Como posible mejora de la propuesta, se podría plantear desde otros enfoques más abiertos donde sea el propio alumnado, quien busque y seleccione el anuncio atendiendo a sus intereses, para que tome conciencia del uso que hace la publicidad de las ciencias y la importancia de tener una formación científica básica. Por otro lado, sería interesante proponer una comparación de la información que se da en el anuncio con el contenido de las etiquetas o el sistema de etiquetado frontal nutricional, utilizando por ejemplo el sistema Nutriscore puesto en marcha por el Ministerio de Consumo en España (<https://www.aesan.gob.es>).

Confiamos en que este tipo de propuestas didácticas permitan despertar en el alumnado la necesidad de hacerse preguntas, despertar el interés por las ciencias y lograr un aprendizaje más significativo transferible a su práctica docente futura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J.A., Vázquez Alonso, Á., y Manassero Mas, M^a. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Adam, J. M., y Bonhomme, M. (2000). *La argumentación publicitaria: retórica del elogio y de la persuasión*. Ediciones Cátedra.
- Boscán, J. P., y Mendoza, M. I. (2004). Análisis semiótico de la publicidad de perfumes. *Opción*, 20(45), 47-58. <https://doi.org/10.7195/ri14.v12i1.549>
- Campanario, J. M., Moya, A., y Otero, J. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 45-56. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4013>
- Camps, A., y Dolz, J. (1995). Enseñar a argumentar: un desafío para la escuela actual. *CL & E: Comunicación, lenguaje y educación*, 26, 5-8. <https://doi.org/10.18172/con.422>
- Delgado, J. B. (2005). Nuevas propuestas para el análisis del lenguaje en los medios. *Questiones publicitarias*, 1(10), 13-33.
- Escudero, M., Cid-Manzano, C., y Escudero, R. (2009). La controversia de los agrocombustibles, una propuesta didáctica para las ciencias para el mundo contemporáneo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 131-139. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2009.v6.i1.08
- Ezquerro, A., Fernández-Sánchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11 (3), 275-289. <https://doi.org/10498/16583>
- Garzón Fernández, A., y Martínez Requena, A. (2017). Reflexiones sobre la alfabetización científica en la educación infantil. *Espiral-cuadernos del profesorado*, 10(20), 28-39.
- Girón, J.R., Lupión, T., y Blanco, Á. (2015). La publicidad en las clases de ciencias. Análisis de un anuncio sobre un producto probiótico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 81, 34-42.
- Godoy, A. C. (2008). *Historia de la publicidad*. Netbiblo.
- Linn, M. C. (2002). Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 20(3), 347-356.

- Mcquarrie, E.F., y Mick, D.G. (1996). Figures of rhetoric in advertising language. *Journal of Consumer Research*, 22, 424-438. <https://doi.org/10.1086/209459>
- Medina Cambrón, A., Sorbías Morales, C. y Ballano Macías, S. (2007). La publicidad y sus complejas relaciones con el discurso científico. *Questiones Publicitarias*, 1 (12), 77-90.
- Muñoz, J. (1995). Contemos con la publicidad. *Comunicar*, 3(5), 84-91. <https://doi.org/10.3916/C05-1995-16>
- Pro, A. y Ezquerro Á. (2005). ¿Qué ciencia ve nuestra sociedad? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 43, 37-48.
- Racionero Siles, F., Olivares García, M. D. L. Á., y Blanco Moreno, R. (2012). Ciencia y publicidad: una experiencia innovadora para la alfabetización científica del alumnado de bachillerato. *Revista iberoamericana de educación*, 59(2), 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie5921395>
- Salgado, S. C., y Piñeiro, M. A. (2005). Los errores en la publicidad escrita: propuestas didácticas en la clase de E/LE. Las gramáticas y los diccionarios en la enseñanza del español como segunda lengua, deseo y realidad. *Actas del XV Congreso Internacional de ASELE*. Universidad de Sevilla.

ANEXO 1

- 1) Analizar cómo está estructurado el anuncio y las partes que puedes diferenciar en él. Indicar la importancia que se le da a cada una de las partes del anuncio a la hora de vender el producto.
- 2) Desde una visión general del anuncio publicitario y teniendo en cuenta los componentes destacados en el punto 1, elabora una lista donde se recoja todo el contenido científico que localizáis en él.
- 3) Una vez identificado los contenidos científicos que se utilizan en el anuncio:
 - a) ¿Creéis que el uso que se hace de este contenido es adecuado? ¿por qué?
 - b) Poned ejemplos donde se expongan el uso adecuado e inadecuado del contenido científico en el anuncio.
 - c) ¿A quién creéis que va dirigido la publicidad? ¿por qué?
- 4) En cuanto a la imagen publicitaria utilizada:
 - a) ¿Qué creéis que se quiere transmitir con la imagen elegida?
 - b) En qué grado creéis que la imagen refleja la información anteriormente analizada.
 - c) ¿Creéis que la imagen utilizada hace de alguna manera alusión a la ciencia? ¿por qué?

Mentimeter: fomentando la participación del alumnado en un contexto de aprendizaje semipresencial

Guiomar Calvo¹.

¹ Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Universidad de Zaragoza. gcalvose@unizar.es.

RESUMEN: La situación sanitaria actual generada por la covid-19 ha hecho que la enseñanza se vea considerablemente afectada. Los estudiantes han visto mermadas sus oportunidades de interaccionar con otros estudiantes o con el docente, al estar detrás de una pantalla durante parte del semestre. Por este motivo, se ha llevado a cabo una experiencia usando Mentimeter en la asignatura de Didáctica del medio físico y químico del Grado de Magisterio en Educación Primaria para tratar de mitigar esa sensación de aislamiento. La reacción de los estudiantes fue muy positiva, considerando estas actividades como participativas, entretenidas y dinámicas. Además, más de un 60% afirmaron que le habían resultado muy o bastante útiles para repasar y afianzar los contenidos vistos a lo largo de la asignatura, cumpliendo así un doble objetivo.

PALABRAS CLAVE: Mentimeter, herramientas TIC, física y química, cuestionarios, enseñanza online

ABSTRACT: The epidemiological situation caused by covid-19 has considerably affected the education sector. Students have seen how their opportunities to interact with other students or with the teacher have decreased, being relegated to following classes behind a screen. To overcome this issue, an experience has been carried out using Mentimeter in the subject Didactics: Physical and Chemical Media of the Degree in Primary School Education to reduce that feeling of isolation. The reaction of the students was very positive, considering these activities as participatory, entertaining and dynamic. Additionally, more than 60% affirmed that these tests had been very or quite useful to review and consolidate the contents seen throughout the course, thus accomplishing a double objective.

KEYWORDS: Mentimeter, ICT, physics and chemistry, tests, online learning

INTRODUCCIÓN

Debido a la situación sanitaria generada por la covid-19, la docencia se ha visto afectada en todos los niveles educativos. La respuesta del sector educativo ha sido muy variada, desde el cierre total de los centros hasta la enseñanza online durante el curso 2020-21. En el caso de este curso 2021-22, el panorama ha sido ligeramente distinto y en muchos centros se ha apostado por la enseñanza semipresencial combinada con la presencial cuando la situación sanitaria así lo ha permitido. En todo este tiempo, el alumnado ha tenido que enfrentarse a situaciones en las que solamente podía ver al docente a través de una pantalla, sin apenas interacción entre estudiantes, motivo por el cual la motivación por participar y asistir a las clases ha podido verse gravemente afectada (OCDE, 2021).

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha incrementado para tratar de paliar dichas situaciones. En la actualidad existen un numeroso grupo de aplicaciones y herramientas que se pueden emplear en el aula precisamente para incentivar la participación del alumnado. Un caso concreto es Mentimeter, una herramienta ideada inicialmente para crear presentaciones interactivas que en la actualidad dispone de una serie de características que permiten la posibilidad de usarlo de este modo y de obtener además un feedback inmediato (Romea y Del Rincón, 2016).

Existen diversos estudios que ponen en evidencia la utilidad de esta herramienta para aumentar la implicación del alumnado en las aulas, haciendo que la experiencia de asistir a clase sea más enriquecedora e inclusiva (Hill y Fielden, 2017; Rapun et al, 2018; Vallely y Gibson, 2018; Mohin et al, 2020). Por este motivo, ha sido seleccionada para ser empleada durante el primer semestre en el curso 2021-22 en la asignatura de Didáctica del medio físico y químico que se imparte durante el segundo curso del Grado de Magisterio en Educación Primaria.

CONTEXTO Y USO DE MENTIMETER EN EL AULA

Mentimeter es una herramienta web que fue lanzada en 2014 en el ambiente empresarial pero que se ha ido extendiendo rápidamente al educativo. Su principal uso es la creación de presentaciones interactivas que permiten a los usuarios, a través de un código que pueden introducir en sus dispositivos (tablets, teléfonos inteligentes, ordenadores..) enviar sus preguntas y responder a preguntas formuladas por el presentador.

La principal diferencia de Mentimeter frente a otras herramientas, es que permite un gran abanico de posibilidades, no se limita tan solo a formular preguntas tipo test cuantitativas, también permite la creación de diapositivas que dan información cualitativa que puede ser de gran utilidad a la hora de fomentar la reflexión y participación activa entre el alumnado (Pichardo et al, 2022).

A lo largo del semestre se han empleado varias de las diversas opciones que permite la herramienta. Las presentaciones de clase estaban incorporadas en la propia plataforma e, intercaladas, se han ido introduciendo las diapositivas interactivas con diferentes objetivos. En un primer lugar, se han usado las preguntas de respuesta abierta en las que los estudiantes podían enviar sus comentarios a través del teléfono móvil u ordenador y ver como sus respuestas iban apareciendo en la pantalla progresivamente.



Figura 1. Algunos de los comentarios proporcionados por los estudiantes en una de las preguntas iniciales.

Durante la primera sesión de clase, se les preguntó qué les sugería la asignatura; algunas de sus respuestas se pueden ver en la Figura 1. De las 39 palabras proporcionadas por el alumnado, 18 de ellas pueden ser consideradas positivas (intriga, aprendizaje, curiosidad, diversión, interés, alegría, etc.), 16 de ellas negativas (miedo, trabajo, esfuerzo, dificultad, etc.) y el resto neutras (nada, ciencia, experimentos). Se puede ver que la opinión general que tienen de la materia está muy dividida, aunque sorprende la elevada proporción de reacciones negativas. En este grupo en particular se han dado varias situaciones que han podido potenciar esto. En un primer lugar, existe una gran heterogeneidad en cuanto al perfil del alumnado que cursa esta asignatura. También influye que hayan tenido experiencias negativas previas en materias de tipo científico a lo largo de su etapa escolar y que esta es la primera asignatura de corte científico que se imparte en el grado. Además, en este curso concreto había además un elevado número de repetidores (31 de los 90 estudiantes matriculados) lo que fomenta este miedo e incertidumbre.

Otras de las opciones de Mentimeter que se ha empleado es la creación de nubes de palabras sobre determinados temas tratados a lo largo de las clases, junto a preguntas tipo test anónimas y cuestionarios, llamados Quiz competition en el interfaz. Precisamente, estas dos últimas opciones son algunas de las más usadas para fomentar la participación directa en las aulas (Vallely y Gibson, 2018). En particular, ambas permiten la creación de un entorno seguro que le permite al alumnado poder superar esas malas impresiones que decían tener al principio de la asignatura y también eliminar el miedo al error que pueden sentir algunos estudiantes.

Los cuestionarios creados mediante Quiz competition presentan una diferencia respecto a los test anónimos, ya que al finalizar cada uno de ellos aparece una diapositiva en la que se muestran aquellos usuarios que han obtenido puntuaciones más elevadas. Se ha visto que esto que les motivaba considerablemente e incluso generaba una competitividad sana entre ellos, haciendo que quisieran participar de forma más continuada, impidiendo así un posible desconexión o abandono de la asignatura.

De este modo, una combinación de todas estas opciones habilitadas en Mentimeter fue utilizada a lo largo del curso 2021-22 con el fin de promover la participación del alumnado en distintas fases de cada tema. En concreto, en este artículo se busca analizar la utilidad de los cuestionarios empleados desde para el análisis de los saberes científicos previos que tenían sobre un determinado aspecto o concepto tratado en la asignatura hasta para repasar los contenidos vistos a modo de test final.

RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS

Durante el curso 2021-22 se llevaron a cabo un total de nueve cuestionarios, con preguntas de opción múltiple (con una única opción correcta) y de verdadero/falso, a lo largo de ocho sesiones diferentes. De estos cuestionarios, tres estaban destinados a detectar las ideas previas que tenía el alumnado sobre un tema determinado (test inicial) y el resto a modo de repaso de algunos conceptos vistos en clase (test final). En todos estos cuestionarios los estudiantes podían proporcionar un nombre o pseudónimo que fuera el mismo en todos ellos, opción por la que se decantó la gran mayoría o dejarlo en blanco. De los 90 estudiantes matriculados, un total de 56 participaron en al menos uno o varios de los cuestionarios planteados a lo largo de las diferentes sesiones, tan solo 4 estudiantes participaron en todos ellos.

La gran mayoría de los cuestionarios versaron sobre aspectos concretos de física y/o química que se tratan a lo largo de la asignatura, como la luz, las fuerzas, materiales del

entrono como el aire o el agua, aunque destaca uno que se llevó a cabo para saber los conocimientos previos del alumnado sobre mujeres científicas (Tabla 1), un tema de tipo transversal que también se consideró necesario tratar en esta asignatura.

Tabla 1. Resumen de los cuestionarios interactivos llevados a cabo durante el curso 2021-22. SemiP: semipresencial, P: presencial.

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9
Momento del test	Inicial	Inicial	Final	Final	Final	Final	Inicial	Final	Final
Contenido	General	Mujeres científicas	Materia y mezclas	Luz	Materia y mezclas	Materiales del entorno - Agua	Materiales del entorno - Aire	Fuerzas	General
Modalidad	SemiP	SemiP	SemiP	SemiP	SemiP	P	P	P	P
Nº preguntas	20	7	10	11	8	10	11	6	20

Dados los cambios en la situación sanitaria, durante el curso 2021-22 coexistieron dos modalidades de aprendizaje, la semipresencial y la presencial. Los cinco primeros cuestionarios se llevaron a cabo de forma semipresencial, estando la mitad de los estudiantes matriculados convocados en clase y la otra mitad en una sala virtual; los cuatro cuestionarios restantes se pudieron hacer en una situación de relativa normalidad pudiendo asistir todos los estudiantes a clase de forma presencial.

El promedio de estudiantes participantes en cada test se sitúa en los 33, cifra que varía ligeramente si se analizan por separado las dos situaciones de enseñanza vividas durante el semestre, siendo algo más alta la participación en situación de semipresencialidad. Aun así, durante la situación de presencialidad, existen otros indicadores complementarios que permiten analizar la implicación y participación de los estudiantes.



Figura 2. Ejemplo de preguntas del Quiz competition en las que se detectaron algunas ideas alternativas sobre distintos aspectos relacionados con la física y la química.

En el caso de los cuestionarios de los test iniciales (1, 2 y 7), Mentimeter detecta y contabiliza errores y aciertos, aunque en ese caso no se podría hablar de aciertos estrictamente. Aun así, esto sirvió para detectar ciertas ideas alternativas predominantes en sus saberes científicos en lo que respecta a determinados aspectos físicos y/o químicos.

Dos ejemplos se pueden ver en la Figura 2, cuando se realizaron preguntas sobre cambios químicos y cambios físicos y sobre las diferencias entre mezclas y sustancias puras.

De los 37 estudiantes que contestaron a la pregunta del cambio físico, tan solo un 30% dieron una respuesta acorde con el conocimiento científico. En este caso, los estudiantes tenían más claro que fundir hielo era un ejemplo de cambio físico, dado que se suele emplear siempre el agua para ejemplificar los cambios de estado, pero no fueron capaces de extrapolar a otras situaciones diferentes que suponían los cambios físicos. En el caso de la segunda pregunta, sobre las sustancias puras y las mezclas, se pudo apreciar una situación parecida. Los estudiantes sí eran capaces de comprender que el agua de mar es una mezcla de varias sustancias o que la sal y el agua destilada son sustancias puras, sin embargo, en el caso del aceite, tan solo un 17% de los estudiantes proporcionaron la respuesta correcta. Debido al carácter natural del aceite, tal y como sucede con otros materiales como el granito o la leche, existe cierta tendencia a asociarlo con una sustancia pura independientemente de cuál sea su composición real (González et al., 2015).

Varios de estos errores de concepto e ideas alternativas detectados fueron empleados en sesiones posteriores para mostrarles a los estudiantes cómo, a partir de esas ideas, se podían desarrollar experiencias en el aula que permitieran modificarlas empleando determinadas metodologías y estrategias. Después de dichas intervenciones, se repitieron algunas de las preguntas en otro contexto, sin asignarles puntuación a las respuestas, y se pudo observar una clara mejoría en la tasa de respuestas correctas.

Tras finalizar el semestre, se les preguntó a los estudiantes por la utilidad de los cuestionarios que se habían llevado a cabo a lo largo de la asignatura. De todos los participantes, un total de 18 respondieron a estas preguntas. Más de un 60% afirmó que le habían resultado muy o bastante útiles para repasar y afianzar los contenidos vistos a lo largo de la asignatura y un 33% que le habían resultado algo útiles. Tan solo un estudiante respondió que no le había resultado nada útil. Además, calificaron esta herramienta como “participativa”, “entretenida”, “diferente”, “dinámica” e “innovadora”, entre otras.

CONCLUSIONES

A modo de observaciones finales, el uso de Mentimeter a lo largo de diferentes sesiones de la asignatura de Didáctica del medio físico y químico ha resultado ser de utilidad tanto desde el punto de vista del docente como del estudiante.

En el primer caso, puede resultar de utilidad para conocer los saberes científicos de los alumnos tanto de forma previa para detectar ideas alternativas y también para ver si tras las clases estas se han visto modificadas. Por otro lado, en este contexto educativo tan complicado generado por la pandemia, ayuda a evitar el abandono dado que al mantenerse el uso de cuestionarios a lo largo del curso facilita el proceso de adaptación al cambiar la modalidad de enseñanza de semipresencial a presencial.

En el caso del alumnado, se ha visto que su participación e implicación en la asignatura se ha mantenido relativamente constante a lo largo de todo el semestre. Estos cuestionarios tuvieron un papel muy importante, evitando su desconexión durante el tiempo que se tuvieron que acudir a las clases de forma online y facilitar su adaptación ante la vuelta a la normalidad. Se ha visto que ayudaron también a mantener su interés por la asignatura con el paso de las semanas, acudiendo un número similar de estudiantes entre las primeras y últimas sesiones. Además, ha servido para mejorar la visión que tenía el alumnado de la materia. En varios casos se pudo ver un cambio en su percepción inicial

sobre la asignatura, ayudando a mejorar su opinión general sobre ella y sobre los contenidos impartidos, algo que les ayudará en su futura labor docente al sentirse más cómodos con dichos contenidos y poder incorporarlos a sus clases de forma más eficaz.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el proyecto de innovación (PIIDUZ_1_204) Flotando entre la densidad y el empuje, concedido por la Universidad de Zaragoza.

REFEENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, D., Cañada, F., Martínez, G., y Sánchez, J. (2015). Concepciones alternativas sobre el concepto de sustancia que poseen maestros de primaria en formación. En P. Mambiela, N. Casado, & M. I. Cabreiro (Eds.), *La enseñanza de las ciencias: desafíos y perspectivas* (pp. 235–239). Educación Editora.
- Hill, D. L., y Fielden, K. (2017, 18 diciembre). *Use of Mentimeter to promote student engagement and inclusion*. Pedagogy in Practice seminar, Carlisle, UK. <https://insight.cumbria.ac.uk/id/eprint/3473>
- Mohin, M., Kunzwa, L., y Patel, S. (2020, 27 octubre). *Using Mentimeter to enhance learning and teaching in a large class*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/z628v>
- OCDE (2021). *The state of school education: One year into the COVID pandemic*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/201dde84-en>
- Pichardo, J.I., Blázquez, M.I., Mancha, O.I., González, I., Jiménez, V., Isorna, E., Borrás, O., Carabantes, D., Cornejo, M., Domingo, A., Logares, M.L., López, E.F. y Ramos, M. (2022). El uso de Mentimeter para promover la participación del alumnado en el aula y en el campus virtual. En L. Hernández (coord.), *Jornada Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM* (pp. 471-482). Ediciones Complutense.
- Rapún, M., Quintas, A., Falcón, D. y Castellar, C. (2018). Mentimeter como herramienta docente para la mejora del aprendizaje en las sesiones lectivas. *Revista internacional de deportes colectivos*, 36, 24-32.
- Romea, A.C., y Del Rincón, M.M. (2016). *Uso del Smartphone en el aula para fomentar la participación de los estudiantes a través de la herramienta Mentimeter*. VII Jornada de Buenas Prácticas en la Docencia Universitaria con Apoyo de TIC. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.
- Vallely, K. y Gibson, P. (2018). Engaging students on their devices with Mentimeter. *Compass: Journal of Learning and Teaching*, 11(2). <https://doi.org/10.21100/compass.v11i2.843>

Rechazo del juguete como recurso didáctico para enseñar Ciencias

Sebastián Rubio García¹, José Joaquín Ramos Miras², Alicia Jurado López³, Manuel Mora Márquez⁴

Dpto. Didácticas Específicas (Universidad de Córdoba). sjrubio@uco.es¹; jjramos@uco.es²; alicia.jurado@uco.es³; mmora@uco.es⁴

RESUMEN: Buscando aumentar la motivación de nuestro alumnado, es muy común emplear juegos y juguetes comerciales en clase, a todos los niveles. Estos elementos suelen dar buen resultado por la parte lúdica que aportan, pero no siempre el esfuerzo es recompensado. Si bien todo recurso educativo no llega de igual modo a todo el alumnado, es especialmente delicado en el caso de elementos no diseñados para educar directamente, sino para jugar. En la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba se analizaron las impresiones de varios grupos de docentes en formación durante tres cursos académicos para determinar el rechazo que sentían ante dicho recurso. La investigación que aquí se presenta reveló que más de un 16% del profesorado en formación no acepta bien juguetes comerciales como recurso educativo útil y no lo incorporaría al ejercicio de su profesión. Se concluyó la necesidad de deconstruir el concepto asentado de juguete en los elementos planteados para poder reformular un uso educativo del mismo. Se presentan los resultados de dicha intervención con el alumnado que no mostraba interés de partida.

PALABRAS CLAVE: Juguetes, didáctica de las ciencias, innovación, enseñanza de la ciencia

ABSTRACT: In order to increase the motivation of our students, it is very common to use commercial games and toys in class, at all levels. These elements tend to work well because of the fun part they provide, but the effort is not always rewarded. Although all educational resources do not reach all students in the same way, it is especially delicate in the case of elements that are not designed to educate directly, but to play. At the Faculty of Educational Sciences of the University of Cordoba, the impressions of several groups of trainee teachers were analysed over three academic years to determine their rejection of this resource. The research presented here revealed that more than 16% of trainee teachers do not accept commercial toys as a useful educational resource and would not incorporate it into their teaching practice. It was concluded that it is necessary to deconstruct the established concept of toys in order to be able to reformulate their educational use. The results of this intervention with the pupils who did not show any initial interest are presented.

KEYWORDS: Toys, didactics science, innovation, teaching science

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la sociedad exige al profesorado de Secundaria, Primaria e Infantil que sean conocedores de multitud de conceptos y realidades, que les permitan adaptarse a la velocidad de la información que circula por las redes, como queda reflejado en la legislación. Estos docentes deben ser generalistas, pues tienen a su cargo todas las materias y no se les exige una carrera en Matemáticas, Biología, Historia o Humanidades

para ejercer su labor. En nuestros días el alumnado tiene fácil acceso a fuentes de información y su curiosidad natural les lleva a demandar más conocimiento y plantear preguntas que, en algunas ocasiones, el docente no puede responder. En la enseñanza de las Ciencias esta deficiencia se hace quizás más patente pues el profesorado puede tener problemas para transmitir de forma adecuada el mensaje. La forma tradicional de enseñar Ciencia, empleando pizarra y libro de texto, puede ser una vía tentadora cuando no se conoce en profundidad la materia, pero la legislación vigente insta al profesorado a mantener una formación permanente y demostrar competencias en materias más allá de lo que explicarían en clase, incluso empleando el propio libro.

Encontrar el recurso didáctico adecuado para cada parte de la materia puede convertirse en un trabajo difícil de abordar (como señala Torralba Burrial et al., 2020) por el tiempo que se necesita para preparar las clases y por el desconocimiento en profundidad de la materia. En este trabajo planteamos las ventajas de utilizar juguetes comerciales, relativamente económicos, como recurso didáctico para enseñar Ciencias. Esta idea no es nueva en la etapa de Educación Secundaria, donde lleva años empleándose y los resultados están accesibles en la bibliografía (Varela Nieto y Martínez Montalbán, 2005; López García, 2004) son claros ejemplos. Se comprueba que el alumnado fija más profundamente los conocimientos si está motivado y si el conocimiento se construye a partir de su curiosidad innata y a través de la realización de actividades sencillas que le permitan descubrir la realidad de lo que les rodea. Desde el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Córdoba llevamos tiempo desarrollando y fomentando el uso del juguete como recurso didáctico con el alumnado del Grado de Educación Primaria, del Grado en Educación Infantil y de las materias específicas en el Máster de Secundaria. Existen en el mercado multitud de elementos autónomos y también kits de experimentos que podrían facilitar mucho la labor del futuro docente en el ámbito de las Ciencias, pues traen fichas que detallan la teoría que rige el experimento en cuestión y las instrucciones para realizarlo correctamente. De esta forma el profesorado minimiza el tiempo de preparación de clases pero consigue que estas sean plenamente experimentales y despierten en el alumnado la curiosidad por seguir aprendiendo y comprender lo que está sucediendo en la experiencia realizada. Pero en este trabajo se quiso plantear un análisis del alumnado que no acepta de entrada el uso de dichos recursos para la enseñanza de las Ciencias, planteando que los juguetes son solo juguetes y sirven para jugar, no para enseñar. Es este alumnado el que, sin mala intención, genera un malestar en el aula que dificulta la progresión prevista de la sesión, minimizando así el efecto motivador deseado. Desde hace tres años nos estamos planteando esta observación y analizando lo sucedido, de modo que este último curso hemos llevado a cabo una intervención con excelentes resultados.

OBJETIVOS

Analizar el porcentaje de profesorado en formación que manifiesta dificultades en el empleo de juguetes para la enseñanza de las Ciencias.

Proponer medidas que mejoren el concepto que tienen respecto a dichos recursos y les permitan beneficiarse de las claras ventajas que plantean en el alumnado, en especial en la enseñanza de las Ciencias.

METODOLOGÍA

Desde la actitud comprometida de fomentar el interés por las Ciencias Experimentales en las generaciones futuras a través del profesorado de las etapas de Infantil, Primaria y Secundaria, surge la idea de mostrar a nuestro alumnado un repertorio de juguetes

comerciales, especialmente diseñados para transmitir conceptos relacionados con las Ciencias y adaptados al rango de edad adecuado.

Participantes en el estudio

Profesorado en formación de tercer curso del Grado en Educación Primaria, cuarto curso del Grado en Educación Infantil y especialidad de Física y Química del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Participaron. En total 322 personas en el curso 2018/2019 (267 mujeres y 55 hombres), 305 personas en el curso 2019/2020 (213 mujeres y 92 hombres) y 345 personas en el curso 2020/2021 (292 mujeres y 53 hombres) en los tres cursos analizados.

Descripción de la experiencia

En general, durante las sesiones de prácticas, parte del tiempo dedicado a estas temáticas, transcurre como se detalla:

- Examinar los juguetes, familiarizándose con ellos e interesándose por lo que podían aportar.
- Leer detalladamente las instrucciones, descubriendo así que normalmente incluyen la explicación necesaria del fenómeno que muestra el juguete en cuestión. Si no es así deberá profundizarse sobre lo que se desconozca a través de la red o la bibliografía impresa. Esta parte queda resuelta en las sesiones de teoría donde se les da el contenido necesario para comprender todo el aspecto científico que rodea el experimento.
- Jugar con ellos, es decir, probar su funcionamiento. Si no se ha jugado no es posible enseñar a jugar. El juego libera y relaja, facilitando así que se despierte la curiosidad científica y se asimilen los conocimientos encerrados en el juguete.
- Finalmente se reflexiona en grupos pequeños o gran grupo acerca de la utilidad del juguete analizado y su conveniencia para ser utilizado en la etapa de Primaria.

La experiencia nos dice que estas sesiones son muy valoradas por el alumnado y que “se les hacen muy cortas”. Cabe la posibilidad de que sean consideradas como “un recreo” o “una pérdida de tiempo” pero el juego guiado por el docente especialista (biólogo, químico o físico) evita cualquier desviación de la línea de aprendizaje marcada.

Después de cada sesión, el alumnado debe elaborar una memoria (de no más de un folio de extensión) en la que describa lo aprendido y las ventajas o inconvenientes de su utilización como recurso didáctico. La lectura y valoración constante de dichas memorias es la base sobre la que se escribe este trabajo.

Pero en estas prácticas siempre hay personas, o grupos, que no aceptan estos recursos y que, de forma manifiesta, dejan claro que no lo llevarían a sus clases. Es este alumnado el objetivo del presente trabajo, pues a lo largo de los tres cursos analizados se comprueba alcanza porcentajes destacables.

A estos grupos de personas se les realiza una encuesta inicial y una entrevista para categorizar sus ideas e intereses, acercándose a ellos e intentando entender su forma de pensar, siempre con la idea de mejorar el proceso de enseñanza, nunca de penalizarles.

Se planteó un proceso de deconstrucción de los juguetes como tales, intentando que dejaran de verlos así o evitando que transmitieran en ellos sus experiencias pasadas y pensarán exclusivamente en su alumnado futuro.

Materiales empleados

La oferta de “juguetes científicos” en el mercado es muy amplia. Se realizó un trabajo de análisis de los que resultaban más prometedores y el departamento adquirió una parte de ellos para poder emplearlos en las clases. En este apartado detallamos brevemente algunos de los recursos que dieron mejor resultado con nuestro alumnado. Hemos preferido distinguirlos por temáticas:

Anatomía y fisiología

El alumnado debería ser capaz de:

- Identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre ellas y determinados hábitos de salud.
- Conocer el funcionamiento del cuerpo humano: células, tejidos, órganos, aparatos, sistemas: su localización, forma, estructura, funciones, cuidados, etc.

Estos objetivos parecen ambiciosos y se plantea como recurso útil para guiar el aprendizaje juguetes de anatomía. Existen muchos juguetes de anatomía, algunos de ellos con elementos interactivos y licencias para conectarse a través de la web a un recorrido virtual a través del cuerpo humano. Algunos detallan expresamente el sistema circulatorio y otros se centran más en partes concretas como la cabeza y todos sus componentes.

Estos juguetes pueden parecer escatológicos a priori pero en nuestro alumnado despertaron gran interés y los valoraron como un “recurso con gran potencial” en el aula de primaria.

Seres vivos

En el bloque 3 del currículo de Primaria (los seres vivos) se especifica que el alumnado debe:

- Conocer la estructura de los seres vivos: células, tejidos, tipos, órganos, aparatos y sistemas: identificando las principales características y funciones;
- Conocer diferentes niveles de clasificación de los seres vivos, atendiendo a sus características y tipos;
- Conocer las características y componentes de un ecosistema;
- Usar medios tecnológicos, respetando las normas de uso, de seguridad y de mantenimiento de los instrumentos de observación y de los materiales de trabajo, mostrando interés por la observación y el estudio riguroso de todos los seres vivos, y hábitos de respeto y cuidado hacia los seres vivos.

Se plantearon fundamentalmente juguetes de observación. Con ellos el alumnado salió a un parque cercano y pudo capturar y observar algunos insectos, liberándolos después con el menor daño posible. Esta experiencia les resultó motivadora pues el tema de los insectos puede resultar muy arduo si se aborda del modo tradicional, con libro de texto y mostrando imágenes o videos.

Sistemas de medida

En el bloque de materia y energía, es requerido en general:

- Conocer los procedimientos para la medida de la masa, el volumen, la densidad de un cuerpo;
- Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia.

En este sentido se utilizaron juguetes muy simples pero que presentan una gran ventaja: traen fichas con los pasos a dar para explicar correctamente los conceptos relacionados

con las mediciones de peso, volumen y densidad. Estas experiencias son fácilmente reproducibles con materiales de bajo coste como vasos de plástico o recipientes milimetrados de cocina pero, si no se posee la destreza para diseñar la experiencia y llevarla a cabo, puede llevar a mayor confusión del alumnado.

Energías renovables

Fuentes de energías renovables y no renovables. El desarrollo energético, sostenible y equitativo se trabajó con juguetes que incluían pequeñas placas solares desmontables, que alimentaban motores y leds de pequeños robots. Existen otros de energía térmica pero no parecían seguros para nuestro propio alumnado, por lo que se prefirió no utilizarlo. En este caso también se abordan temáticas del bloque de tecnología, objetos y máquinas, pues todos los elementos son intercambiables y desmontables.

Luz, electricidad y magnetismo

Conceptos tan extensos como la luz, el calor, la electricidad, el magnetismo y sus interacciones, concretado en los siguientes puntos:

- Conocer leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica; - Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz, la electricidad, el magnetismo, el calor o el sonido.

Para ello se emplearon algunos recursos que abordan de forma experimental el montaje de instrumentos ópticos simples, circuitos básicos y el uso de los mismos. Con los juegos de construcción magnéticos pudieron probar principios que la mayoría desconocía, como la atracción y la repulsión o dibujar las líneas de campo magnético empleando uno de los segmentos, un folio y virutas de hierro.

Reacciones químicas

Importante en todos los niveles para una correcta relación de la sociedad con la química:

- Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución; - Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación; - Conocer leyes básicas que rigen fenómenos, como el cambio de estado, las reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.

Existen multitud de kits de experimentos en el mercado con los que se pueden hacer reacciones sencillas y trasladar al alumnado los conceptos que en la pizarra serían altamente tediosos a esas edades.

Instrumentos de recogida de la información

El proceso de recogida de información fue a través de un cuestionario autoinformado breve en el que el alumnado valoraba la utilidad de cada recurso y su percepción en la motivación que creía desarrollaría en su eventual alumnado. Dicho instrumento constaba de 10 preguntas y está actualmente en proceso de validación y publicación.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general, el empleo de estos recursos generó mucho interés y motivación en el profesorado en formación de las tres etapas, pero se detectaron porcentajes importantes de personas que no lo trasladarían a su docencia. El análisis se llevó a cabo a lo largo de tres cursos académicos y los resultados se resumen en la figura 1.

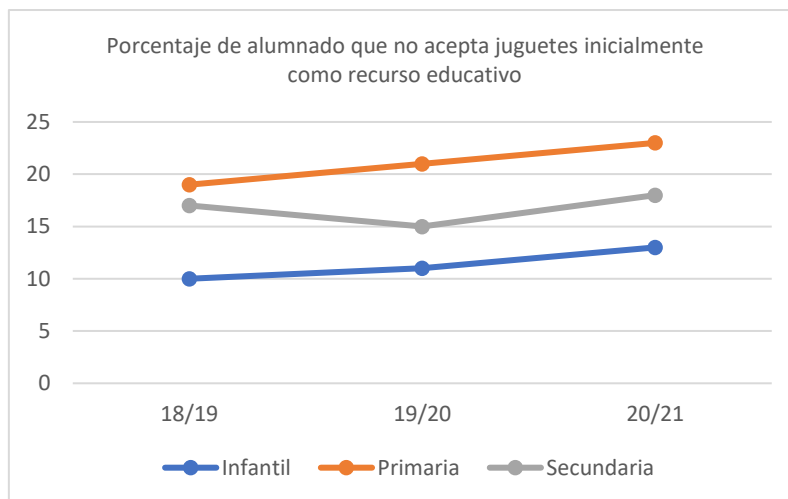


Figura 1. Porcentaje de alumnado que no acepta los juguetes como recurso educativo.

Experimentalmente se comprobó que hay más alumnado del Grado en Educación Primaria que manifiesta desinterés por estos recursos, quizá porque el perfil de acceso a esta titulación tiene baja formación de Ciencias. Se detecta un mayor interés por este tipo de recursos en el alumnado del Grado en Educación Infantil, en general más motivado por emplear recursos relacionados con el juego y la motivación. De media, superan el 16% del alumnado de estas etapas en los periodos estudiados, observando también claramente una tendencia ascendente en el curso posterior a la pandemia, pero que esperamos pueda explicarse en otros términos relacionados con el cansancio y que se demostrará en futuras mediciones. Con este alumnado se llevó a cabo un análisis de sus intereses y reticencias respecto a los juguetes en educación. Se les ayudó a deconstruir el concepto de juguetes, de forma personalizada, pues cada persona tenía su porqué. Cuando se lograba que el alumnado reacio dejara de ver el juguete como tal y lo aceptara como motivación de su alumnado, controlando los conceptos relacionados con la materia concreta, se apreciaba agradecimiento y alegría al comprobar que sus experiencias pasadas o sus prejuicios estaban quizá limitando sus competencias docentes. Muchas de estas experiencias fueron compartidas con el resto del grupo clase y serán objeto de trabajos posteriores. El resultado final, consecuencia de la intervención personalizada, fue que el porcentaje final de personas que manifestaban no querer llevar a su aula juguetes comerciales como recursos para enseñar Ciencia se redujo por debajo del 2% en general. Esta intervención es costosa en tiempo y dedicación, pero estamos seguros que tendrá sus frutos en el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- López García, V. (2004). La física de los juguetes. *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 17-30.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación*. BOE nº 52 de 1 marzo de 2014.
- Torralba Burrial et al. (2020). Formación lúdica de docentes: juguetes científicos en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. En *Fueyo, M. A. (coord.) XI Jornadas de Innovación Docente 2018, Libro de Actas* (pp. 76-89). Centro de Innovación docente, Universidad de Oviedo.
- Varela Nieto, M.P., y Martínez Montalbán, J.L. (2005). “Jugando” a divulgar la física con juguetes. *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 234-240.

Soluciones con Empatía: Aprendizaje de la Química en contextos cotidianos flexibles

Soraya Elena Layton Jaramillo¹, William Anibal Villamil Villar².

¹Universidad de Granada. slaytonj@correo.ugr.es

²Universidad Nacional de Colombia. wavillamilv@unal.edu.co

RESUMEN: Para los estudiantes de Medicina es muy importante adquirir destreza en el cálculo de la concentración de las soluciones, generalmente mediante la realización de ejercicios de forma repetitiva y memorística. Con el propósito de diseñar mejores experiencias de aprendizaje, se desarrolló el recurso digital interactivo *Soluciones con Empatía*, bajo el enfoque de aprendizaje en contexto, en el que se invita a los estudiantes a participar en experiencias cotidianas simuladas de la consulta médica, donde deben calcular la concentración de soluciones líquidas para tomar decisiones bajo ciertas consideraciones éticas. El recurso fue usado por un grupo de 66 estudiantes de primer semestre de titulación en Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. La evaluación, realizada con un cuestionario para conocer la percepción de los participantes, indica que el contexto clínico y ético proporcionan un enfoque adecuado para diseñar experiencias de aprendizaje innovadoras que favorezcan el aprendizaje de la Química.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje basado en el contexto, innovación educativa, aprendizaje de la Química, Medicina.

ABSTRACT: For medical students it is important to acquire skills in calculating the concentration of solutions, usually by performing exercises repetitively and memorizing. With the purpose of designing better learning experiences, the digital interactive resource “Solutions with Empathy” was developed, under the learning in context approach, in which students are invited to participate in simulated daily experiences of the medical consultation, where they must calculate the concentration of liquid solutions to make decisions under certain ethical considerations. The resource was used by a group of 66 first-semester Medicine degree students from the National University of Colombia. The evaluation, carried out with a questionnaire to know the perception of the participants, indicates that the clinical and ethical context provide an adequate approach to design innovative learning experiences that favour the learning of Chemistry in Medicine students.

KEYWORDS: Context-based learning, educational innovation, Chemistry learning, Medicine.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre las soluciones y su operativa es primordial para los estudiantes de Medicina. Aprender a expresar y calcular las concentraciones es necesario en múltiples situaciones de la práctica médica, por ejemplo, en la prescripción y administración de medicamentos o en el análisis de pruebas cuantitativas para la toma de decisiones clínicas, casos en los que un simple error matemático puede tener consecuencias nefastas e

irreversibles. Durante su formación, un médico adquiere destreza para calcular la concentración de las soluciones en diferentes unidades, generalmente resolviendo ejercicios matemáticos de forma mecánica y memorística; proceso que, aun siendo necesario, no favorece el aprendizaje significativo ni la motivación por saber.

Para los estudiantes de Medicina, la motivación es un elemento especialmente importante en el aprendizaje, que además influye en su rendimiento académico, pues se necesita una alta motivación para seguir una carrera tan demandante y exigente (Alemán et al., 2018); factores como la poca aplicabilidad que los estudiantes perciben de la química para su vida profesional, desincentivan la motivación por su estudio (Díaz, et al., 2001; Galagovsky, 2007).

El enfoque de aprendizaje basado en el contexto, que se ha venido implementando en las aulas de ciencias recientemente, es una estrategia didáctica propicia para mejorar la motivación y el interés por el aprendizaje mediante el uso de contextos para conectar la ciencia con la vida de los estudiantes, proveyendo un marco en el que los conceptos pueden ser aprendidos y aplicados a la vez, favoreciendo el desarrollo de competencias argumentativas (Broman y Parchman, 2014).

En el marco de las disciplinas, la aproximación contextual podría realizarse a partir de la definición y solución de problemas usuales, que hacen parte de la cotidianidad de cada campo del conocimiento. Según Broman y Parchman (2014), en la enseñanza de la medicina, la contextualización de la tarea apoya sin distraer a los estudiantes; y ayuda a resolver el problema de un aprendizaje estructurado y eficaz, fomentando habilidades de pensamiento crítico más allá de lo enseñado. Por otra parte, la discusión de los dilemas éticos permite observar el progreso significativo en la capacidad de los estudiantes para abordar los problemas (Hanson, 2015).

Por tanto, se hacen convenientes planteamientos didácticos que integren estos elementos, que cristalicen en propuestas particulares. Más aún, estas propuestas deben ser implementadas en el aula y evaluadas de cara a comprobar su verdadera efectividad en relación a variables educativas relevantes, contribuyendo de esta forma a mejorar la educación a través del aporte de evidencias en este ámbito.

Así pues, los objetivos de este estudio son: a) diseñar e implementar una propuesta didáctica fundamentada en el aprendizaje basado en el contexto, para estudiantes de Medicina, de cara a que encuentren significado al estudio de la Química, particularmente de las soluciones, usando como contexto situaciones cotidianas del ejercicio médico, la aproximación cotidiana empática y la ética; b) evaluar dicha propuesta en función de la opinión del propio estudiantado que experimentó la propuesta didáctica.

MÉTODO

El estudio se desarrolló en tres fases: diseño, implementación y evaluación. En la primera fase se diseñó un recurso didáctico para favorecer el aprendizaje del cálculo de las unidades de concentración de las soluciones de estudiantes de Medicina, mediante el trabajo colaborativo entre profesores de química y de medicina. La implementación se llevó a cabo en el segundo semestre de 2022, con un grupo de 66 estudiantes voluntarios, 33 mujeres y 33 hombres, de los 249 inscritos en la asignatura Química Básica para Ciencias de la Salud, de primer semestre de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. La evaluación se realizó a través de un cuestionario diseñado *ad hoc*, respondido de forma anónima para conocer la percepción de los estudiantes después de usar el recurso, con 5 preguntas en escala Likert, donde se pidió a los participantes

indicar su nivel de acuerdo o desacuerdo con unas afirmaciones en relación a sus aprendizajes, según la escala: 1: Totalmente en desacuerdo, 2: Parcialmente en desacuerdo, 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: Parcialmente de acuerdo, 5: En total acuerdo. La pregunta final del cuestionario es en formato abierto, para sugerencias de mejora.



RECURSO DIGITAL INTERACTIVO SOLUCIONES CON EMPATÍA

El recurso se diseñó en [Genially](#), un software gratuito e intuitivo para la elaboración de materiales didácticos interactivos. El nombre *Soluciones con Empatía* es un juego de palabras que indica la temática abordada (soluciones: mezclas homogéneas), pero también hace referencia a que el estudiante debe “solucionar” una serie de retos poniéndose en los zapatos del otro (empatía). El contexto del recurso es el consumo de bebidas alcohólicas, teniendo en cuenta que los licores son soluciones líquido-líquido y que el abuso en el consumo es una problemática real de salud pública con la que el médico se encuentra en la cotidianidad de su práctica.

En este contexto se diseñaron cuatro situaciones con cuatro personajes diferentes -quienes llegan a un consultorio médico por situaciones derivadas del consumo de alcohol- en las que el estudiante debe realizar cálculos de la concentración de los licores, relacionarlas con la normatividad legal y el criterio clínico, para solucionar el dilema ético planteado por cada personaje, como se resume en la Tabla 1.

Se diseñó como presentación interactiva para permitir a cada estudiante tomar su propio camino y sumergirse en las situaciones planteadas en el orden que decida. Al terminar cada ejercicio el estudiante puede ver la forma correcta de realizar los cálculos, y cada dilema ético tiene una explicación desde la práctica médica. El recurso puede verse en el enlace: [Soluciones con Empatía](#).

Tabla 1: Personajes, situaciones y retos de *Soluciones con Empatía*.

PERSONAJE	SITUACIÓN	EJERCICIOS SOBRE SOLUCIONES	DILEMA ÉTICO
 Mujer trabajadora desilusionada del amor	Mujer con el corazón destrozado se toma unas cervezas y al otro día se siente muy mal para ir a trabajar.	Calcular los mL de alcohol consumidos a partir del % Vol. Calcular la concentración molar de alcohol en sangre.	¿Expediría una incapacidad médica para la mujer desilusionada del amor?
	Hombre bailarín quien después de tomarse unos vinos en una fiesta siente que se va a morir.	Calcular los mL de alcohol consumido a partir del % Vol. Determinar la cantidad de alcohol letal según el peso.	¿Recomendaría al bailarín subir de peso para evitar la muerte por consumo de alcohol?

Hombre alegre y muy bailarín



Joven exitosa adicta al trabajo

En la celebración de su cumpleaños en la oficina se toma un vaso de ginebra y pierde la licencia de conducción.

Calcular la concentración de etanol en sangre expresada en

gr etanol/dL de sangre.

Calcular el tiempo de suspensión de la licencia según el grado de alcohol y la normatividad colombiana.

¿Ayudaría a la joven exitosa adicta al trabajo certificando que estaba apta para conducir?



Viejito pero sabroso

Después de unas copas viaja en bicicleta y tiene un accidente.

Relacionar la concentración molar de alcohol en sangre con el riesgo relativo de accidente.

Calcular el grado de embriaguez a partir de la concentración en g/dL y la normatividad colombiana.

¿Alteraría el resultado del examen de alcoholemia del paciente, para que el seguro asuma los costos del accidente?

RESULTADOS

Cuestionario

En la Tabla 2 se resumen las respuestas para las cinco afirmaciones del cuestionario, indicando el porcentaje de participantes que seleccionó cada valor de la escala.

Tabla 2. Respuestas a las preguntas diseñadas en escala Likert.

AFIRMACIÓN	1	2	3	4	5
1. El contexto clínico del recurso es apropiado para favorecer el aprendizaje con sentido del tema.	0.0%	0.0%	0.0%	2.9%	97.1%
2. Usar el recurso mejora mi percepción sobre la importancia del tema para mi vida profesional.	0.0%	0.0%	8.8%	5.9%	85.3%
3. El contexto clínico y ético del recurso mejoran mi motivación hacia el aprendizaje del tema.	0.0%	0.0%	2.9%	5.9%	91.2%
4. El recurso facilita el aprendizaje autónomo sobre las formas de expresar la concentración de las soluciones.	0.0%	0.0%	2.9%	23.5%	73.5%
5. Usar el recurso mejora mi destreza en el cálculo de la concentración de las soluciones.	0.0%	0.0%	2.9%	32.4%	64.7%

La mayoría de los estudiantes estuvo completamente de acuerdo con que el contexto clínico y ético del recurso didáctico *Soluciones con Empatía* mejoró su motivación por el tema y la percepción sobre la importancia de las soluciones para su vida profesional, favoreciendo el aprendizaje significativo de las unidades de concentración de las soluciones. En menor medida, según las percepciones de los participantes, el recurso facilita el aprendizaje autónomo del tema y mejora la destreza en el cálculo de la concentración.

Pregunta abierta

En esta pregunta, que no era obligatoria, se pidió a los participantes consignar sugerencias de mejora del recurso. Las respuestas se organizaron en cuatro categorías, que se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3: Sugerencias para mejorar el recurso.

CATEGORÍA	CANTIDAD	EJEMPLO
Nuevas temáticas	7	<i>“Me gustaría que no solo se aplicara este recurso al tema de concentración de las soluciones, sino también abarcar otras temáticas de la materia”</i>
Más personajes/casos	2	<i>“Aumentar un poco más los casos/personajes”</i>
Diseño	1	<i>“Probablemente el manejo de los colores y un poco el diseño visual. En general todo muy bien”</i>
Divulgación	1	<i>“Quizá el haberla recomendado antes en el curso”</i>

De las once sugerencias aportadas, solo una hace referencia a mejorar el diseño visual y los colores del recurso, mientras que las otras diez indican satisfacción general con el recurso, al sugerir ampliar las temáticas y/o los personajes, o recomendar el recurso antes del curso.

DISCUSIÓN

El recurso didáctico *Soluciones con Empatía* se construyó mediante un ejercicio de reflexión docente orientado por preguntas sobre el qué y el cómo enseñar y aprender química, y el para qué de estos aprendizajes en estudiantes de carreras diferentes a Química, como Medicina.

La discusión sobre qué y cómo enseñar ciencias no es nueva, y aunque no está libre de tensiones, hay un cierto grado de consenso sobre el valor de construir los currículos de ciencias a partir de problemas reales, en lugar de ejercicios memorísticos. Según Chamizo e Izquierdo (2005), los estudiantes competentes no deben ser capaces solamente de resolver ejercicios disciplinares siguiendo una “receta”, también deben ser capaces de identificar problemas de su entorno, para que los conceptos que deben aprender tomen sentido en el marco de su formación profesional.

En *Soluciones con Empatía*, las situaciones, preguntas y dilemas basados en el contexto buscan superar la dicotomía ejercicios/problemas, de tal manera que los estudiantes comprendan la importancia de resolver ejercicios sobre unidades de concentración para encontrar soluciones a problemas cotidianos de la práctica y la ética médica, y de este modo, sean ellos mismos quienes se respondan las preguntas sobre el por qué y el para qué de los aprendizajes.

De esta manera, las percepciones positivas de los estudiantes sobre el efecto del recurso en el aprendizaje y la motivación fueron propiciadas por el trabajo reflexivo de los docentes durante la etapa de diseño, en la que establecieron diálogos entre el conocimiento disciplinar, el conocimiento pedagógico del contenido y el conocimiento tecnológico, con el propósito de encontrar mejores formas de promover el aprendizaje de los estudiantes.

El ejercicio pedagógico, dialógico y reflexivo se convirtió en un escenario para la formación mutua, en el que los docentes mejoraron sus prácticas y fortalecieron sus capacidades para el diseño de mejores ambientes de aprendizaje, compartiendo experiencias y conocimientos con sus pares.

CONCLUSIONES

Se ha diseñado un recurso didáctico basado en la metodología de aprendizaje basado en el contexto, usando situaciones cotidianas del ejercicio médico y la ética médica. La valoración de los estudiantes que usaron el recurso fue positiva, entendiéndose que la metodología proporciona un enfoque adecuado para diseñar mejores estrategias didácticas que favorezcan la motivación y el aprendizaje de la Química en estudiantes de Medicina.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemán, B., Navarro, O., Suárez, R., Izquierdo, Y. y Encinas, T. (2018). La motivación en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje en carreras de las Ciencias Médicas. *Revista Médica Electrónica*, 40(4), 1257-1270.
- Broman., K. y Parchmann, I. (2014). Students application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chemistry Education Research and Practice* 15, 516-529. <https://doi.org/10.1039/D1RP00291K>
- Chamizo, J., Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 46, 9-17.
- Díaz, R., Valdés, C., Hernández, S., Vega, Á., Fajardo, B., y Pedrosa, A. (2001). Valoración del nivel de conocimiento y habilidades con que ingresan los estudiantes a la carrera de medicina. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 15(2), 172-179
- Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. aprender química: Una ecuación que no está balanceada. *Revista Química Viva*, 6, 1-13.
- Hanson Mark, J. (2015). Introducing ethics to chemistry students in a “Research. Experiences for Undergraduates” (REU) program. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 43(2), 76-80. <https://doi:10.1002/bmb.20856>
- Leou, M., Abder, P., Riordan, M., y Zoller, U. (2006). Using ‘HOCS-centered learning’ as a pathway to promote science teachers’ metacognitive development. *Research in Science Education*, 36(1-2), 69–84. <https://doi:10.1007/s11165-005-3916-9>

STEM F2F and F2S flipped-class comparison in students' perception and emotion during the COVID-19 pandemic

Jin Su Jeong¹, David González-Gómez¹.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Facultad de Formación del Profesorado (Cáceres). Universidad de Extremadura, Spain.

jin@unex.es¹; dggomez@unex.es².

ABSTRACT: Due to the COVID-19 pandemic, it is necessary an adaptation to on-line education and flipped-class can support it. This research presents students' perception and emotion comparison in two different environments, face-to-face (F2F) and face-to-screen (F2S) by using a flipped-class methodology for a science, technology, engineering, and mathematics (STEM) course. With a total of 141 students (70 and 71 respectively), F2F participants' perceptions and emotions were significant difference comparing with F2S participants. According to effect size (ES), the perception questionnaires were more significantly different for both F2F and F2S after realizing the course. Also, ES exposed that the positive emotions were more significantly different variables towards the course. F2F samples through the principal component analysis (PCA) were grouped in the positive emotions, but F2S samples were grouped in the negative emotions. Thus, F2F flipped-class in a STEM course was more effective instruction methodology that created classes more interactive.

KEYWORDS: STEM education; COVID-19; Flipped-class; Teaching innovations; Affective domain.

RESUMEN: Debido al COVID-19, es necesaria una adaptación a la educación online, y la clase invertida puede apoyarla. Esta investigación presenta una comparación entre la percepción y emociones de los estudiantes en dos entornos, presencial (F2F) y virtual (F2S) mediante una metodología de clase invertida aplicada a una asignatura de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). De los 141 estudiantes, los 70 pertenecientes al grupo F2F mostraron diferencias en la percepción y emociones en comparación con los 71 participantes del grupo F2S. Según el tamaño del efecto (ES), los cuestionarios de percepción mostraron diferencias más significativas para F2F y F2S después del curso. Además, el ES mostró que las emociones positivas fueron significativamente más diferentes. Según el análisis de componentes principales (PCA), las preguntas F2F se agruparon en emociones positivas, pero las preguntas F2S se agruparon en emociones negativas. La clase invertida F2F fue más eficaz y propició clases más interactivas.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM; COVID-19; Clase invertida; Innovación educativa; Dominio afectivo.

INTRODUCTION

The university education environments have been changed due to the emergence of COVID-19 pandemic, which occurred one of the greatest challenges we could face. The current and traditional teaching/learning methodologies are necessary to adapt the virtual and on-line environments that are requiring a great transition effort for both professors and students (Bacelar-Nicolau et al., 2009; Crawford et al., 2020). Although it can be affirmed that the adaptation to the new reality by the university institutions has been considered as a relatively successful process in general terms, there are still difficulties and disadvantages in the use of virtual and on-line systems entirely for both professors and students (Fauci et al., 2020).

The flipped-class methodology can be a very adequate strategy for fulfilling the health requirements that many educational institutions are necessary to reduce the students' attendance significantly (Dooley et al., 2018; Zamora-Polo et al., 2019). Various studies showed that flipped-class in a science, technology, engineering and mathematics (STEM) course entailed an improvement of the teaching/learning process, not only in cognitive domains along with academic performance, but also in affective domains (Kemp and Grieve, 2014; Blair et al., 2016). Mainly, due to the incorporation of active learning strategies, it could be implemented because of having more time available in the classroom (Cao et al., 2020).

The objective of study is to examine students' perception and emotion comparison in face-to-face (F2F) and face-to-screen (F2S) environments with a flipped-class methodology for a STEM course. With a randomized experimental setting, the proposed study was managed with a total of 141 students along with various statistical analyses in 2018/19 and 2019/20 course. Particularly, sample for this study was a sophomore of the primary education bachelor's degree in Spain, respectively 70 and 71 participants. Data consisted of students' survey perception and emotion after completing the course for two different F2F and F2S groups.

MATERIALS AND METHODS

A flipped-class approach was employed in a STEM class during the courses 2018/19 and 2019/20, before and after the COVID-19 pandemic. Both courses were the same flipped-class instruction methodology. F2F environment was used in the first course and F2S environment was used in the second course. The course schedule was including common science issues and educational approaches to teach these contents in primary education.

Participants

A total of 141 students participated for this study in a general science course of the primary education bachelor's degree in Spain during the 2018/19 and 2019/20 course, respectively 70 and 71 corresponding to F2F and F2S. Here, the randomization was not based on any criteria influenced. No constrains were imposed, and the students freely selected whether they wanted to participate in the study or not.

Course contexts

A general science subject as a general STEM course has been taught by 3 hours theoretical contents and 1-hour laboratorial contents per week for the students. With the same theoretical and laboratorial contents of subject for both F2F and F2S groups, the students

had been encouraged active and participatory learnings in two different environments. The flipped-class paradigm participated was presented from the initial course and all students could access all the information through the virtual interface of university Moodle. Here, the students received new flipped-class materials based on the syllabus and could prepare the class while watching the flipped-class materials before the class. Then, they can have a “just-in-time” lecture than passively participate in the class.

Data collection and analysis

Through the instruments employed, the data were analyzed qualitatively that the Cronbach alpha test showed the survey questionnaires indicated the validity value of 0.93 and 0.89 (perception and emotion questionnaires, respectively, see Table 1), which were acceptable (Biggs et al., 2001). The data collected were normally distributed by the Kolmogorov–Smirnov test and were checked by t-test as a parametric statistical analysis at 95% confidence level. Thus, the effect size (ES) estimation was executed to gauge the treatment effect extent in accordance with the Rosenthal method (Rosenthal, 1991). Finally, the principal component analysis (PCA) deduced to recapitulated large quantities of data. In all cases in this study, the SPSS statistical software was used to analyze data.

Table 1. The questionnaire items of perception and emotion in the research proposed.

Group of questionnaires	Question	Description
Perception	Q1	I would take another course that used the same scheme as the one followed in this study.
	Q2	The video lectures helped me to learn.
	Q3	Watching the video lectures and revising the provided materials before the class sessions helped me to complete the in-class activities in a more confident manner.
	Q4	Watching the video lectures and revising the provided materials before the lab sessions helped me to easily complete the proposed activities.
	Q5	The completion of multiple-choice on-line quizzes after watching the delivered video lectures allowed me to point out the most complex contents before the class, and, therefore, focus on overcoming them.
	Q6	Discussing with classmates and other collaborative activities helped me to learn.
	Q7	The course as a whole was a valuable learning experience.
	Q8	The course was more interactive when compared with others.
	Q9	The instruction methodology used in this course will be useful to apply in other subjects.
Emotion	Fun, Confidence, Enthusiasm, Tranquility, Nervousness, Concern, Boredom and Fear.	

RESULTS AND DISCUSSION

According to various authors (Blair et al., 2016; Akçayir and Akçayir, 2018), perceptions have been analyzed by studying students’ opinions about the two interventions (F2F and F2S). The students’ perception comparison between F2F and F2S groups indicated that

The results indicated that F2F answers were located mainly in the positive emotion part of PC1, while F2S answers were grouped in the negative part of PC1. No sample grouping was observed in both groups for the perception questionnaires. Particularly, PC1, which represented the effect of the instruction methodology in the emotion toward science of students, was able to distinguish between F2F and F2S groups, presenting positive emotion for the group of F2F.

CONCLUSIONS

In this study, with a teaching methodology based on the flipped-class applied and compared to a STEM course, F2F and F2S perception and emotion of the students were analyzed. The obtained results indicated that there were significant differences between the students' perception and emotion. Particularly, the ES of Q7, Q8 and Q9 in perception questionnaires validated by Cronbach Alpha test showed more significantly different for both the F2F and F2S after realizing the course. Also, it exposed those positive emotions were more significantly different variables towards the course. According to the PCA, the F2F questionnaires were grouped in the positive emotions, but the F2S questionnaires were grouped in the negative emotions. Therefore, this study points to the greater effectiveness of the F2F flipped-class systems, at least in scientific disciplines, in terms of promoting positive emotions towards learning.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Consejería de Economía y Agenda Digital de la Junta de Extremadura (España) and FEDER funds (projects IB18004 and GR21047) and the FEDER (proyectos IB18004 y GR21047) and Ministerio de Ciencias e Innovación (Proyecto PID2020-115214RB-I00/AEI/10.13039/501100011033) for the funding received, which has made it possible to carry out this research.

BIBLIOGRAFIC REFERENCES

- Akçayir, G., and Akçayir, M. (2018). The flipped classroom: a review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334-345. <https://doi:10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Bacelar-Nicolau, P., Caeiro, S., Martinho, A., Azeiteiro, U. M., and Amador, F. (2009). E-Learning for the environment: The Universidade Aberta (Portuguese open distance university) experience in the environmental sciences Post-Graduate courses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10, 354-367. <https://doi:10.1108/14676370910990701>
- Biggs, J. B., Kember, D., & dan Leung, D. Y. P. (2001). The revised two-factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 133-149. <https://doi.org/10.1348/000709901158433>
- Blair, E., Maharaj, C., and Primus, S. (2016). Performance and perception in the flipped classroom. *Education and Information Technologies*, 21(6), 1465-1482. <https://doi:10.1007/s10639-015-9393-5>
- Cao, W., Fang, Z., Hou, G., Han, M., Xu, X., Dong, J., & Zheng, J. (2020). The psychological impact of the COVID-19 epidemic on college students in China. *Psychiatry Research*, 287, 112934. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112934>
- Crawford, J., Butler-Henderson, K., Rudolph, J., & Glowatz, M. (2020). COVID-19: 20 Countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied Teaching and Learning*, 3(1), 9-28. <http://dx.doi.org/10.37074/jalt.2020.3.1.7>

- Dooley, L. M., Frankland, S., Boller, E., & Tudor, E. (2018). Implementing the flipped classroom in a veterinary pre-clinical science course: Student engagement, performance and satisfaction. *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(2), 195–203. <https://doi.org/10.3138/jvme.1116-173r>
- Fauci, A. S., Lane, H. C., & Redfield, R. R. (2020). COVID-19 - Navigating the uncharted. *New England Journal of Medicine*, 382(13), 1268-1269. <https://doi.org/10.1056/NEJMe2002387>
- González-Gómez, D., Jeong, J. S., Gallego-Picó, A., & Cañada, F. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del Grado de Educación Primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación Química*, 29(1), 77-88. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., & Cañada-Cañada, F. (2020). How does a flipped class-room course affect the affective domain toward science course? *Interactive Learning Environments*, 29(5), 707-719. <https://doi:10.1080/10494820.2019.1636079>
- Kemp, N., & Grieve, R. (2014). Face-to-face or face-to-screen? Undergraduates' opinions and test performance in classroom vs. online learning. *Frontiers in psychology*, 12, 1–11. <https://doi:10.3389/fpsyg.2014.01278>
- Marshall, S. (2011). More Face to Face, Less Face to Screen. *The Chronicle of Higher Education*. <https://www.chronicle.com/article/More-Face-to-Face-Less/126163>
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research (2nd Ed.)*. Sage.
- Zamora-Polo, F., Corrales-Serrano, M., Sánchez-Martín, J., & Espejo-Antúnez, L. (2019). University students training in general science using an active-learning merged pedagogy: gamification in a flipped classroom. *Education Sciences*, 9(4), 297. <https://doi:10.3390/educsci9040297>

Transformando una actividad clásica en indagatoria: el germinado de semillas en la formación inicial de maestros¹

Hortensia Morón-Monge¹, Antonio García Carmona².

¹ Universidad de Sevilla, hmoron@us.es.

² Universidad de Sevilla, garcia-carmona@us.es.

RESUMEN: Se presenta una experiencia de aprendizaje basada en la indagación, realizada con futuros maestros de Educación Primaria. La experiencia pone de relieve cómo una actividad tan habitual en las escuelas de niveles elementales, como es la germinación de semillas, se puede enfocar desde una perspectiva indagadora para promover el desarrollo de competencias científicas básicas en el alumnado. Para ello, se describen las fases, tareas y acciones de la experiencia, junto con algunos resultados de su implementación, relativos a las hipótesis que los estudiantes de maestro formularon, así como las variables que identificaron y manejaron.

PALABRAS CLAVE: actividades experimentales, formación del docente, germinado y crecimiento vegetal, indagación

ABSTRACT: An inquiry-based learning experience is presented, which was conducted with pre-service primary teachers. The experience highlights how an activity as common in elementary schools as seed germination can be approached from an inquiring perspective to promote the development of basic scientific competences in pre-service primary teachers. For this, the phases, tasks, and actions of the experience are described together with some results of its implementation related to the hypotheses that the pre-service primary teachers formulated, and the variables identified and handled by them.

KEYWORDS: experimental activities, teacher training, sprouting and plant growth, inquiry

INTRODUCCIÓN

La educación científica orientada por la *indagación* se instituye como uno de los enfoques más idóneos para aprender ciencias, haciendo ciencia (Harlen, 2013). En esta perspectiva, las *actividades experimentales* (AEx) juegan un papel importante (García-Carmona et al., 2017, 2018); las cuales se conciben como aquellas actividades escolares en las que los estudiantes son desafiados con preguntas estimulantes a observar, investigar y desarrollar una comprensión del mundo físico mediante experiencias directas con los fenómenos, o manipulando objetos y materiales (SCORE, 2013).

En el currículum de ciencias para Educación Primaria, en España, la promoción de AEx se sugiere de manera explícita: “[el alumnado] realiza experiencias sencillas y pequeñas investigaciones planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, realizando, extrayendo conclusiones, y comunicando los resultados”

¹ Trabajo enmarcado en el proyecto EDU2017-82505-P, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (Gobierno de España)

(Ministerio de Educación, 2014) (p. 18; corchete añadido). El desarrollo de AEx, y en especial aquellas que se desarrollan como indagaciones de carácter más abierto (Cruz-Guzmán et al., 2017), supone algunos desafíos didácticos importantes para el alumnado; sobre todo, en relación con la formulación de preguntas investigables (Cruz-Guzmán et al., 2017), la emisión de hipótesis científicas (Oh, 2010), la identificación y manejo de variables (Schwichow et al., 2016) y el diseño de experimentos (García-Carmona et al., 2017).

A pesar del potencial didáctico de las AEx, su implementación en las aulas españolas de Educación Primaria sigue siendo una asignatura pendiente (Cañal et al., 2013), principalmente porque suele plantearse de un modo bastante superficial, sin que el alumnado reflexione sobre qué tiene que indagar, para qué y cómo hacerlo (Hodson, 2005). Por tal motivo, es preciso tratar de manera adecuada este enfoque en la formación inicial de maestros de ciencias de Primaria (Cañal et al., 2016). Una buena forma sería mediante la participación en AEx y la reflexión sobre su valor didáctico (García-Carmona et al., 2018), de manera que los futuros maestros puedan experimentar de primera mano indagaciones escolares que, además, les sirvan de referentes para sus diseños didácticos basados en la indagación (Cortés & Gandara, 2007; García-Carmona et al., 2017). Hace años que, desde la formación inicial de maestros de Primaria en España, se viene trabajando el enfoque didáctico basado en la indagación (e.g., Cortés & Gándara 2007). Sin embargo, todavía se observa la necesidad de un mayor desarrollo e implementación (Vílchez & Bravo, 2015; García-Carmona et al., 2018). En particular, los estudios que analizan cómo los estudiantes de maestro transitan por los distintos estadios de una AEx son escasos (García-Carmona, 2020).

Conscientes de ello, se presenta el diseño y algunos resultados de una experiencia educativa para el aprendizaje como indagación, implementada con futuros maestros de Educación Primaria, que usó como contexto la temática del germinado y crecimiento de las semillas. Se pretende con ello, además, poner de relieve cómo una actividad *clásica* se puede aprovechar, y transformar en una AEx, para favorecer en los estudiantes de maestro el desarrollo de competencias básicas para hacer indagaciones científicas escolares.

DISEÑO DE LA PROPUESTA

Participantes

La experiencia se realizó con 68 estudiantes (31 hombres y 37 mujeres) con un rango de edad entre 19-24 años y de media 21,2 años que cursaban la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales en 2º curso del Grado en Educación de Primaria de la Universidad de Sevilla. La asignatura es de carácter anual (9 créditos) y tiene entre sus objetivos iniciar a los estudiantes de maestro en el aprendizaje de la ciencia basado en la indagación. Esto se concreta, primeramente, en que los estudiantes participen en AEx para experimentar cómo se aprende sobre fenómenos de la naturaleza indagando; y, luego, en que aprendan a diseñar sus propias AEx como futuros maestros de ciencias. Antes del comienzo de la experiencia, ninguno de los estudiantes había anteriormente realizado una AEx o formación específica al respecto.

Proceso de enseñanza-aprendizaje

Para desarrollar la experiencia, los estudiantes de maestro se organizaron en pequeños grupos de trabajo (11 grupos en total) para hacer una AEx sobre el germinado de las semillas y las condiciones que son necesarias para su crecimiento. Se seleccionó este

fenómeno porque suele ser muy recurrente en las escuelas de niveles elementales, normalmente reproducido con la semilla de judía, algodón y un vaso de yogur (Márquez & Pedreira, 2005). Sin embargo, la experiencia se emplea normalmente para que los estudiantes adquieran conocimientos disciplinares (i.e., descripción y observación de las partes de la planta) mediante un proceso muy pautado por el docente (Márquez & Pedreira, 2005); de forma que no se promueven habilidades escolares para la indagación científica. Por tanto, se pierden oportunidades para que el alumnado aprenda ciencias, haciendo ciencia, al analizar dicho fenómeno. Esto se refleja en los conocimientos limitados o inadecuados sobre el crecimiento de las plantas del alumnado cuando llega a niveles superiores (Charrier et al., 2006), con concepciones como que las semillas germinan mejor con luz; el oxígeno no se relaciona con la respiración; o que, en el estadio de embrión de la planta o semilla, su nutrición no es autótrofa (Charrier et al., 2006).

Primeramente, los estudiantes de maestro, en grupos, debía delimitar sus propias preguntas de indagación sobre la problemática seleccionada (germinación de las semillas), dependiendo de lo que quisieran analizar: si germina igual las semillas con agua destilada que del grifo, si influye el número de semillas en la velocidad de germinado, si pueden germinar solo con agua o también con otros líquidos como Coca-Cola, etc. El proceso se describe en la tabla 1, donde vemos que la experiencia está dividida en tres grandes momentos (introducción, desarrollo y síntesis), implementados en seis sesiones de clase. La fase del desarrollo es la que ocupó la mayor parte de la experiencia, ya que es donde los estudiantes de maestro diseñan las AEx, llevan a cabo las observaciones de las semillas y la recogida de datos e interpretación.

Tabla 1: Descripción de la experiencia educativa

Momentos	Sesiones	Finalidades	Tareas y Acciones
I. Introducción	1.S (1hora)	Creación de situación que provoque el interés sobre la temática. Y exploración de ideas previas (las plantas: desarrollo y crecimiento).	<ul style="list-style-type: none"> • Pregunta inicial planteada: ¿Qué habéis comido hoy? • Responde la educadora a la pregunta: <i>Yo hoy he comido un plato de embriones con caldo.</i> • Pregunta siguiente planteada: ¿Os gustan los embriones?, <i>yo llevo unos pocos en el bolsillo sin cocer.</i> • Se muestra unas semillas de legumbres y se presenta la AEx que se va a realizar bajo el problema general: <i>¿Qué necesita una semilla para germinar?</i>
II. Desarrollo de la AEx	1.S (1 hora)	A. Introducción y preparación previa de la AEx	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la actividad: objetivos, tareas, recursos y metodología de trabajo. • Aporte de información básica sobre las semillas y su proceso de germinado.
		B. (Pre-AEx): Reflexión previa al desarrollo de la AEx y planificación de las fases de la AEx por los grupos	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del <i>guion de preguntas para reflexionar</i> sobre la AEx antes de comenzar y planificación de la AEx. • Cada grupo define las diferentes etapas que configuran la AEx, y la educadora las supervisa a fin de determinar posibles dificultades y orientar sobre cómo superarlas. • Puesta en común: cada grupo expone el problema de investigación seleccionado y el diseño específico de su indagación para resolverlo. • Revisión de los diseños iniciales tras la puesta en común.
	3.S (1 hora)	C. (Durante-AEx): puesta en marcha de los diseños, observación del fenómeno, recogida	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentación: los grupos llevan a cabo su experiencia de forma autónoma, mientras la educadora supervisa. • Presentación de un <i>ejemplo de instrumento de recogida y observación de los datos</i> (en función de

		de datos y puesta en común de los primeros resultados	las demandas y/o dificultades que manifiesten los grupos). • Realización de observaciones semanales de la evolución de las semillas y su germinado.
III. Síntesis y Reflexión	1.S (2 horas)	<i>Post-AEx:</i> Reflexión de los aprendizajes derivados de la AEx	• Cada grupo registra en su diario de clase sus reflexiones sobre la AEx • Tras tres observaciones (tres semanas de crecimiento), se discuten los primeros resultados y se comparten con toda la clase.

RESULTADOS

Se presentan algunos de los resultados más desatcados de la AEx que los grupos diseñaron; relativos a las hipótesis iniciales que formularon y las principales variables que decidieron estudiar. En relación con las hipótesis, estas se corresponden con las ideas previas que manejan los estudiantes de maestro sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas (tabla 2).

Como se observa, estas ideas son similares a las señaladas en trabajos anteriores (Charrier

Tabla 2. Síntesis de las principales hipótesis, a modo de ideas previas

Momento: Desarrollo de la AEx (B) en la que se formulan las principales Hi (ideas previas)

- No se concibe las semillas como embriones vegetales. En este sentido no reconocen que las necesidades ambientales para el germinado y crecimiento de las plantas son distintas en cada etapa.
- La luz es un elemento básico para el germinado de las plantas, siendo un factor destacado en todos los grupos.
- El agua es también un factor clave para el desarrollo de las plantas, pero sin considerar que la cantidad de agua necesaria durante el proceso de germinación y el de crecimiento serán distintas.
- Variables como el tipo de sustrato, recipiente usado para la germinación de las semillas, número de semillas depositadas en cada vaso, lugar para el germinado, etc., son condiciones no valoradas al comienzo de los diseños.

et al., 2006). Otras ideas previas, o hipótesis de partida, que tienen gran relevancia en el diseño de la AEx se relacionan con la selección y control de variables. Observamos las mismas dificultades de identificación y manejo de variables en AEx que en otros estudios (Schwchow et al., 2016). Por ejemplo, en la figura 1 vemos cómo los estudiantes no atienden, al comienzo de sus diseños, a variables como el tipo de recipiente (recipientes de distinta profundidad y transparencia), que condiciona el germinado de las semillas y su crecimiento. Igualmente, se observa cómo después de obtener unos primeros resultados (observaciones semanales), intentan corregirlo usando papel alrededor de los vasos para así corregir la variable luz. En la tabla 3 se compilan las distintas variables que los grupos consideran en el diseño de sus AEx. La *variable estudiada* se refiere a aquellas variables sobre las que van a realizar su diseño de la AEx. Por lo contrario, las *variables constantes*, son aquellas que reconocen explícitamente los estudiantes de maestro que pueden condicionar el germinado, pero que no van a estudiarlas. Llama la atención que, mientras hay grupos que reconocen una *variable constante* o ninguna (grupos: 5, 6 y 9), otros reconocen hasta más de tres variables (grupos: 4, 7 y 8). En el caso de la *variable estudiada*, se observa que también existe mucha diversidad entre los grupos, siendo la *luz* una de las variables más reconocidas por la mayoría de los grupos (1, 3, 8, 9 y 11). Además, la mitad de ellos atienden en sus AEx a más de una variable e incluso a más de dos (grupos 3 y 1); o hasta cuatro variables, como sucede con el grupo 3.

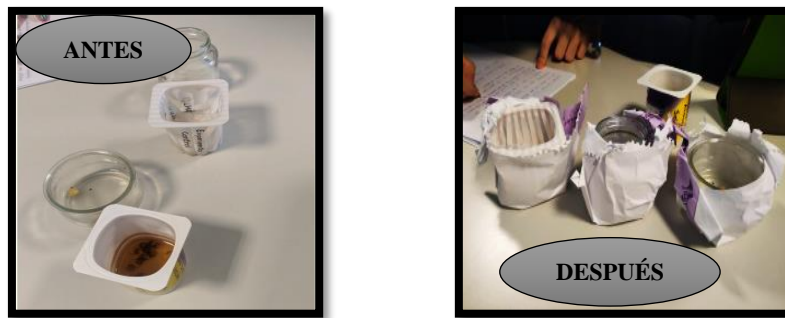


Figura 1: Variables tipo de recipiente

Tabla 3 Relación de variables estudiadas y constantes

GRUPO	VARIABLES ESTUDIADAS	VARIABLES CONSTANTES
Grupo 1	Luz	Agua, luz y temperatura
Grupo 2	Tipo de sustrato (corchopan/algodón)	Agua y luz
Grupo 3	Luz, tipo de agua (destilada/grifo), tipo de sustrato, intercambio gases	Temperatura y grado de humedad
Grupo 4	Tipo de agua (destilada/grifo)	Luz, humedad, tipo de semilla, tipo de sustrato y temperatura.
Grupo 5	Tipo de sustrato	-
Grupo 6	Humedad y temperatura	Luz
Grupo 7	Nº de semillas	Agua, luz, temperatura y espacio
Grupo 8	Luz y temperatura	Nº de semillas, agua y tipo de recipiente o vaso
Grupo 9	Luz	-
Grupo 10	Tipo de legumbre (lenteja/garbanzo) y sustrato (algodón)	Agua, temperatura y nutrientes
Grupo 11	Humedad, luz y temperatura	Nº de semillas, recipientes y posición entre los algodones

CONCLUSIONES

Por razones de espacio, en este trabajo solo se han mostrado algunos de los resultados de la implementación de la experiencia (hipótesis e identificación y manejo de variables). Sin embargo, fueron muchas más cuestiones las que atendieron durante el desarrollo de la AEx: la diversidad de diseños que pueden llegar a realizar a partir de una misma problemática (el germinado y el crecimiento de las semillas), la dificultad que entrama plantear diseños que atiendan a las problemas iniciales formulados o capacidad de interpretar los datos recogidos por parte del futuro maestro. Esta variedad de aspectos revela las oportunidades didácticas que puede ofrecer esta experiencia educativa clásica (germinado de semillas), si se plantea desde una perspectiva indagadora *flexible*; esto es, con un nivel de apertura que se va determinando en función de las necesidades y demandas del alumnado, a medida que avanza el desarrollo de la AEx. De este modo, los estudiantes van superando las distintas acciones a desarrollar en cada etapa de la AEx, con la ayuda ajustada del educador a su ritmo y necesidades de aprendizaje. Ello conlleva que el educador esté en constante observación y supervisión de la evolución de los estudiantes para detectar qué dificultades u obstáculos presentan, a fin de proporcionarles el apoyo pedagógico apropiado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cañal, P., Criado, A. M., García-Carmona, A., & Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de Educación Infantil y Primaria: Concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación en la Escuela*, 81, 21–42.
- Cañal, P., García-Carmona, A., & Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Paraninfo.
- 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.
- Cortés, A. L. & 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.
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2017). An analysis of the questions proposed by elementary pre-service teachers when designing experimental activities as inquiry. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1755-1774.
- García-Carmona, A. (2020). Prospective elementary teachers' abilities in tackling a contextualized physics problem as guided inquiry. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42, e20190280.
- García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, 47(5), 989-1010.
- García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cruz-Guzmán, M. (2018). Prospective primary teachers' prior experiences, conceptions, and pedagogical valuations of experimental activities in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 237-253.
- Harlen, W. (2013). *Assessment & inquiry-based science education: Issues in policy and practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme.
- Hodson, D. (2005). Redefining and reorienting practical work in school science. In *Teaching science* (pp. 166-171). Routledge.
- Márquez, C., & Pedreira, M. (2005). Dialogar sobre lo esencial: una propuesta de trabajo en la clase de ciencias. *Alambique*, 44, 105-112.
- Ministerio de Educación. (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*.
- Oh, P. S. (2010). How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry activities of earth science. *International Journal of Science Education*, 32(4), 541–560.
- Schwichow, M., Christoph, S., Boone, W. J., & Härtig, H. (2016). The impact of sub-skills and item content on students' skills with regard to the control-of-variables strategy. *International Journal of Science Education*, 38(2), 216-237.
- Science Community Representing Education [SCORE]. (2013). *Resourcing practical science in primary schools*. SCORE.
- Vílchez, J. M., & Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 185-202.

Diseño de una propuesta didáctica basada en modelización para abordar la noción de ser vivo

Rosa Esperanza Galera-Flores¹, Natalia Jiménez-Tenorio², José María Oliva³.

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. rosa.galera@uca.es

² Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. natalia.jimenez@uca.es

³ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN: Se presenta una secuencia de enseñanza-aprendizaje, inserta en una investigación de diseño, dirigida a mejorar la comprensión del modelo de ser vivo en estudiantes de magisterio. Esta propuesta se compone de trece sesiones estructuradas en cuatro bloques de acuerdo al modelo escolar de ser vivo, siguiendo las fases de la estrategia didáctica de modelización y un itinerario de progresión en el que se incluyen cuatro hitos de aprendizaje. Asimismo, se han introducido recursos propios de esta estrategia como analogías, simulaciones y experimentos mentales.

PALABRAS CLAVE: Investigación de diseño, modelo de ser vivo, secuencia de enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT: A teaching-learning sequence is presented, inserted in a designed based research, aimed to improve the knowledge of the living being model in teaching students. This proposal consists of thirteen sessions structured in four blocks according to the school model of living being, following the phases of the modelling strategy and a progression itinerary that includes four learning milestones. Likewise, resources specific to this strategy have been introduced, such as analogies, simulations and thought experiments.

KEYWORDS: Designed based research, living being model, teaching-learning sequence.

INTRODUCCIÓN

La modelización supone una estrategia de interés en la enseñanza de las ciencias ya que favorece procesos de construcción, revisión y evaluación de modelos, proporcionando también ocasiones para la reestructuración del conocimiento (Justi y Gilbert, 2002; Canedo-Ibarra et al., 2012). Además, este tipo de estrategia didáctica trata de buscar una participación activa del alumnado, donde el profesor actúa como guía a través de preguntas o reflexiones, permitiendo a los estudiantes explorar en su conocimiento (Crujeiras y Jiménez, 2018).

Es frecuente encontrarse estas secuencias didácticas de modelización insertas en el marco de investigaciones basadas en el diseño, ya que éstas permiten conocer los mecanismos que utilizan los estudiantes para expresar sus ideas sobre un tópico (Lo et al. 2019), debido a que pasan por diferentes fases sucesivas: diseño, ejecución, análisis y mejora de una intervención didáctica (Romero-Ariza, 2014; Ryu, 2020).

Asimismo, durante el aprendizaje basado en modelización es común la utilización de recursos instrumentales que faciliten la evolución de los mismos. Algunos de estos

recursos son, por ejemplo: las analogías (comparaciones entre un objeto o fenómeno y un análogo que permiten acercar el modelo de aprendizaje a otros cercanos al estudiante), las simulaciones y animaciones (sistemas digitales dinámicos que permiten observar la relación entre los modelos y la realidad facilitando la visualización de objetos abstractos), los experimentos mentales (razonamientos y experiencias realizadas mentalmente en torno a determinados fenómenos sin necesidad de que se ejecuten), o las maquetas (representaciones materiales de la realidad que permiten observar sistemas abstractos a una escala diferente) (Aragón-Méndez y Oliva, 2020).

En el ámbito de la ciencia escolar es importante conocer el modelo de ser vivo ya que supone una base sobre la que se articula la mayoría de los contenidos de biología. Este modelo, a pesar de ser estudiado desde las etapas iniciales de la educación, presenta una serie de dificultades de aprendizaje en los estudiantes que persisten a lo largo del ciclo educativo. El ser vivo ha de ser entendido como un sistema complejo capaz de realizar las tres funciones vitales, es decir, intercambia materia y energía con el entorno y lo modifica (nutrición), puede captar estímulos y generar respuestas (relación), puede generar descendencia transmitiéndoles sus características (reproducción), y está formado por una o más células, unidad estructural y funcional de los seres vivos (García, 2005). Pero para que los estudiantes comprendan qué es o no un ser vivo no basta con memorizar esta definición, sino que es necesario un proceso donde el alumno asimile y acomode estas ideas, dándole un sentido global. Esto es, es preciso que construya un modelo.

Por ello, el objetivo de esta comunicación es presentar la secuencia de enseñanza-aprendizaje diseñada desde enfoques de modelización dentro del contexto de una investigación basada en el diseño, para promover la evolución del saber de los estudiantes en torno a la idea de ser vivo hacia un modelo escolar del mismo.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta didáctica se configura alrededor de 13 sesiones de una hora y media y se dirige a estudiantes de tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz, en el marco de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I. Los principios de diseño que hemos seguido ha sido:

1. Incluir metodología de trabajo individual y grupal, fomentando una participación activa y reflexiva del alumnado.
2. Conectar la teoría con la realidad, relacionando constantemente la experiencia y los hechos conocidos con los modelos generados.
3. Situar la propuesta dentro del enfoque de modelización, para lo que empleamos las fases propuestas por Sanmartí (2000) en el diseño de secuencias didácticas. Esto nos ayudó a establecer una lógica para los ciclos y subciclos en los que se estructuró la secuencia:
 - Exploración de ideas previas: identificar los modelos iniciales que presentan los estudiantes para poder establecer el punto de partida.
 - Introducción de nuevas ideas: favorecer la evolución de los modelos iniciales expresados.
 - Estructuración de nuevos aprendizajes: elaborar conclusiones y expresar el conocimiento aprendido.

- Aplicación y transferencia del conocimiento: utilizar el conocimiento para resolver problemas y nuevas situaciones.
 - Autorregulación, como proceso transversal a lo largo de todas las fases.
4. Utilizar recursos propios de la modelización con el fin de ayudar en la progresión del conocimiento.
5. Desarrollar un itinerario de progresión desde modelos simples y cercanos al alumnado hacia modelos más complejos cercanos al modelo escolar. Este itinerario contenía distintos hitos en el recorrido de aprendizaje:
- Hito 1.- Conocer el modelo de ser vivo, entendiéndose como un sistema que realiza las tres funciones vitales (nutrición, reproducción y relación) y que está formado por células en el ser humano.
 - Hito 2.- Avanzar en el modelo de ser vivo, extrapolando el conocimiento a organismos vegetales.
 - Hito 3.- Incluir en este modelo al resto de los reinos.
 - Hito 4.- Trasladar el conocimiento hacia una visión microscópica del modelo de ser vivo.
6. Emplear el modelo de ser vivo definido como eje vertebrador, centrándonos tanto en la parte funcional como estructural del ser vivo, y, por tanto, abordando las funciones vitales y el concepto de célula. Esto conlleva que la secuencia se divida en cuatro bloques diferenciados:
- Definición de ser vivo.
 - Función de nutrición.
 - Función de reproducción.
 - Función de relación.

TRAMA DE ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA

Teniendo en cuenta lo expuesto, así como las dificultades de aprendizajes encontradas en la bibliografía y un estudio exploratorio previo que hemos realizado sobre el saber que traen los estudiantes de magisterio en relación a este tópico (Galera-Flores, Jiménez-Tenorio y Oliva, 2021), hemos diseñado una secuencia didáctica (Tabla 1). La secuencia está compuesta por 24 actividades y estructurada en trece sesiones y cuatro bloques, siguiendo el ciclo de modelización antes definido y en donde las fases de introducción de información, estructuración y aplicación se repiten en cada uno de los bloques excepto en el primero. Asimismo, entre las actividades se ha hecho uso de analogías, experimentos mentales y simuladores por ser recursos propios del proceso de modelización.

Tabla 1. Propuesta didáctica sobre el modelo de ser vivo.

SESIÓN	ACTIVIDAD	PROPÓSITO DIDÁCTICO
1	Cuestionario inicial	Explorar los modelos iniciales que poseen los alumnos sobre el ser vivo.
2	¿Conocemos a los seres vivos?	Explicitar las ideas de ser vivo que utilizan en su vida diaria.

SESIÓN N	ACTIVIDAD	PROPÓSITO DIDÁCTICO
	Avanzamos en grupo	Introducir nuevas visiones del modelo de ser vivo para profundizar en su definición.
	Hagamos nuestro modelo	Establecer el modelo de ser vivo desarrollado hasta el momento.
3	Esto es un ser vivo	Tomar consciencia del modelo escolar simple de ser vivo.
	¿Qué pasa en otro ser vivo?	Visualizar el modelo en organismos de otros reinos.
4	¡Hora de comer!	Comprender la nutrición como un proceso que integra cuatro aparatos y cuya finalidad es el intercambio de materia y energía en el ser humano.
	¿Cómo nos nutrimos?	Avanzar en el modelo de nutrición en el ser humano.
5	¿Cómo se nutren otros organismos?	Inferir la nutrición en organismos de otros reinos.
6	Recapitulando sobre nutrición	Afianzar el modelo de nutrición en seres vivos.
	¿Qué sabemos de la reproducción?	Explicitar las ideas previas sobre la función de reproducción.
7	¿Quién es quién?	Tomar consciencia de la función de reproducción en el ser humano para comprenderla en las plantas.
	¡Nos ponemos a cultivar!	Introducir los tipos de reproducción (sexual y asexual), así como la existencia de organismos que presentan ambos tipos.
8	De padre a hijos	Profundizar en las diferencias entre reproducción sexual y asexual.
	Profundizando en la reproducción	Avanzar en el modelo de reproducción a nivel celular.
9	Nos ponemos en situación	Reflexionar sobre la influencia de factores internos y externos en el proceso de evolución.
	¡Hora de actuar!	Poner en práctica la predicción de los modelos.
10	¡Que se haga la luz!	Comprender la función de relación como un proceso de captar estímulos y emitir respuestas en el ser humano (analogía).
	¿Qué pasaría?	Comprender la función de relación en organismos de otros reinos.
11	Uniendo ideas. Todo está conectado	Razonar la conexión entre las funciones vitales.
	¡Hora de aplicar el conocimiento!	Tomar consciencia de que la célula es la unidad funcional de los seres vivos.
12	Os presento a Sophie	Crear conflicto con sus ideas intuitivas.
	Hacemos un modelo final	Construir un modelo final explicativo abarcando todo el conocimiento desarrollado en el transcurso de la secuencia.
	¿Son seres vivos?	Comprobar los modelos creados.
13	Cuestionario final	Explicitar los modelos de los alumnos tras la implementación de la secuencia.

El primer bloque está centrado en la definición de ser vivo e incluye las tres primeras sesiones. Tras el cuestionario inicial, que sirve para explorar el saber inicial de los estudiantes, las actividades siguientes nos ayudan a avanzar en sus ideas introduciendo nuevos referentes que les ayudarán posteriormente en el avance de sus ideas.

El segundo bloque (sesiones 4, 5 y 6) se centra en la función de nutrición para entenderla como un proceso de intercambio de materia y energía con el medio. Se comienza con la introducción de ideas que favorecen la reconstrucción de un modelo en el ser humano en el que se refleje la actuación conjunta de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor, trabajando el nivel microscópico y macroscópico. Posteriormente, se traslada el conocimiento aprendido a otros organismos hasta construir un modelo de nutrición aplicable a todos los seres vivos.

El tercer bloque (sesiones 7, 8 y 9) incluye actividades dirigidas a comprender la función de reproducción como un proceso que ocurre a tres niveles: celular, individuo y población. Se parte de una analogía (*¿Quién es quién?*) basada en la reproducción sexual en el ser humano para, después, extrapolarla a los vegetales. Tras esto, se avanza en la visión microscópica de esta función, reestructurando su conocimiento y transfiriéndolo al resto de seres vivos. Se realizan también tanto experimentos mentales (*¡Nos ponemos a cultivar!* y *¡Hora de actuar!*) para introducir la existencia de organismos con reproducción sexual y asexual y el origen de los seres vivos, como simulaciones (*Nos ponemos en situación*) para facilitar la comprensión de la influencia de factores ambientales en la diversidad de especies.

El cuarto bloque (sesiones 10 y 11) se centra en la función de relación, que se interpreta como la emisión de una respuesta ante la presencia de un estímulo. Se trabaja cómo ocurre esta función en el ser humano utilizando para ello una analogía (*¡Que se haga la luz!*). Posteriormente, se traslada este conocimiento a organismos de otros reinos, concretamente plantas y hongos, a través de un experimento mental (*¿Qué pasaría?*), y se acaba con una visión microscópica de esta función.

Finalmente, y aunque a lo largo de toda la secuencia están presentes transversalmente procesos de revisión y autorregulación, las sesiones 12 y 13 incluyen actividades finales específicas de este tipo. En concreto, se orientan a la reflexión sobre todo lo visto poniendo a prueba las ideas desarrolladas con preguntas como: “*¿Un virus es un ser vivo?*”.

CONCLUSIONES

Se ha presentado una propuesta didáctica en el marco de una investigación de diseño, dirigida a maestros en formación inicial. Se trata con ella de lograr un avance en el saber inicial de los participantes en torno a la idea de ser vivo hacia un modelo escolar. La propuesta ha sido ensayada con 56 estudiantes de tercer curso del grado de Maestro de Educación Primaria, utilizando como instrumento de recogida de datos un cuestionario abierto, los diarios del profesor y de un observador externo, y las grabaciones en vídeo y audio del transcurso de las clases. Los resultados preliminares sugieren que la secuencia es fructuosa, ayudando a la progresión del saber de los participantes. Pero, persisten concepciones alternativas que nos hacen replantear la secuencia para generar un diseño de segunda generación que será de nuevo implementado y evaluado con una nueva muestra de estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón-Méndez, M. M. y Oliva, J. M. (2020). Analogías, simulaciones y experimentos mentales para la construcción del modelo del cambio químico. *Educación Química*, 27, 35-41. <http://doi.org/10.2436/20.2003.02.204>
- Galera-Flores, R.E., Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M. (2021). Uso de rúbricas para evaluar el modelo de ser vivo en estudiantes de magisterio. En *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, (págs. 749-752). Enseñanza de las Ciencias.

- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P., Gómez-Galindo, A. A. y Morales-Blake, A. R. (2012). Cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores en Educación Infantil. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 691-727.
- Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2018). Influencia de distintas estrategias de andamiaje para promover la participación del alumnado de secundaria en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 23-42. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2241>
- García, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 1-5.
- Lo, S. M., Gardner, G. E., Reid, J., Napoleon-Fanis, V., Carroll, P., Smith, E., y Sato, B. K. (2019). Prevailing questions and methodologies in biology education research: A longitudinal analysis of research in CBE—life sciences education and at the society for the advancement of biology education research. *Life Sciences Education*, 18(1), ar9. <https://doi.org/10.1187/cbe.18-08-0164>
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y prácticas educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>
- Ryu, S. (2020). The role of mixed methods in conducting design-based research. *Educational Psychologist*, 232-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1794871>
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 239-276. Marfil.

La Integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación inicial de profesores de Biología en contexto de enseñanza Remota de Emergencia

Leticia García Romano^{1,2}, María Angelina Roggio², Micaela Rasino², Ximena Broiero² y Maricel Occelli^{1,2}

¹CONICET, Argentina. leticia.garcia@unc.edu.ar

²Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

RESUMEN: El presente trabajo aborda las ideas sobre la integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en clases de ciencias de un grupo de futuros docentes de Biología de la ciudad de Córdoba (Argentina). Estos estudiantes participaron de una secuencia didáctica desarrollada por un equipo de docentes que estuvo centrada en el contenido sistema inmunitario y se desarrolló en contexto de enseñanza remota de emergencia. Se aplicaron dos cuestionarios, uno al inicio y uno al final de la implementación de la secuencia. Se presentan los resultados desde una perspectiva cualitativa. Las TIC son incorporadas como un facilitador del desarrollo profesional durante la propuesta, pero se hace necesaria la incorporación de las tecnologías en la enseñanza de otros contenidos y otras asignaturas de la carrera para construir saberes y habilidades propios de la comunidad que se pretende integrar.

PALABRAS CLAVE: tecnologías digitales, formación docente inicial, Biología, enseñanza remota de emergencia.

ABSTRACT: This paper addresses the ideas on the integration of Information and Communication Technologies (ICT) in science classes of a group of pre-service biology teachers from the city of Córdoba (Argentina). These students participated in a didactic sequence developed by a team of teachers, which was focused on the content of the immune system and was developed in the context of emergency remote teaching. Two questionnaires were applied, one at the beginning and one at the end of the implementation of the sequence. The results are presented from a qualitative perspective. ICT are incorporated as a facilitator of professional development during the sequence, but it is necessary to incorporate technologies in the teaching of other contents and other subjects of the career to build knowledge and skills of the community that the students will join.

KEYWORDS: digital technologies, pre-service teacher training, Biology, emergency remote teaching.

INTRODUCCIÓN

Las TIC pueden considerarse como herramientas culturales que median las acciones humanas. En este sentido, poseen potencialidad como instrumento mediacional del

funcionamiento cognitivo, como sistema de construcción de significados y para la creación de contenidos culturales (Díaz Barriga, 2005).

En lo que refiere al campo de la didáctica de las ciencias se considera que las TIC favorecen el desarrollo de habilidades para la interpretación de textos, la representación gráfica, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje de conceptos complejos a través de la argumentación, la simulación y la construcción de nuevos modelos explicativos para interpretar el mundo (Dori y Sasson, 2008; Luehmann y Frink, 2012; Romero Ariza y Quesada Armenteros, 2014; Solano Araujo et al., 2008).

En el contexto actual, muchos movimientos sociales, tanto de jóvenes como adultos, utilizan las herramientas de la Web 2.0 para romper las agendas mediáticas dominantes y movilizar a los ciudadanos hacia nuevas formas de organización y acción sociopolítica. Diversas redes sociales han dado protagonismo social a grupos de ciudadanos tradicionalmente alejados de los monopolios mediáticos, permitiendo la creación y el acceso a espacios virtuales más democráticos que facilitan la interacción y el intercambio de ideas (Reis, 2021). Además, con el acceso o llegada del equipamiento y la conectividad a las instituciones escolares, se ha potenciado la penetración de herramientas y recursos novedosos como mediadores de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Palombo, 2021).

Sin embargo, el contexto de pandemia puso de manifiesto la desigualdad en el acceso a equipamiento y conectividad a lo largo del territorio latinoamericano (Díaz Barriga, 2020). Además, tal como plantea Reis (2021) las redes sociales han facilitado la difusión de propaganda e información distorsionada, manipulando la opinión pública y el comportamiento de los ciudadanos, promoviendo ideas erróneas sobre la ciencia e invitando al odio y al fanatismo. Este desorden informativo, provocado por el fácil acceso a Internet de los grupos interesados en manipular la opinión pública, afecta especialmente a las comunidades con bajos niveles de alfabetización mediática y científica y pueden ser fuente de errores y concepciones alternativas respecto de la ciencia y los procesos biológicos.

Nuestro equipo de trabajo centra su labor en el desarrollo de propuestas que integran la argumentación en contextos áulicos enriquecidos tecnológicamente en el ámbito de la formación docente inicial de profesores de Biología. En este marco, se subraya la importancia de incorporar contenidos vinculados con la argumentación en la formación de profesores de ciencias (Archila, 2012) y se retoma el valor de diseñar entornos argumentativos, los cuales pueden incorporar tecnologías con el objetivo de que los estudiantes participen en entornos donde se producen discusiones entre pares, modelado de argumentos, entre otras estrategias (Matuk, 2015).

En consideración de estos antecedentes y con el objetivo de potenciar habilidades de argumentación en futuros docentes se diseñó una propuesta didáctica centrada en el tema sistema inmunitario, abordando cuestiones generales sobre este contenido y aspectos específicos vinculados a la pandemia COVID-19. Dicho trabajo se desarrolló en contexto de enseñanza remota en el marco del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio determinado por el gobierno argentino durante el año 2020. En este trabajo, se caracterizan las ideas del estudiantado sobre integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias, resaltando los cambios o avances durante la implementación de la propuesta.

METODOLOGÍA

La propuesta didáctica fue co-diseñada por integrantes del grupo de investigación EDUCEVA-CienciaTIC (Universidad Nacional de Córdoba) y una docente de un Instituto de Educación Superior de la ciudad de Córdoba, Argentina. Nos centramos en el enfoque de investigación basada en diseño (Rinaudo y Donolo, 2010). Este tipo de estudio se caracteriza por el planteo de una meta pedagógica y una teórica. La meta pedagógica estuvo orientada a promover aprendizajes relacionados con el sistema inmunitario, haciendo foco en la transmisión de infecciones virales y la dinámica de las epidemias y pandemias, tomando como eje la pandemia COVID-19 como cuestión sociocientífica. La meta teórica se vinculó con la producción de conocimiento en dos sentidos, por un lado, caracterizar las prácticas argumentativas de los participantes y, por otro, describir el tipo de inclusión de las TIC realizado y su aporte a la construcción de entornos dialógicos y democráticos.

El diseño se implementó en la asignatura Biología Humana correspondiente al tercer año del Profesorado en Ciencias Biológicas del Instituto. Las clases se desarrollaron de modo remoto con dos encuentros sincrónicos y actividades asincrónicas propuestas a través de un aula virtual, con una duración total de cuatro semanas. En este marco exploró y debatió sobre el videojuego *Plague Inc: Evolved*, el cual está basado en algunos principios biológicos, socioculturales y económicos vinculados con la propagación de epidemias, se analizaron textos diversos extraídos de la Web, se realizaron animaciones sobre la respuesta inmunitaria que ocurre en el cuerpo ante la infección del nuevo coronavirus y se desarrollaron ensayos argumentativos retomando conceptos sobre vacunación y movimientos antivacunas.

A lo largo de la propuesta se tomaron diferentes registros de información, se recolectaron las actividades realizadas, se grabaron los encuentros sincrónicos y se realizaron cuestionarios de opinión y metacognición a cada estudiante. En esta presentación nos centraremos en el análisis cualitativo de dos cuestionarios semiestructurados, uno al inicio de la implementación y el otro al finalizar la misma.

Los cuestionarios incluyeron cuestiones catastrales (edad, año de ingreso a la carrera), ítems vinculados a conocimientos sobre sistema inmunitario, TIC y argumentación. En lo que respecta específicamente a TIC el cuestionario inicial incluyó seis preguntas (una cerrada y cinco abiertas). Se indagó: a) con qué frecuencia los futuros docentes realizan ciertas actividades vinculadas con las TIC; b) las fortalezas atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; c) las dificultades atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; d) la descripción de dónde se encontraban como futuros docentes en ese momento en relación a las TIC (en cuanto a conocimientos, experiencias, etc.); e) la descripción de dónde les gustaría estar como futuros docentes en relación a las TIC (en cuanto a conocimientos, experiencias, etc.) y f) qué acciones deberían realizar durante su formación inicial para alcanzar las expectativas con respecto a las TIC mencionadas en el punto e. El cuestionario final incluyó tres preguntas abiertas sobre TIC: a) las fortalezas atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; b) las dificultades atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; c) una descripción de lo aprendido sobre TIC en la propuesta didáctica implementada en la asignatura.

El análisis se desarrolló desde una perspectiva cualitativa, con la intención de caracterizar cómo los participantes perciben, conceptualizan y comprenden sus

experiencias en torno a la integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias (Marton, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el cursado de la asignatura participaron siete estudiantes con una edad media de 25,8 años con un mínimo de 21 y un máximo de 29 años. En lo que respecta a la frecuencia con la que los futuros docentes realizan ciertas actividades vinculadas con TIC (cuestionario inicial), los participantes destacan principalmente la lectura de periódicos, revistas o artículos en la web, la escritura de informes con procesadores de texto y la construcción de soportes visuales para acompañar presentaciones orales. Otras actividades como la construcción de cuestionarios digitales, el uso de videojuegos, el uso de simulaciones o animaciones y el uso de software de programación tienen un uso más dispar entre los participantes. Estos resultados son similares a los encontrados por Occelli y García Romano (2018) con profesores de ciencias en ejercicio, quienes muestran que el uso más frecuente de las TIC es el que se vincula con prácticas de exposición o transmisión, mientras que las menos frecuentes son aquellas que implican un uso más creativo o innovador, las cuales podrían provocar un cambio en la dinámica del aula.

En lo que respecta a las fortalezas atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC, en el cuestionario inicial los futuros profesores destacan el potencial de las tecnologías para motivar al estudiantado. En menor medida hacen alusión al valor de las TIC para trabajar con representaciones de los procesos biológicos y la necesidad de aprender a interpretar la información presente en la Web. En el cuestionario final predominan las respuestas que incluyen tanto la posibilidad de hacer el contenido más atractivo para los estudiantes como de subsanar la falta de laboratorios de los centros escolares e interpretar fenómenos biológicos complejos. Además, las respuestas del cuestionario final hacen mayor énfasis en el protagonismo de los estudiantes en torno a la construcción de los aprendizajes con TIC. Este último aspecto es congruente con las ideas que los mismos participantes expresan sobre la argumentación al final de la implementación, ya que destacan su perspectiva funcional y la describen como una habilidad mediada por la interacción social y el diálogo (García Romano et al., 2021).

En lo que atañe a las dificultades sobre la enseñanza de las ciencias con TIC, las respuestas del cuestionario inicial son variadas. Los futuros profesores subrayan su escasa formación en TIC, la falta de disponibilidad de equipos en las escuelas, la dificultad para regular la cantidad y calidad del contenido con el cual se enfrentan los estudiantes en la Web y el hecho de que muchos recursos tecnológicos específicos para la enseñanza de las ciencias se encuentren en idioma inglés. En el cuestionario final se centran mayoritariamente en las dificultades de acceso a las tecnologías desde los hogares, haciendo énfasis en los problemas de equipamiento y conexión a internet.

En lo que refiere al lugar en el que se encuentran con respecto a las TIC, predominan las respuestas que describen el conocimiento que tienen como futuros docentes en cuanto a recursos tecnológicos de carácter general (para construir presentaciones, editar videos, etc.) y resaltan que en el momento de completar el cuestionario las TIC constituyen el principal medio de comunicación entre docentes y estudiantes, debido al contexto de pandemia. Cuando responden respecto del lugar donde querrían estar, aluden principalmente a conocer más recursos, aunque no mencionan necesariamente recursos diseñados especialmente para aprender ciencias. En cuanto a qué deberían

realizar para alcanzar sus expectativas con respecto a las TIC refieren principalmente a la necesidad de tomar cursos y talleres extracurriculares sobre la temática. Estas respuestas son similares a descritas por García Romano et al. (2019) y denotan que los estudiantes perciben a las TIC como recursos separados de la estructura curricular de la carrera.

Las descripciones sobre lo aprendido en cuanto a TIC durante la propuesta didáctica sobre COVID-19 implementada en la asignatura refieren a dos aspectos: un grupo de estudiantes se centra en el videojuego utilizado, su potencial para enseñar Biología y la posibilidad de utilizar otros videojuegos en su futura práctica profesional, mientras que otro grupo de estudiantes focaliza en la realización de animaciones mediadas por TIC y destacan su potencial para estudiar un proceso biológico en detalle. No hay referencias explícitas a la interpretación de textos extraídos de la Web (actividad realizada durante la implementación), lo cual invita a pensar que tendrían que realizarse actividades de reflexión sobre este aspecto central de la secuencia en los próximos ciclos de intervención.

CONCLUSIONES

La secuencia didáctica implementada permite reconocer a través de sus actividades y cuestionarios diversas ideas que los futuros docentes de Biología tienen acerca de las tecnologías y su integración en clases de ciencias. Se destaca como principal aspecto positivo que al finalizar la propuesta los participantes explicitan que los estudiantes deberían tener un rol protagónico en las clases, lo cual se vincula también a las nociones que expresan en cuanto a la relación entre argumentación y aprendizaje. Estos resultados se aproximan a lo que Litwin (2008) propone como las escenas de la producción, en la cual el trabajo de docentes y estudiantes se centra en construir un producto innovador tomando a las tecnologías como un medio para conseguirlo y la escena de la problematización, en la cual se construyen propuestas didácticas que reconocen el potencial informacional, comunicacional y las posibilidades para pensar en nuevas formas de construcción de conocimiento que ofrecen las tecnologías.

Además, con base en las ideas de Jung (2005), se sostiene que en el marco de esta propuesta las TIC fueron incorporadas como un facilitador del desarrollo profesional y de la creación de redes. Sin embargo, se hace necesaria la incorporación de las tecnologías en la enseñanza de otros contenidos y otras asignaturas de la carrera para que los estudiantes puedan acercarse a propuestas y recursos variados y puedan interactuar con situaciones auténticas, resolver problemas relevantes, aprender a tomar decisiones en situaciones que plantean el reto de la incertidumbre, es decir, construir saberes y habilidades propios de la comunidad de práctica social o profesional van a integrar (Díaz Barriga, 2005).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a FONCYT: PICT-2018-1821 y a la SECyT-UNC por los subsidios otorgados para realizar la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archila, P.A. (2012) La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 361-375

- Díaz Barriga, F. (2005). Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC: un marco de referencia sociocultural y situado. *Tecnología y comunicación educativas*, 20(41), 4-16.
- Díaz Barriga, F. (2020). Currículo y pandemia: Tiempo de crisis y oportunidad de innovación disruptiva. *Revista Electrónica Educare*, 24, 1-5. <https://doi.org/10.15359/ree.24-S.3>
- Dori, Y.J. y Sasson, I. (2008). Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 219-250.
- García Romano, L., Flores, C. y Roggio, M.A. (2019). La inclusión de las TIC en una investigación de diseño en la formación inicial de profesores de Biología. *Cuarto Simposio Virtual sobre Enseñanza de las Ciencias (sesión 1)*. Universidad de Buenos Aires (en prensa).
- García, L., Roggio, M.A., Rasino, M., Broiero, X. y Occelli, M. (2021). Ideas sobre Argumentación en la Formación Docente Inicial en Biología en el Marco del Desarrollo de una Secuencia Didáctica sobre Sistema Inmunitario. *Tecné, Episteme y Didaxis*, número extra. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15237>
- Jung, I. (2005). ICT-Pedagogy Integration in Teacher Training: Application Cases Worldwide. *Educational Technology & Society*, 8(2), 94-101.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós.
- Luehmann, A. y Frink, J. (2012). Web 2.0 Technologies, New Media Literacies, and Science Education: Exploring the Potential to Transform. En B.J. Fraser, K. Tobin y C.J. McRobbie (Eds), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 823-838). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_55
- Marton, F. (1981). Phenomenography - describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Matuk, C. (2015). Argumentation Environments. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 59-63). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0>
- Occelli, M. y García Romano, L. (2018). Los docentes de ciencias naturales y el “Programa Conectar Igualdad” en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29 (56), 109-130.
- Palombo, N.E. (2021). Aprender Biología en contextos diversos. En R.B. Martín, N.E. Palombo, A.M. Manavella, A.B. Vaja, J.M. Díaz Lozada y L. García (compil.), *Experiencias y aprendizajes en clave autobiográfica Aportes teóricos y prácticos sobre contextos, compromiso y emociones en la formación docente* (pp.46-68). Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Reis, P. (2021). Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. *Ciência & Educação*, 27. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210000>
- Rinaudo, M. C., y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22.
- Romero Ariza, M. y Quesada Armenteros, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101-115.
- Solano Araujo, I., Veit, E.A. y Moreira, M.A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50, 1128-1140.

LÍNEA 6**FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO**

LÍNEA 6. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

Comunicaciones

¿Cómo conseguir un cambio didáctico real en la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria? Plan de formación para maestros en activo

Carolina Nicolás Castellano¹, Rubén Limiñana Morcillo², Asunción Menargues Marcilla³, Sergio Rosa Cintas⁴, Alexandra Rey Cubero⁵, Joaquín Martínez Torregrosa⁶.

¹ Facultad de Educación, Universidad de Alicante. carolina.nicolas@ua.es

² Facultad de Educación, Universidad de Alicante. ruben.lm@ua.es

³ Facultad de Educación, Universidad de Alicante. a.menargues@ua.es

⁴ Facultad de Educación, Universidad de Alicante. sergio.rosacintas@ua.es

⁵ Facultad de Educación, Universidad de Alicante. sandra.rey@ua.es

⁶ Facultad de Educación, Universidad de Alicante. joaquin.martinez@ua.es

RESUMEN: En la enseñanza de las ciencias en primaria, existe una visión compartida de que los resultados de la investigación didáctica siguen estando muy alejados de la práctica docente habitual. La razón: cambiar la forma en que se enseña ciencias en primaria en la escuela es un proceso difícil, y a la vez, poco investigado y poco sistemáticamente. Con el objeto de analizar y tratar este problema, se presenta un plan, basado en la literatura especializada, para conseguir el cambio didáctico a partir de la colaboración entre un equipo universitario y el equipo docente y directivo de una escuela. Se presentan sus distintas fases, y se muestra el desarrollo y algunos resultados de alguna de ellas en dos escuelas.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza por indagación de las ciencias, educación primaria, maestros en activo.

ABSTRACT: In primary science teaching, there is a shared view that the results of didactic research are still far removed from standard teaching practice. The reason: changing the way science is taught in primary schools is a difficult process, and it is little researched and little systematized. In order to analyze and address this problem, a plan is presented, based on the specialized literature, to achieve didactic change through collaboration between a research team and the teacher and principal team of a school. We present the different phases and we show the development and some results of some of them in two schools.

KEYWORDS: Inquiry-based teaching, primary education, in-service teachers.

INTRODUCCIÓN

Existe un interés compartido por impulsar la enseñanza de las ciencias en la etapa de educación primaria, y un gran consenso en que se desarrolle con una orientación indagatoria, basada en la puesta en práctica de las actividades típicas del trabajo científico en el aula (ej. Constantinou, Tsvitanidou y Rybska, 2018).

Sin embargo, la divergencia entre la investigación y la práctica habitual es enorme. En muchos casos (afortunadamente, no en todos), la lectura parafraseada por el maestro/a continúa siendo el método más usado para enseñar ciencias. Ante esta situación, no resulta extraño que el director de educación de la OCDE (Schleicher, 2018), responsable de las pruebas PISA, declarara que los profesores en España “es como si trabajasen en una fábrica, en una cadena de producción”. En este mismo sentido, algunos autores como Porlán (2018), afirman que es prácticamente imposible una extensión de la enseñanza indagatoria o problematizada a las aulas españolas.

Así pues, cambiar la forma en que se enseña ciencias en la escuela es un problema ciertamente difícil, pero, a la vez, escasamente investigado en España y Europa. Existe mucha más investigación con futuros/as maestros/as que con docentes en activo, y es precisamente, en este último colectivo donde su efectividad sería mayor al tener en cuenta el contexto y poder llegar a cómo afecta al aprendizaje y actitudes de los/as alumnos/as de primaria. Nuestra pregunta de investigación ha sido pues: ¿Qué características debe tener un plan de formación para conseguir el cambio didáctico sostenible en una escuela de primaria?

Por tratarse de un problema complejo (Kennedy, 2014), para aprender y sacar conclusiones ricas en matices, se requiere focalizar la investigación en el análisis de casos, entendiendo como tal el estudio de una escuela o de un grupo de maestros cuyas características, condicionantes y actuaciones podamos seguir y analizar; y definir de un modo operativo: a) Qué queremos conseguir; b) El plan previsto para su consecución (fases que puedan ser analizadas); c) Cómo valorar el desarrollo del plan y d) Cuándo se considerará que se ha conseguido un cambio didáctico efectivo y sostenible en una escuela. En el presente trabajo mostramos las características más importantes del plan de formación elaborado después de más de tres años de investigación en centros de primaria, así como parte de los resultados obtenidos en dos escuelas.

METODOLOGÍA

Hemos dividido el plan de trabajo en las siguientes fases: 1) Contacto inicial y generación de expectativas positivas hacia el cambio; 2) Primera puesta en práctica de la innovación por los/as maestros/as; 3) Reflexión y afianzamiento (segunda puesta en práctica por los/as maestros/as); 4) Sostenibilidad y extensión del cambio didáctico.

Fase 1. Contacto inicial y generación de expectativas positivas hacia el cambio

Cómo iniciar las actividades de desarrollo profesional es importante para empezar a establecer las bases del cambio didáctico. Nuestra experiencia previa, en cursos de formación para maestros, había sido buena en cuanto a nuestra intervención (según la valoración de los asistentes), pero poco exitosa en cuanto a la puesta en práctica de lo tratado en los propios centros de los participantes. La diversa procedencia de los/as maestros/as asistentes, sus distintas motivaciones y el escaso control que tenían sobre el contenido curricular a enseñar, eran algunos de los obstáculos para que las innovaciones llegaran a la práctica. Con esas condiciones es difícil formar los grupos de personas con “vínculos fuertes” y objetivos compartidos que se requieren para la propagación de comportamientos complejos (Centola, 2018), como es el cambio didáctico que proponemos. Por ese motivo, decidimos dirigir nuestra investigación a grupos de maestros pertenecientes a un mismo centro.

En esta primera fase, pretendemos conseguir un clima positivo de confianza y colaboración: mostrar que el cambio es deseable y posible, obtener información sobre las emociones sentidas y conseguir el compromiso de algunos/as maestros/as para poner en práctica en las aulas secuencias por indagación. Para ello, se llevará a cabo un curso de formación con actividades en las que se presentan y discuten con los/as maestros/as las secuencias que han de desarrollar con sus alumnos/as para que tengan oportunidades de vivir en primera persona el ambiente de aprendizaje generado por esta metodología (Fishman et al., 2003).

Al final del curso, valoraremos el éxito de esta fase a partir de los siguientes indicadores: a) Obtención del consenso necesario (dirección, maestros y padres) para continuar nuestro plan de cambio didáctico; b) Valoración del curso de formación mediante cuestionarios anónimos e individuales.

Fase 2. Primera puesta en práctica de la innovación por los/as maestros/as

El objetivo de esta fase es, por tanto, que algunos/as maestros/as lleven a cabo las secuencias problematizadas generando una dinámica indagatoria en sus aulas. Con las valoraciones del propio profesorado (mediante entrevistas semiestructuradas y cuestionarios), así como del equipo directivo del centro y de las familias de los/as niños/as participantes, analizaremos la progresión de nuestro plan de trabajo. En esta fase, la medición del cambio en el aprendizaje de los/as alumnos/as sólo se hará para documentar el proceso y servirá para el análisis interno, para mejorar. Los resultados serán fiables cuando se hayan apropiado de la secuencia, lo que, como norma razonable, suele conseguirse tras la segunda vez, al menos, que se repite (Clarke y Hollingsworth, 2002).

Fase 3. Reflexión y afianzamiento: segunda puesta en práctica por los/as maestros/as

Tras la fase anterior, desarrollaremos un seminario (varias horas por semana) para recordar las secuencias y analizar colectivamente cortes de videos de clase seleccionados para reflexionar sobre la actividad de los/as alumnos/as y la intervención de los/as maestros/as (Reiser, 2013). Tanto en esta fase como en la anterior, se requieren cambios en la organización del centro, pues las secuencias por indagación requieren tiempo y continuidad, no clases de cuarenta minutos. Nuestra meta para esta fase es que el profesorado esté abierto a realizar los cambios organizativos y didácticos que favorezcan la innovación, que ellos mismos puedan proponer adaptaciones y mejoras a las secuencias, que las vuelvan a poner en práctica y que los resultados de aprendizaje de los/as alumnos/as sean iguales o mejores que en la fase 2.

Fase 4. Sostenibilidad y extensión del cambio didáctico

Para valorar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo es necesario establecer: ¿Cuál sería el número mínimo de maestros comprometidos con la enseñanza de las ciencias por indagación para que podamos considerar como consolidado el cambio didáctico en las escuelas en las que ha intervenido nuestro equipo? ¿Es necesario continuar la intervención hasta que todo el profesorado de un centro enseñe de esa manera?

Responder a estas preguntas en el contexto educativo no es sencillo. Por este motivo hemos recurrido a estudios generalistas sobre los modelos teóricos en el cambio en las convenciones sociales, utilizados por matemáticos, economistas y sociólogos. Estos modelos han mostrado que si un grupo minoritario comprometido con una causa alcanza un determinado porcentaje de la población (llamado masa crítica), se generan dinámicas

de cambio social que llevan a la adopción ampliamente mayoritaria de una nueva convención social incluso contraria al comportamiento anteriormente establecido. Aunque el tamaño de la masa crítica puede variar según el comportamiento que se desee cambiar, Centola et al. (2018) establecen un mínimo del 25%. Ahora bien, teniendo en cuenta que el cambio didáctico requiere una modificación compleja en el comportamiento, adoptaremos un criterio conservador y estableceremos la masa crítica en un tercio de los/as maestros/as que pueden enseñar ciencias. Así pues, nuestro proyecto de cambio en la enseñanza de las ciencias sería exitoso y eficaz si se consigue que al menos un 33% de los/as maestros/as lleven a la práctica secuencias problematizadas durante dos o más cursos escolares, empleando al menos un 20% de las horas totales de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Participantes

La puesta en práctica del plan se ha llevado a cabo de forma casi paralela en dos escuelas de la provincia de Alicante, A y B. El centro A es público, el nivel socio-económico y cultural de las familias es medio a medio-bajo, la toma de decisiones es de tipo asambleario. El centro B es concertado, el nivel socio-económico y cultural de las familias es medio y la toma de decisiones es liderada por la dirección pedagógica (unipersonal). La elección fue por cercanía al centro de trabajo o por conocimiento entre personas de los equipos docentes e investigador. Tras la aceptación del compromiso de colaboración entre ambos equipos, pusimos en marcha el plan descrito. Inicialmente, participaron 16 maestros/as de la escuela A y 13 de la B.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para ambas escuelas llevamos a cabo un curso de formación (40 h) sobre parte del bloque de contenidos “Materia y energía”. El curso se planteó a partir de una de las grandes preguntas de la ciencia: *¿Cómo están hechas todas las cosas? ¿En qué se diferencian? ¿En qué se parecen?* que fue abordada en seis secuencias problematizadas, desde primer hasta el último ciclo, de un modo coherente y con complejidad creciente.

Uno de los instrumentos empleados para la valoración y consecución de la primera fase de nuestro plan, fue un cuestionario donde los asistentes debían valorar mediante una escala Likert de 1 a 5 diferentes aspectos del curso. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 1. Valoración del curso de formación intensiva (se presentan algunos de los ítems valorados).

Valora de 1 a 5 los siguientes ítems (1=muy negativo; 5=muy positivo)	ESCUELAS			
	A (n=16)		B (n=13)	
	\bar{x}	Sd	\bar{x}	Sd
1. Interés de los contenidos tratados	4,7	0,6	4,5	1,2
2. Relación tiempo-contenido	3,8	0,9	4,5	0,5
3. Dominio de contenidos por parte del profesor	4,9	0,2	5	--
4. Capacidad del profesor para aumentar mi interés en la enseñanza de las ciencias por indagación	4,6	0,7	4,8	0,6
5. Aprendizaje contenidos científicos (para mí)	4,4	0,9	4,4	1
6. Aprendizaje sobre cómo enseñar ciencias por indagación	4,5	0,6	4,3	0,8
7. Consecución de los objetivos de las secuencias	4,4	0,6	4,7	0,6

8. Secuencias de actividades (estructura, interés...)	4,6	0,6	4,7	0,6
9. Orientación (hilo conductor)	4,4	0,7	4,5	0,7
10. Aplicabilidad secuencias	4,4	0,7	3,8	0,8
11. Interés por introducir secuencias por indagación en el aula	4,6	0,5	4,5	0,7
12. Interés por poner en práctica las secuencias desarrolladas	4,3	0,8	4,4	0,7
13. Ganas de continuar en el proyecto	4,3	0,7	4,4	0,7
14. Grado utilidad de las sesiones de formación	4,4	0,6	4,4	0,7
15. Valoración global del curso	4,7	0,5	4,8	0,4

En la Tabla 1, podemos observar que no hubo diferencias significativas entre las medias de ambas escuelas en ningún ítem (analizados con el estadístico t de Student para la diferencia de medias de muestras independientes). Dado que nuestro objetivo es que los/as maestros/as lleven la innovación a sus aulas, es relevante su valoración sobre las secuencias tratadas y su aplicabilidad en el aula. La valoración media de estos ítems es superior a 4,3 puntos sobre 5, por lo que es claramente positiva. Pese a ser dos escuelas de características distintas, podemos observar que la valoración anónima e individual no difiere entre ellas. Destacamos el interés, expresado en la escala de Likert, por introducir alguna/s de las secuencias tratadas en sus clases y por continuar en el proyecto (ítems 11 a 13). Al finalizar el curso, ya de manera informal, muchos/as maestros/as comentaron que la formación es fundamental para poder llevar las secuencias trabajadas al aula (se sienten más seguros ante el “dominio” de contenidos científicos). También afirmaron “tener sensación de aprovechamiento y avance en el curso”, y “haber aprendido de verdad”. De esta forma, podemos afirmar que el desarrollo de los cursos, en un ambiente problematizado coherente con la innovación que se pretende llevar a las aulas, generó curiosidad y ganas de continuar. Esto, a su vez, repercute positivamente en su propio aprendizaje y en el aprovechamiento del tiempo de formación. Por otra parte, en esta primera fase, también pudimos detectar dificultades que sentían para poner en práctica la innovación. Fue importante conocerlas, para poder superarlas y avanzar en nuestro plan.

En la segunda fase, en la escuela B, de los/as 13 maestros/as que asistieron al curso, se ofrecieron 5 para poner en práctica alguna de las secuencias tratadas. En esta fase, como en las siguientes, el papel de la dirección fue fundamental. En este caso, realizó los cambios organizativos necesarios para facilitar la innovación. Los/as maestros/as fueron entrevistados/as al finalizar, con un cuestionario estructurado, para detectar sus reflexiones y emociones tras la primera puesta en práctica. El profesorado afirmó su convencimiento de que “así aprenden de verdad” y que “lo repetirían en el próximo curso”. También queríamos conocer, cómo valoraban las familias lo ocurrido en las clases de sus hijos/as. Se les entregó una circular en la que -de un modo genérico- se les preguntaba por las innovaciones que se habían llevado a cabo en la clase de sus hijos/as. Todos menos uno, mencionaron la innovación en la enseñanza de las ciencias y un 81% manifestó que sus hijos/as habían mostrado mayor implicación, interés, alegría y/o mejor aprendizaje. Ante lo ocurrido, la dirección valoró muy positivamente la innovación. Como vemos, tres de las piezas fundamentales de la comunidad (familias, dirección y maestras) valoraron de forma positiva lo ocurrido en la escuela.

La escuela A, empezó en el curso 2019-2020, y se ofrecieron 12 maestros. Antes del confinamiento por la pandemia, se habían puesto en práctica -y grabado- una secuencia

por indagación por las cuatro maestras de primer ciclo. Hemos podido continuar en el curso 2021-22, aunque por razones obvias, no disponemos de datos completos.

En la tercera fase, en la escuela B, llevamos a cabo seminarios de dos horas por semana, durante tres meses y medio (28 horas). Se invitó a todos los/as maestros/as que quisieran participar, además de los cinco “comprometidos”. Se presentaban cortes de vídeo (seleccionados por mostrar algún episodio importante) del desarrollo de la secuencia y se invitaba a expresar qué les parecía la actividad del alumnado y del maestro/a y cómo mejorarlas. Fueron verdaderas sesiones de (co)construcción de comportamientos. En esta fase, también medimos los resultados de aprendizaje en diferentes secuencias y niveles. Las diferencias fueron significativas (con χ^2 ; $p < 0,05$) en todas las secuencias enseñadas sobre el itinerario *¿Cómo están hechas todas las cosas? ¿En qué se diferencian? ¿En qué se parecen?* Después de la intervención, entrevistamos a los/as maestros/as implicados/as para analizar cómo valoraban los cambios, y todos afirmaron que deseaban continuar.

En cuanto a la valoración de la sostenibilidad del proyecto, los/as maestros/as y la dirección del centro nos pidieron continuar con otro itinerario de secuencias porque “querían hacer todas las ciencias así”. Llevamos a cabo un nuevo curso de formación sobre otro hilo conductor de secuencias. En esta cuarta fase, todos los/as maestros/as que enseñan ciencias llevan a cabo alguna secuencia por indagación en sus aulas (más del 33% de los/as maestros/as que enseñan ciencias), y el tiempo empleado en enseñar de esta forma se incrementó enormemente, hasta el 45,5%.

CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos un plan de colaboración entre un equipo universitario y el equipo docente y directivo de un centro para conseguir el cambio real y sostenible en la forma de enseñar ciencias en los centros escolares. El plan está operativizado de modo que se pueda medir el éxito de cada fase y analizar las dificultades que aparecen. Los datos obtenidos -que hemos mostrado resumidamente- permiten afirmar que el cambio en la escuela B ha sido posible y creemos que irreversible. La disposición de la dirección del centro y el compromiso inicial de una masa crítica de maestros/as; los seminarios de seguimiento y mejora (con análisis de cortes de videos de los/as propios/as maestros/as); la buena acogida de las familias, el apoyo de la dirección y los resultados del alumnado tras la segunda puesta en práctica, han sido aspectos fundamentales para el éxito del plan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centola, D. (2018). *How Behavior Spreads: The Science of Complex Contagions*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Clarke, D. y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947–967.
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E. y Rybska, E. (2018). What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? En *Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning*, (pp. 1-23). Cham, Switzerland: Springer.
- Fishman, B. J., Marx, R. W., Best, S. y Tal, R. T. (2003). Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform. *Teaching and Teacher Education*, 19(2003), 643-658.
- Kennedy, A. (2014). Understanding continuing professional development: The need for theory to impact on policy and practice. *Professional Development in Education*, 40(5), 688-697. <https://doi.org/10.1080/19415257.2014.955122>

- Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>
- Reiser, B. J. (2013). What professional development strategies are needed for successful implementation of the Next Generation Science Standards? *Comunicación presentada en Invitational Research Symposium on Science Assessment*. Washington DC.
- Schleicher, A. (2018). *Diario El País*. Página web. Visitada el 25/10/2021. https://elpais.com/sociedad/2018/10/09/actualidad/1539106335_328097.html

¿Cuál es el recorrido de lo que comemos? Una propuesta de Alfabetización Ambiental en la formación inicial en Educación Infantil

Marina Nieto-Ramos¹, Alicia Guerrero Fernández², Fátima Rodríguez-Marín³, Olga Duarte Piña⁴.

¹ Universidad de Sevilla. marnieram2@alum.us.es

² Universidad de Sevilla. aliciaguerrero@us.es

³ Universidad de Sevilla. frodmar@us.es

⁴ Universidad de Sevilla. oduarte@us.es

RESUMEN: La realidad de emergencia ecosocial, exige de una ciudadanía capacitada para adaptarse a los cambios y para movilizar transformaciones. Esto obliga, al sistema educativo a formar a un profesorado alfabetizado ambientalmente que dé respuestas a los diferentes problemas socioambientales, siendo uno de ellos el modelo de alimentación y su impacto en el medio. Para realizar este estudio, se ha contado con 77 docentes en formación inicial de tercer año del grado en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla, en el curso 2021-2022. Incluida en el marco de una propuesta didáctica que plantea la necesidad de reinventar nuestra alimentación, se han analizado las producciones, en formato cómic, derivadas de una actividad basada en los modelos, fases y procesos que siguen dos productos alimenticios desde su producción hasta su consumo, siendo uno de ellos de origen animal y otro de origen vegetal (filete de cerdo y garbanzo). Tras la aplicación de la propuesta didáctica, se concluye que el futuro profesorado es capaz de identificar diferentes modelos y fases, aunque existen limitaciones a la hora de entender la circularidad de los procesos.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización Ambiental, Formación Inicial Docente, Educación Infantil, Cómic, Producción de Alimentos.

ABSTRACT The current eco-social emergency requires a citizenry that is capable of adapting to change and mobilizing transformations. This demands the education system to train environmentally literate teachers to address different socio-environmental problems, one of them being the food system and its environmental impact. In order to conduct this study, 77 teachers in initial training for the third year of the degree in Early Childhood Education at the University of Seville, in the 2021-2022 academic year, were involved. Included in the framework of a didactic proposal that raises the need to reinvent our diet, we have analysed the productions, in a comic format, resulting from an activity based on the models, phases and processes that two food products follow from their production to their consumption, one of them being of animal origin and the other of vegetable origin (pork steak and chickpeas). After the implementation of the didactic proposal, it is concluded that future teachers are able to identify different models and phases, although there are limitations when it comes to understanding the circularity of the processes.

KEYWORDS: Environmental Literacy, Initial Teacher Training, Early Childhood Education, Comic, Food Production.

INTRODUCCIÓN

La gravedad de la situación de crisis ecosocial derivada de los diversos problemas socioambientales actuales (agotamiento de recursos naturales y cambio climático entre otros), pone de manifiesto la ineludible necesidad de cuestionarse aspectos que influyen de manera decisiva en estas problemáticas como, por ejemplo, el modelo alimentario. Para dar respuesta a estos problemas desde el ámbito educativo, resulta fundamental contar con docentes alfabetizados ambientalmente que preparen a una ciudadanía capaz de adaptarse a esta inevitable situación de decrecimiento (García-Díaz et al, 2019; Prats et al., 2016).

Respecto a la alimentación y su impacto socioambiental, teniendo en cuenta el gran desconocimiento de la interrelación que se establece con el cambio climático y la alteración del ciclo del carbono, es preciso reflexionar acerca de qué modelos de producción son más resilientes y se ajustan mejor a los límites biofísicos del planeta, lo que implica conocer el concepto de metabolismo social, entendido como los procesos y la interrelación establecida entre los recursos, los flujos de la biosfera y la sociedad (Fernández y González, 2018).

El modelo hegemónico actual de tipo industrial, se caracteriza por una alta y continua dependencia de energía fósil, de recursos y de insumos externos, algo que se traduce en problemáticas como la emisión masiva de residuos (gases de efecto invernadero ligados al transporte y a la fabricación de piensos y productos químicos de síntesis -un 30%-), la erosión y degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad, el uso desmedido del agua y la contaminación de acuíferos. En contraposición a este sistema, apostamos por un modelo ecológico que garantice un mejor ajuste y una mayor autosuficiencia basado en la permacultura (Holmgren, 2013), disminuyendo la dependencia de recursos e insumos externos y teniendo en cuenta criterios como el concepto de biomímesis, entendido como la imitación de ecosistemas no humanizados, el uso eficiente del agua o la protección y evolución del suelo, entendiéndose éste como un ecosistema complejo y vivo. Se basa en la aplicación de técnicas que tengan en cuenta el ciclo de nutrientes y el cierre circular de sus procesos, a través de, por ejemplo, la gestión de residuos orgánicos con el compostaje. Además, fomenta la biodiversidad y la complementariedad entre especies y el incremento de biomasa fijadora del carbono en el suelo.

Trabajar desde la formación inicial docente en torno a la alimentación y su impacto socioambiental, implica formar al futuro profesorado en estrategias basadas en la investigación escolar (García-Pérez y Porlán, 2017), en la construcción del propio conocimiento y en el desarrollo del pensamiento reflexivo y crítico (Duarte y Ávila, 2015) a partir de la compleja e incierta de la realidad (Morin, 2001). En el proceso de enseñanza y aprendizaje se les reta a cuestionarse el modelo agrícola y ganadero en todo su proceso (desde su producción hasta su consumo), desarrollando conocimientos y habilidades, actitudes y emociones y comportamientos (Guerrero et al., 2021) que les alfabetice ambientalmente.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolla durante el curso 2021-2022 con 77 estudiantes matriculados en las asignaturas de Conocimiento del Entorno Social en Educación Infantil y Enseñanza del Entorno Natural en la Etapa de 0 a 6 años, del tercer curso del grado de Educación Infantil (EI), de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Se trata de un grupo. Se agruparon en equipos de trabajo de entre de 3 y 4 participantes sumando un total de 18. Sin embargo, se han analizado 12, al no tenerse datos de alguno de ellos en los momentos (inicial o final).

Para el estudio, se ha realizado una investigación cualitativa enmarcada en un paradigma descriptivo e interpretativo (Creswell, 2013). La actividad seleccionada para este trabajo se incluye en una propuesta didáctica de corte investigativa denominada “¿Es necesario reinventar nuestra alimentación?”, desarrollada en 20 sesiones de 1 hora y 20 minutos. y estructurada en cinco fases: motivación, introducción, contraste, reformulación y recapitulación, donde el papel del alumnado es activo en un proceso de reflexión-acción.

El material de análisis ha sido una producción grupal en forma de cómic que muestra el proceso de producción de dos alimentos frecuentes en su dieta, uno de origen animal (filete de cerdo) y otro vegetal (garbanzo). Esta producción se entregaba en dos momentos de la investigación, uno previo y otro al final de la propuesta didáctica, para recoger la evolución en las ideas de los participantes. Se ha escogido el cómic como material de análisis ya que se considera un vehículo para desarrollar habilidades comunicativas y promover el pensamiento crítico de los futuros docentes (Gavaldón et al, 2020).

Para el análisis de los datos se ha tenido en cuenta principalmente su contenido, evaluando la manera en que interpretan los estudiantes el problema planteado por las docentes a través de una representación visual, el nivel de desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo y el conocimiento reflejado sobre la problemática abordada en las asignaturas. Tal y como se recoge en la tabla 1, se ha creado un sistema de categorías, que ha servido para identificar 5 indicadores y tres niveles de menor a mayor complejidad, siendo el último nivel el más próximo al conocimiento deseable.

Tabla 1. Sistema de categorías utilizado

INDICADORES	NIVELES
A) Reconocimiento de los modelos de producción y consumo (garbanzo y cerdo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. No identifica modelo. 2. Identifica alguno de los modelos (ecológico/ industrial) o en alguno de los productos (garbanzo o cerdo) 3. Identificación Industrial/ecológico.
B) Identificación de las fases del proceso (garbanzo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. No identifica fases o solo una. 2. Identifica de 2-3 fases del proceso. 3. Identifica todas las fases (producción, procesamiento, comercialización y consumo-gestión de residuos)
C) Identificación de las fases del proceso (Cerdo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. No identifica fases o solo una. 2. Identifica de 2-3 fases del proceso. 3. Identifica todas las fases (producción, procesamiento, comercialización y consumo-gestión de residuos).

Valoraciones generales (modelos según sus relatos generales, sus ideas globales)	1. Valoración simple, descriptiva.
	2. Valoración detallada del proceso pero vinculada solo a las causas.
	3. Valoración detallada y relacionada con el metabolismo circular

RESULTADOS

A continuación, presentamos los resultados obtenidos en base a los indicadores analizados, que nos permiten ver la progresión en la mayoría de los casos tras la implementación de la propuesta didáctica. Con el objetivo de presentar los resultados de una forma más visual, se ofrecen una serie de figuras, que relacionan ambos momentos en cada uno de los indicadores.

Respecto al indicador referido al reconocimiento de los modelos de producción y consumo del cerdo y del garbanzo, como se observa en la figura 1, en las versiones iniciales de los cómics, no hay una identificación del modelo industrial ni del ecológico en ninguno de los dos alimentos (10 de los 14 grupos analizados se encuentran en un nivel 1 en el cómic inicial). Sin embargo, en las versiones finales sí podemos encontrar que aparecen representados ambos de forma clara y diferenciada (encontrándose todos los grupos en un nivel 3). Solamente hay un grupo, el 17, en el que no hay diferencias en este indicador de un cómic a otro, diferenciando claramente los dos modelos en ambos momentos, aunque la terminología era menos científica (usando el término “de masas” para el proceso industrial).

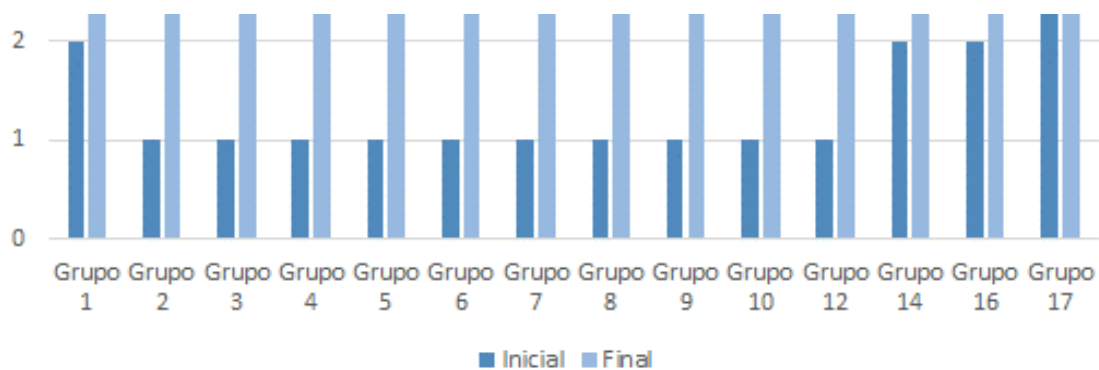


Figura 1. Reconocimiento de los modelos de producción y consumo del cerdo y el garbanzo

En lo relativo a la identificación de las fases del proceso productivo y de consumo en el garbanzo, podemos observar en la figura 2 que más de la mitad de los grupos reconocen todas las fases del proceso y/o, si no las reconocen todas al inicio, sí lo hacen al final. Solamente hay un grupo (el 17) que no representa todas las fases en la versión final.

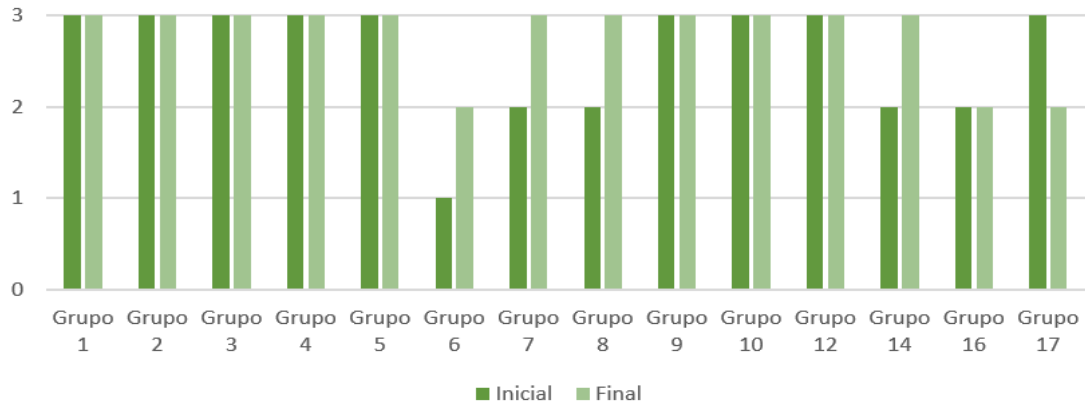


Figura 2. Identificación de las fases del proceso del garbanzo

Situación similar a la anterior encontramos en la figura 3 en lo relativo al reconocimiento de las fases del proceso del cerdo, con más de la mitad de los grupos identificando todas las fases tanto al inicio como al final o mejorando el reconocimiento de fases en la segunda versión del cómic. Sin embargo, hay 3 grupos (el 6, el 16 y el 17) en los que su grado de identificación de las diferentes fases se sitúa, en ambos momentos o al final, en un segundo nivel.

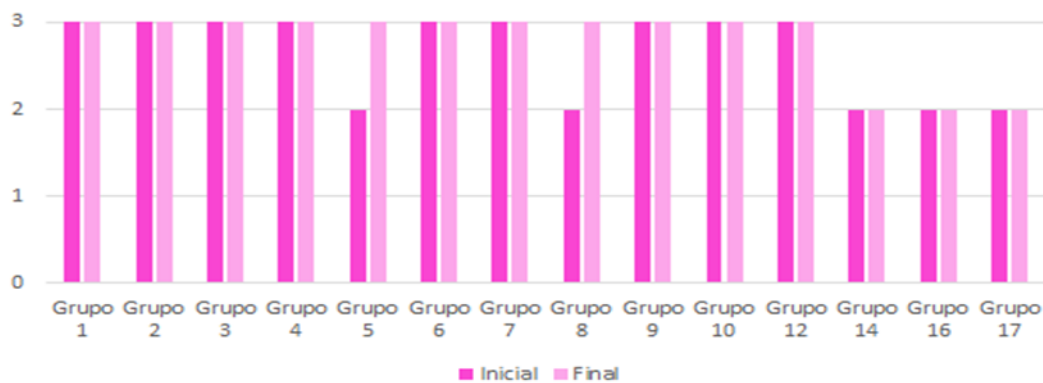


Figura 3. Identificación de las fases del proceso del cerdo

Finalmente, en lo que a valoraciones generales se refiere vinculadas al metabolismo circular, el trabajo en torno a este indicador no parece haber tenido tanto impacto en la consideración de un modelo circular (sobre todo tras la fase de consumo), quizá por la propia redacción de la tarea, en la que se pedía que contemplaran el recorrido “desde que se produce el alimento hasta que te lo comes”. De modo que, tal y como queda de manifiesto en la figura 4, solo uno de los grupos (el 3) lo contempla en el segundo momento; ocho en los que no se aprecian cambios (situándose en un nivel 1 o 2 en ambos momentos), y cinco que evolucionan a un siguiente nivel (del 1 al 2). No obstante, sí consideran la circulación de la materia en fases concretas del proceso productivo, por ejemplo, en la producción, en el que incluyen ejemplos de compostaje o reutilización.

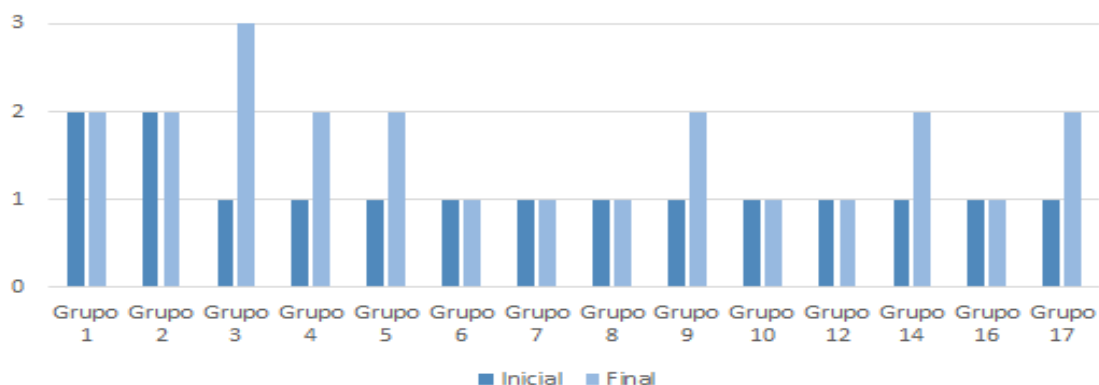


Figura 4. Valoraciones generales vinculadas al metabolismo circular

CONCLUSIONES

El desarrollo de la actividad nos ha permitido comprobar que las ideas de los estudiantes sobre los modelos de producción y consumo están vinculadas a la realidad que conocen donde el modelo industrial es el imperante, igualmente son capaces de describir las fases de producción siguiendo un conocimiento cotidiano y no científico, ni siquiera escolar donde se planteen una problemática en torno a estos modelos (García-Pérez y Porlán, 2017), pues sus concepciones son descriptivas y no valorativas. Aun así, el desarrollo de la actividad y el contraste de sus ideas iniciales con nuevas informaciones, les hace replantearse y analizar los procesos de producción en términos de perjuicios y beneficios, modificando sus ideas y cosmovisiones en contraste con sus conocimientos previos. Sin embargo, consideramos que una de las limitaciones reside en la dificultad a la hora de tomar conciencia de la idea de ciclo y circularidad del modelo durante todo el proceso (Fernández y González, 2018). Ello nos lleva a considerar la necesidad de continuar con un modelo formativo que transforme el conocimiento cotidiano de los estudiantes y provoque una alfabetización ambiental unida a un compromiso con el cambio (Guerrero et al., 2021), vinculado a un modelo ecosocial a partir de experiencias prácticas en la construcción del conocimiento profesional docente (García-Díaz et al., 2019; Prats et al., 2016).

AGRADECIMIENTOS

Ayuda PID2020-114171GB-I00 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Creswell, J.W. (2013) *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Duarte Piña, O. y Ávila Ruiz, R.M. (2015). El modelo didáctico de investigación para la enseñanza y aprendizaje del patrimonio cultural en la formación inicial del profesorado. *Cabás*, 12, 135-150.
- Fernández Durán, R. y González Reyes, L. (2018). *En la espiral de la energía*. Libros en Acción. Baladre.
- García Díaz, J.E., Fernández Arroyo, J., Rodríguez Marín, F. y Puig Gutiérrez, M. (2019). Más allá de la sostenibilidad: por una educación ambiental que incremente la resiliencia de la población ante el decrecimiento/colapso. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1101-15. <https://revistas.uca.es/index.php/REAYs/article/view/4782/5327>

- García Pérez, F.F. y Porlán, R. (2017). Los principios didácticos y el modelo didáctico personal. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria: Cómo mejorarla* (pp. 93-104). Morata.
- Gavaldón, G., Gerbolés, A. M^a y Sáez de Adana, F. (2020). Aprender a comunicar con imágenes. Uso del cómic en la educación superior como vehículo para el desarrollo de competencias multimodales. *Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 89, 143-166.
- Guerrero Fernández, A., Rodríguez Marín, F., López Lozano, L. y Solís Ramírez, E. (2021). ¿Qué dimensiones se pueden abordar para analizar un proceso de Alfabetización Ambiental? En Florentina Cañada y Pedro Reis (Coords.), *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021: Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, (pp.853-856). Enseñanza de las Ciencias.
- Holmgren, D. (2013). *Permacultura: principios y senderos más allá de la sustentabilidad*. Kaicron
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Paidós.
- Prats, F., Herrero, Y. y Torrego, A. (2017). *La Gran Encrucijada*. Libros en Acción /Icaria.
- Sempere, J. (2018). *Las cenizas de Prometeo*. Pasado y presente.

¿Sabes más que tu futuro alumnado de educación primaria? Concepciones sobre evolución biológica del profesorado en formación

Lucía Vázquez Ben¹, Ánxela Bugallo Rodríguez².

¹ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. lucia.vben@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. anxela.bugallo@udc.es

RESUMEN: En este trabajo se presenta un estudio sobre las preconcepciones del profesorado en formación en relación al modelo de evolución biológica. El objetivo es analizar sus conocimientos previos en torno a las ideas nucleares del modelo y ver las semejanzas y diferencias con las preconcepciones del alumnado de Educación Primaria. Los resultados muestran dificultades en la comprensión de la teoría, especialmente en lo que se refiere a sus mecanismos y base genética, y una importante coincidencia en la concepción teleológica con su futuro alumnado.

PALABRAS CLAVE: educación primaria, formación inicial, evolución biológica, preconcepciones

ABSTRACT: Here we present a study about primary school preservice teachers' preconceptions on the model of biological evolution. Our main goal is to analyse their previous knowledge regarding the nuclear ideas within this scientific model, and to identify similitudes and differences when compared to the preconceptions of primary school students. Findings show their difficulties when it comes to understand the evolutionary theory, especially in terms of their mechanisms and its genetic basis. In addition, many of them share with their future students their teleological thinking.

KEYWORDS: primary education, initial training, biological evolution, preconceptions

INTRODUCCIÓN

Ya en 1986 afirmaba Shulman que, para enseñar bien un contenido, es necesario un buen dominio, entendiendo por “buen dominio” comprender el tema, ser consciente del papel que juega dentro de su disciplina y saber en qué circunstancias debe aplicarse. En este sentido, aunque a diferencia de otros países la evolución biológica no se recoge en el *currículum* español de Educación Primaria (EP), ésta es la teoría que integra todos los modelos biológicos (célula, ser vivo y ecosistema) (García, 2005) a impartir en este nivel educativo. Su conocimiento es imprescindible para comprender otros contenidos que sí figuran: desde la biodiversidad a la extinción de especies, la adaptación, o la relevancia científica del hombre de Orce o de los yacimientos de Atapuerca.

Para entender la evolución, el profesorado de EP debe formarse dentro del marco de la teoría, en las ideas nucleares que conforman el modelo (Vázquez y Bugallo, 2022), y que vertebran los diversos contenidos biológicos que va a enseñar.

MARCO TEÓRICO

Los docentes deciden el qué (contenidos), el cómo (metodología y recursos) y el cuándo (tiempos y secuencias) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes. Los factores que influyan en el profesorado acabarán afectando al alumnado, tal y como se ha comprobado analizando el conocimiento didáctico del contenido en relación a la teoría evolutiva, la preparación del profesorado será clave en la enseñanza de esta temática (Bravo y Cofré, 2016; Sickel y Friedrichsen, 2018).

Así, a pesar de mostrar una actitud favorable a incluir la evolución biológica entre sus enseñanzas, el profesorado de EP considera que no dispone ni del conocimiento ni de las destrezas pedagógicas para hacerlo (Akyol *et al.*, 2012; Ceballos, Vílchez y Escobar, 2017). Los estudios confirman la carencia en la comprensión de la evolución y de sus principales mecanismos (selección natural) en todos los niveles educativos, incluido el profesorado en formación (Cofré *et al.* 2016).

Por esta razón, es importante que esa nueva información que se les aporte venga acompañada de oportunidades para reflexionar, examinar e integrarla en su conocimiento previo (Nilsson, 2008). Después de todo, ese saber no llega de vacío, sino que se va a encontrar con un profesorado con sus propias concepciones. Suelen presentar numerosas concepciones alternativas, como concebir la selección natural como una lucha donde sobrevive el más fuerte o expresar la aparición y desaparición de rasgos en términos de necesidad (Nadelson, 2009; Prinou, Halkia y Skordoulis, 2011). Su conocimiento suele provenir de lo aprendido durante sus años de escolaridad, de periódicos y revistas no especializados e Internet (Akyol *et al.*, 2012). En el estudio de Ceballos y otros autores (2017) sobre profesorado de EP en España, los docentes reconocieron que sus ideas procedían en mayor medida de fuentes no formales, que de su formación universitaria.

Este dato seguramente está relacionado con los principales obstáculos del profesorado, tanto a la hora de comprender como de enseñar la teoría evolutiva: pensamiento teleológico, expresiones mediáticas y terminología inadecuada (Bravo y Cofré, 2016) y los mismos errores que la población en general, dada la falta de progresividad o la ausencia del tratamiento de este modelo en el caso español.

Se incluya o no la evolución en el *currículum* español de EP, se debe avanzar para que el profesorado en formación comprenda y esté capacitado para enseñar el modelo. Con este punto de partida, las preguntas de investigación del presente estudio son:

- ¿Qué conocimientos previos presenta el profesorado en formación inicial de EP en torno a la evolución biológica y sus ideas nucleares?
- ¿En qué se parecen y diferencian las respuestas del alumnado de EP frente a las dadas por su futuro profesorado, aún en formación?

METODOLOGÍA

Para responder a estas preguntas se ha usado la prueba de evaluación inicial empleada previamente con alumnado de EP (Vázquez y Bugallo, 2022), manteniendo su redacción original (Anexo 1). Así las similitudes y/o diferencias en las respuestas entre profesorado en formación y alumnado de EP no se deberán a cambios en la formulación del problema, sino a otros factores. La única modificación realizada fue la sustitución del problema de la cría de gato (herencia y variabilidad), por preguntas sobre la transmisión del ADN

centradas en las diferencias entre su ADN y el de sus progenitores, para explorar en qué medida los parecidos familiares y los comentarios que se hacen sobre ellos en el contexto cotidiano intervienen en su comprensión de esta molécula y su funcionamiento.

La prueba se aplicó, antes de tratar ningún contenido evolutivo, en un aula de 60 estudiantes de 3º de Grado de Educación Primaria de una universidad española, el curso en que abordan por primera vez la Didáctica de la Biología. Las respuestas del alumnado se analizaron manualmente siguiendo el doble ciclo de análisis propuesto por Miles, Huberman y Saldaña (2013). En concreto, se realizó una codificación inicial a la que siguió otra más focalizada, guiada por las ideas nucleares del modelo de evolución propuesto por las autoras y las concepciones alternativas identificadas por la literatura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, organizados en torno a cada uno de los problemas que componen la prueba y a las ideas nucleares tratadas:

Problema nº 1: Biodiversidad y antecesor común

A pesar de que se pregunta por las similitudes entre las especies presentadas y no entre sus esqueletos, prácticamente todas las respuestas consisten en identificar partes del esqueleto, como hacía el alumnado de EP. Un 38% añade que se trata de animales vertebrados y/o menciona la función del esqueleto (13%) como sostén, protección y/o locomoción. Sobre las diferencias, la mayoría se centra de nuevo en la morfología de los esqueletos y un 35% sobre el ambiente en que viven y/o su función (volar, caminar, nadar, agarrar). Únicamente el 6% citó la evolución (*Se diferencian en la forma y longitud de sus huesos; cada uno se adapta a sus necesidades y evoluciona de diferente manera*). Y, solo uno menciona las diferentes formas de reproducción, no citadas en EP.

En cuanto a la pregunta sobre ancestros comunes, la mayoría del profesorado en formación (57% frente al 10% del alumnado de EP) aludió a un antepasado común y/o la evolución: *“La razón de que estos cuatro esqueletos sean tan parecidos es que los cuatro seres vivos evolucionaron de un mismo ser vivo primitivo”*. Pero el 43% siguen atribuyendo el parecido entre esqueletos a su función (*Porque, aunque vivan en ambientes muy diferentes, todos necesitan un esqueleto de esas características para poder llevar a cabo diferentes funciones como desplazarse*).

Problema nº 2: Biodiversidad y adaptación

Aparecen una gran variedad de respuestas según las diferentes ideas nucleares señaladas por los participantes, como se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Categorización de respuestas al problema nº 2

	IDEA NUCLEAR	%	EJEMPLOS
Evolución 31.7%	Evolución y adaptación	16.7 (10/60)	Porque hay personas que descienden de antepasados que vivían en zonas muy calurosas y soleadas (África) y la melanina de su piel fue adaptándose a la necesidad de protegerse ante esas condiciones.
	Evolución y genética (con o sin adaptación)	11.7 (8/60)	Esto se debe a que las personas fueron evolucionando de distinta forma a lo largo de la Historia y cada uno porta un ADN distinto. Por lo tanto, ese ADN permaneció en las generaciones siguientes y así es como se dieron los distintos tonos de piel.
	Selección natural	1.6 (1/60)	El tono de piel es una característica provocada por la diferente cantidad de melanina en el organismo. Los diferentes tonos de piel, en las distintas etnias, son a causa de la evolución debido a la selección natural.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

No evolución 68.3%	Variabilidad fenotípica	6.7 (4/60)	A causa de una sustancia que contiene nuestro cuerpo llamada melanina; a mayor cantidad de melanina, piel más oscura.
	Variabilidad genotípica	13.3 (8/60)	El color de piel depende del ADN de nuestros padres; es una cualidad genética.
	Biodiversidad y adaptación	28.3 (16/60)	El color de la piel de las personas depende de la situación geográfica, ya que en África existen unas condiciones muy diferentes respecto a China. Por adaptación al medio existen estas diferencias.
	Combinación de varios elementos (sin evolución)	21.7 (13/60)	Por el nivel de melanina que existe en el cuerpo, en cada persona dicho nivel será diferente, provocando así las tonalidades de la piel. Por otra parte también existe diversos factores como la genética, la exposición al sol, etc.

Problema nº 3: Cambio y variabilidad

Al igual que el alumnado de EP, todos responden correctamente que la siguiente generación será de rosas blancas. Sin embargo, y a diferencia de su futuro alumnado, la mayoría (75%) alude explícitamente a la información genética. Además, tres de ellos contemplan la posibilidad de que sí salgan rosas rojas debido a un “gen rojo” procedente de generaciones anteriores que pudiera manifestarse; y dos de ellos aluden a la ingeniería genética: *Da igual si modificas el exterior de un ser vivo. No por eso será diferente. Para conseguirlo habría que modificar genéticamente esas semillas y crear otras transgénicas.*

Del resto de participantes, un 22% recurren a la “esencia” de la planta, como el alumnado de EP (*Yo pienso que esto no se puede producir. Aunque se pinten todas de rojo, estas van a seguir saliendo de color blanco, ya que es su color original*). Uno cita la necesidad de un proceso de selección natural y otro dice que el tinte provocará la muerte de la planta.

Problema nº 4: Herencia y variabilidad a nivel molecular

En la primera pregunta (transmisión del ADN entre generaciones y diferencias entre seres vivos), apenas la mitad respondió. Hablan de reproducción/fecundación y sólo un 8% la relacionan con la mitosis y/o meiosis: *todos los animales transmiten su información genética por medio de los óvulos y los espermatozoides y en todos los animales el proceso de fecundación es el mismo*. Al igual que ocurrió con el alumnado de EP, hay muchas respuestas “difusas”: *La información genética se transmite a través de los genes y los cromosomas o La transmisión se produce por medio de las células de nuestro organismo.*

En cambio, en la segunda, sobre parecidos y diferencias entre nuestro ADN y el de los progenitores, el número de respuestas vuelve a ser casi total. También se recupera cierta uniformidad y apuntan como semejanzas el hecho de ser seres humanos y, como diferencias, el sexo, color y forma del pelo, color de piel y color de ojos, así como el ser una mezcla de nuestros progenitores, aunque solo dos mencionan que dicha mezcla sea al 50%: *Son diferentes. El mío es el 50% de cada uno de ellos.*

Problema nº 5: Variabilidad, adaptación y selección natural

Al preguntar al profesorado en formación por qué existen ratones oscuros y claros en el desierto de Nuevo México, hemos encontrado que cinco de ellos (8.3%) lo atribuyen a la variabilidad genética, ya por mutación (*Debido a alguna alteración o mutación genética. Un ratón nació de color oscuro y al reproducirse transmitió esa mutación a sus descendientes*), o por dominancia de uno o ambos colores, sin relación con la erupción.

La mayoría (61.7%) obvia el hecho de la variedad preexistente y, en su lugar, relacionan el cambio de color con la erupción, que desencadenaría un proceso de adaptación por necesidad para protegerse de los depredadores mediante el camuflaje. Es la principal

concepción alternativa que presentan los estudiantes del Grado de EP (Tabla 2) y también su futuro alumnado. Y aunque ninguno lo atribuye a un tintado externo por las cenizas, como proponían algunos niños/as, un 15% sí contempla la posibilidad de un tintado por ingesta de alimentos teñidos, o propone que la erupción pudiera haber provocado un cambio en el ADN. Así, vemos que cómo sucedía con el alumnado de EP, este mecanismo de cambio interno por causas externas que se descartaba en la pregunta 3 por artificial (tintado de rosas), sí se activa en caso de eventos naturales (erupción volcánica).

En cuanto a la selección natural, nuevamente son pocos (15%) los que recurren a esta idea nuclear: *Los ratones de color claro eran muy vulnerables y fáciles presas para el resto de animales, ya que no eran capaces de pasar desapercibidos en ese terreno. En cambio, los oscuros en un terreno oscuro son capaces de sobrevivir. Al poder sobrevivir los oscuros, estos se comienzan a reproducir hasta finalmente quedar casi todos oscuros.*

Concepciones alternativas

Finalmente, en lo que se refiere a la presencia de concepciones que puedan resultar un obstáculo (Tabla 2), destaca la adaptación por necesidad, que presenta un elevado número de estudiantes y que manifiestan, además, en sus respuestas a diferentes preguntas.

Tabla 2. Concepciones alternativas sobre la evolución del futuro profesorado de EP

CONCEPCIÓN	%	EJEMPLOS
Adaptación por necesidad	61.7% (37/60)	- Sus huesos son muy parecidos porque por evolución cada especie los fue adaptando a sus necesidades. (Problema 1C) - El color de la piel es diferente según el lugar geográfico en el que se desarrolló dicha "raza" humana. Es decir, la piel se adapta a las necesidades humanas (P.2) - Los que viven en la zona clara son de color claro y los de la zona oscura de color oscuro. Esto se debe a su necesidad para sobrevivir y camuflarse (P5A)
Ser humano proviene del mono o de simios diferentes	3.3% (2/60)	- Porque todos los animales cuentan con los mismos huesos, aunque con distinto grado de desarrollo. Por ello, también el humano se parece al resto, ya que proviene del mono (P.1C) - Que son la evolución de los simios, pero cada persona es de diferente color, evolucionando de un tipo de simio distinto (P.2)
Supervivencia como motor de cambio	1.6% (1/60)	Pienso que la razón es una rápida adaptación natural del individuo a los cambios del medio como forma de supervivencia, la fuerza más poderosa y el motor de cambio más eficaz de la naturaleza (la barriga es blanca porque es la parte del cuerpo que no queda expuesta a la visión de los depredadores) (P.5B)
Evolución como progreso	1.6% (1/60)	Esto es debido a que estos ratones de color oscuro son los que viven en las zonas por las que ha pasado la lava, mientras que los de color más clara situados en las zonas descubiertas. Se produce debido al perfeccionamiento de la especie por selección natural del famoso autor Darwin. (P.5A)

CONCLUSIONES

Existe un mayor tratamiento por parte del futuro profesorado de muchas de las ideas nucleares y, por supuesto, de la terminología científica relacionada. Sin embargo, la comprensión del modelo evolutivo es aún minoritaria, sobre todo cuando deben aplicar los mecanismos evolutivos (selección natural) o partir de la variabilidad genética sobre la que se ejercen. Aparecen también diferencias claras en su aplicación según el contexto, la evolución humana o la de otros animales, las causas naturales o artificiales.

Aparece, pues, un alto grado de coincidencia entre las ideas del alumnado de EP y su futuro profesorado, especialmente la idea teleológica con continuas referencias a la "función" y a la "necesidad". Se confirma la presencia de esta idea como un preconcepto

que aparece en un número importante de docentes en formación, como han apuntado otros estudios (Bravo y Cofré, 2016; Kampourakis y Zogza, 2007; Nehm, 2018).

Dado el papel que juegan los docentes en el aprendizaje de la teoría evolutiva, su formación inicial debería tener en cuenta sus conocimientos, e identificar sus obstáculos y limitaciones sobre el modelo de evolución, tomándolos como punto de partida.

AGRADECIMIENTOS

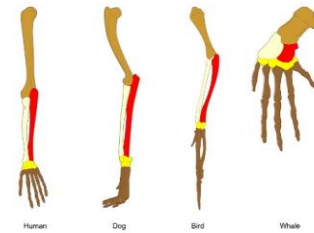
Proyecto PGC2018-096581-B-C22. Al alumnado participante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S. y Traynor, A. (2012). Modeling the Interrelations among pre-service Science teachers' understanding and acceptance of Evolution, their views on Nature of Science and self-efficacy beliefs regarding teaching Evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 937–957.
- Bravo, P. y Cofré, H. (2016). Developing biology teachers' pedagogical content knowledge through learning study: the case of teaching human evolution. *International Journal of Science Education*, 38(16), 2500-2527.
- Ceballos, M., Vílchez, J.E. y Escobar, T. (2016). La enseñanza de la Evolución en Primaria. Opinión del profesorado y exploración de ideas inadecuadas en los niños. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Aula, Museos y Colecciones*, 4, 2017, 55-68.
- Cofré, H. L., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2016). Chilean pre-service and in-service teachers and undergraduate students' understandings of evolutionary theory. *Journal of Biological Education*, 50(1), 10–23.
- García, M.P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias, Número extra*, VII Congreso, 1-6.
- Kampourakis, K., y Zogza, V. (2007). Students' preconceptions about evolution: How accurate is the characterization as "lamarckian" when considering the history of evolutionary thought? *Science & Education*, 16, 393–422.
- Nadelson, L. S. (2009). Preservice teacher understanding and vision of how to teach Biological Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 2, 490–504.
- Nehm, R. H. (2018). Evolution. In: Teaching biology in Schools. *Global research, issues, and trends*. In: K. Kampourakis y M. Reiss (Eds.). 164 – 177. Routledge.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281–1299.
- Prinou, L., Halkia, L. y Skordoulis, C. (2011). The Inability of Primary School to Introduce Children to the Theory of Biological Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 275–285.
- Sickel, A. y Friedrichsen, P. (2018). Using multiple lenses to examine the development of beginning biology teachers' pedagogical content knowledge for teaching natural selection simulations. *Research in Science Education*, 48, 29–50.
- Vázquez Ben, L. y Bugallo Rodríguez, Á. (2022). ¿Qué saben niños y niñas sobre evolución? Diseño y aplicación de un modelo científico escolar de evolución para educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 1102.

ANEXO 1. ADAPTACIÓN DE PRUEBA DE IDEAS PREVIAS SOBRE EVOLUCIÓN DE VÁZQUEZ Y BUGALLO (2022)

1. Echa un vistazo a la siguiente imagen. En ella aparece representado el esqueleto de la extremidad superior de diferentes seres vivos: (1) el brazo de un ser humano; (2) la pata delantera de un perro; (3), el ala de un ave, y (4) la aleta de una ballena.



Волков Владислав Петрович.
WIKIMEDIA COMMONS

a) ¿Qué tienen en común estos animales? ¿Qué tienen de diferente?

b) ¿Cuál crees que puede ser la razón de que, viviendo en ambientes tan diferentes, su esqueleto sea tan parecido?

2. Las personas tenemos colores de piel muy diferentes: unas tienen la piel más oscura, otras más clara, otras más rosada, otras más café, otras más anaranjada... ¿Por qué crees que tenemos la piel de tantos colores diferentes?



OpenClipart-Vectors
PIXABAY



Clker-Free-Vector-Images
PIXABAY

3. La Reina de Corazones ordenó que el jardín estuviera lleno de rosas rojas. Sin embargo, hubo un error y las rosas que se plantaron son todas blancas.

Para evitar el enfado de la Reina, Siete de Picas ha sugerido pintarlas todas de color rojo, añadiendo que: “Así el año que viene serán todas rojas y no tendremos que comprar nuevas semillas, porque las semillas que salgan de estos rosales ya darán rosas rojas”.

En cambio, Cinco de Picas no está muy seguro de que esa sea la solución; cree que de todas formas las semillas que produzcan los rosales seguirán dando rosas blancas. ¿Tú qué opinas?

4. (a) Como sabrás, el ADN no solo contiene toda la información genética que necesita nuestro organismo para sobrevivir, sino que además es el responsable de transmitirla de generación en generación. Pero... ¿cómo se produce esta transmisión? ¿Hay alguna diferencia en el proceso entre una estrella de mar, una mariposa y una persona?



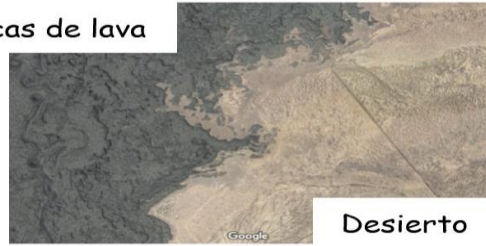
Amy Williams
PINTEREST

(b) Piensa en tu ADN, en el de tu padre y en el de tu madre. ¿Son iguales o diferentes? ¿En qué se parecen y/o se diferencian?

5. Hace mil años hubo una gran erupción volcánica en el desierto del Valle del Fuego, en Nuevo México (Estados Unidos). Como resultado, las zonas que cubrió la lava se volvieron oscuras, mientras que el resto del desierto conservó el color de arena.



Rocas de lava



Desierto

Imágenes extraídas de Google Earth

6 a) En este desierto vive una especie de ratón llamado comúnmente “Ratón de bolsillo del desierto” (su nombre científico es *Chaetodipus intermedius*). Algunos de estos ratones son de color claro, pero otros son de color oscuro.

¿A qué crees que se debe esta diferencia de color?



hhmi BioInteractive



Autoría imagen e información sobre el caso: HHMI BioInteractive

Los científicos y científicas que estudian estos ratones también descubrieron que:

- Todos los ratones, claros y oscuros, tienen la barriga de color blanco.
- En ese mismo desierto viven muchos animales que se alimentan de estos ratones: zorros, serpientes, halcones, lechuzas...
- Antes de la erupción volcánica, la mayoría de los ratones eran de color claro.
- En la actualidad, en la zona de lava viven muchos ratones de color oscuro, pero pocos de color claro. Por el contrario, en la zona del desierto no afectada por el volcán sigue habiendo muchos más ratones de color claro que de color oscuro.

6 b) Teniendo en cuenta todos estos datos, ¿podrías explicar por qué en la zona de lava hay más ratones de color oscuro que de color claro, si al principio la mayoría eran de color claro? Puedes ayudarte de un dibujo o esquema si lo necesitas.

Adaptaciones al COVID en el proceso de aprendizaje-enseñanza del cuerpo humano.

Primeros datos

F. Javier Robles Moral¹, Manuel Fernández Díaz² y G. Enrique Ayuso Fernández³.

¹ Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. franciscojavier.moral@um.es.

² Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. manuel.fernandez2@um.es.

³ Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. ayuso@um.es.

RESUMEN: El uso de recursos manipulativos en la enseñanza de las ciencias está ampliamente aceptado y recomendado. Pero en la actualidad, debido a las medidas sanitarias de prevención contra el COVID-19, estos recursos manipulativos han sido sustituidos por otros elementos, en su mayoría digitales. Con la finalidad de comparar la efectividad de los recursos físicos frente a los digitales, en la formación futuros docentes de Primaria. Los resultados obtenidos han sido similares entre los que utilizaron maquetas físicas y maquetas digitales, si bien, en el plano motivacional y de aportación de información, el uso de maquetas digitales fue mejor valorado por los futuros docentes de Educación Primaria. De este modo, parece deducirse que los futuros maestros y maestras de primaria no ponen el foco de atención en el formato de los recursos empleados, sino en el uso o no de recursos didácticos.

PALABRAS CLAVE: formación inicial de maestros, educación primaria, maquetas, actividades de enseñanza, COVID-19.

ABSTRACT: The use of manipulative resources in science teaching is widely accepted and recommended. But, currently, due to the preventive health measures against COVID-19, these manipulative resources have been replaced by other elements, mostly digital. In order to verify that the effectiveness of physical resources with respect to digital resources is similar, future primary school teachers. The results obtained have yielded very similar data between the students who worked with physical models and those who worked with digital models. Therefore, future primary school teachers give more importance to the explanation with manipulative resources before the format of these resources.

KEY WORDS: initial teacher training, primary education, mockups, teaching activities, Covid-19.

INTRODUCCIÓN

La modelización, junto con la indagación y la argumentación son los grandes recursos prácticos que la comunidad didáctica científica reconoce que deben introducirse en las clases de ciencias (NRC, 2012). Las ventajas del uso de la modelización en la enseñanza de las ciencias permiten por un lado contrastar expresiones iniciales de los modelos adquiridos previamente con comparaciones o perspectivas científicas que llevan a la evaluación y a la revisión de los modelos previos (Hernández et al., 2015).

Por otro lado, coordinar diversos modos de representación facilita que el alumnado construya su conocimiento basado en esos pilares tan diversos (Olander et al., 2018). Además, la utilización por el alumnado de diferentes representaciones visuales permite identificar elementos o partes, generar significados que promuevan una mayor comprensión y desarrollar, en consecuencia, un aprendizaje más profundo de los contenidos representados (Brandstetter et al., 2017).

Así pues, la conjugación de la modelización, junto con metodologías como la indagación y la argumentación, aplicados en el entorno escolar acerca a los escolares a unas verdaderas prácticas científicas, permitiendo desarrollar aspectos cognitivos, discursivos y socio-culturales del conocimiento (Couso y Garrido-Espeja, 2017; Osborne, 2014). Modelizar, además de servir para aprender a participar en esta esfera de actividad de la ciencia, tiene la función didáctica principal de servir para aprender conceptos concretos de las ciencias (Oliva, 2019).

En este contexto, Gómez Galindo (2007) destaca el valor de las maquetas como representaciones mediadoras entre la generación de pensamiento argumentativo con las experiencias anteriores y las nuevas que se presentan al manipular la maqueta. El empleo de las maquetas está ampliamente implantado en diferentes etapas educativas, desde la Educación Primaria (de Abreu et al, 2014) hasta la Universidad (Ferrera et al, 2018). Incluso en la formación inicial de profesores (Perveen y Bhutta, 2012), son utilizadas las maquetas didácticas, pues es necesaria la capacitación de los futuros docente de Educación Primaria en las competencias didácticas y científicas (Maroto, 2014).

La situación vivida en los dos últimos cursos académicos por el COVID-19 ha obligado a cambiar bastantes aspectos relativos a la organización de tanto de los procesos de enseñanza como de aprendizaje, provocando adaptaciones tanto en la gestión y dinámica de las clases, en la planificación de las diferentes asignaturas, como en los recursos didácticos, etc. (Pro, Pro y Cantó, 2020). La formación inicial de maestros y maestras también se ha visto afectada por esta situación, lo que ha propiciado que a los estudiantes se les planteen nuevos escenarios (semipresencialidad, aulas al aire libre, etc.) que favorezcan el aprendizaje de las ciencias (Portilo-Blanco et al., 2022).

Es por ello, que el presente trabajo se engloba en el estudio que están realizando los autores con la finalidad de estudiar y analizar las diferentes adaptaciones llevadas a cabo para continuar con la enseñanza y el aprendizaje de la didáctica de las Ciencias experimentales en la formación inicial de los futuros maestros y maestras. Siendo la finalidad de este trabajo comparar la efectividad de los recursos didácticos físicos frente a los digitales, a la hora de tratar el ser humano en la formación de futuros docentes de Primaria.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se desarrollo en el seno de la asignatura de “Enseñanza y Aprendizaje del Medio Natural I”, durante el curso académico 2020/2021. Esta materia es la segunda de las tres materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia, con un total de 6 créditos ECTS encuadrada en el segundo curso. Utilizamos una muestra incidental de 143 estudiantes pertenecientes a dos de los grupos (G1, 78 y G2, 65 respectivamente). La población total de alumnos y

alumnas matriculadas en esta asignatura es de 360, por lo que el error muestral es del 6,37% (con un nivel de confianza del 95%). El perfil de estos estudiantes es similar al de promociones anteriores (72,1% de mujeres, 21 años de media de edad, especialidad de Bachillerato más frecuente, Ciencias Sociales). Y, sobre todo, con determinadas carencias que se repiten en sus conocimientos didácticos generales, falta de dominio del currículum, dificultades en la gestión del aula, etc. (Robles et al., 2021).

A estos estudiantes se les propuso una práctica grupal, en la que se debía de resolver una serie de cuestiones relacionadas con la temática del funcionamiento del cuerpo humano, a través del uso de maquetas. Las maquetas que se propusieron a los estudiantes para el uso fueron de dos tipos distintos, físicas y digitales (figura 1), debido al contexto sanitario generado por el COVID-19. El grupo 1 utilizó las maquetas físicas de resina plástica que representa un torso humano, que es desmontable desde la cabeza hasta los intestinos. Estas maquetas clásicas se utilizaron en un entorno al aire libre y con un protocolo de limpieza y distancia interpersonal, para prevenir el contagio por el virus *SARS-CoV-2*. Mientras que el grupo 2 usó las maquetas digitales de la app *Órganos 3D*, una aplicación para teléfonos móviles de descarga gratuita y en la que se ofrece una visión tridimensional de los distintos aparatos y órganos del cuerpo humano (<https://apps.apple.com/es/app/órganos-3d-anatom%C3%ADa/id947265034>).

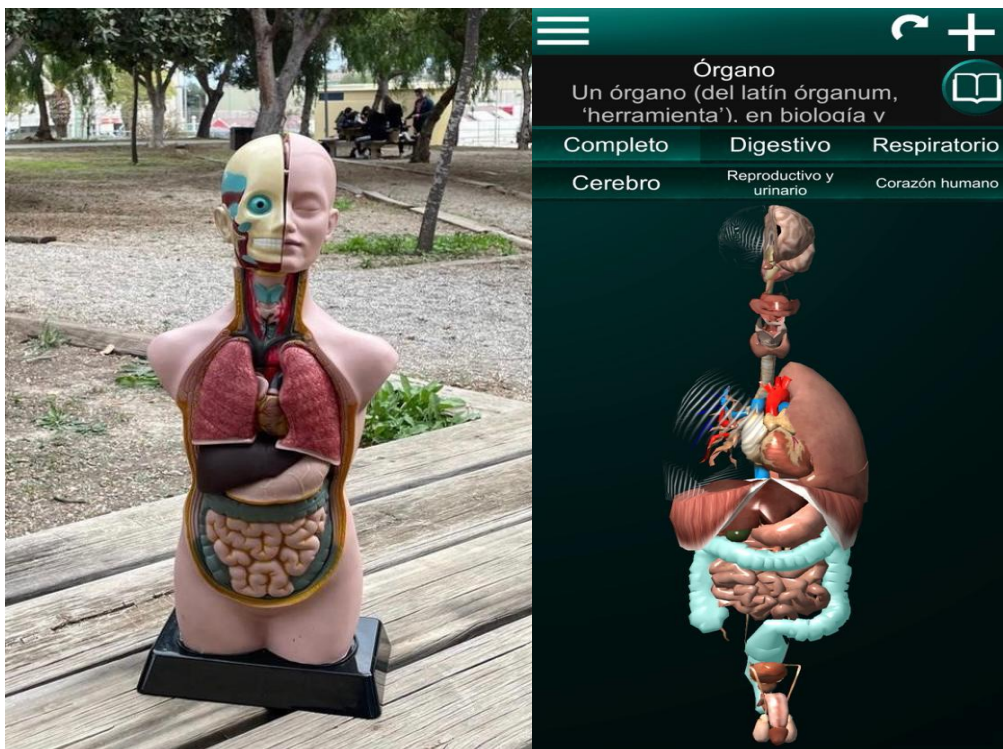


Figura 1. Maquetas físicas (izq.) y digitales (der.) utilizadas por los estudiantes

Cabe señalar, que los contenidos didácticos se han tratado previamente de forma teórica y práctica dentro del bloque de conocimientos científicos “el cuerpo humano y la salud”, el cual supone el primero de los tres bloques en los que se desarrolla la asignatura.

Para analizar la repercusión del uso de diferentes tipologías de maquetas, se les facilitó a los estudiantes un cuestionario a través de la plataforma *Google Forms*, se puede consultar a través de <https://forms.gle/eXzxDJ9yjpbeBRU7>. Este cuestionario estaba

compuesto por dos bloques de preguntas, el primero de los dos se componía de preguntas para determinar el perfil del alumnado y su interacción previa con maquetas.

El segundo bloque de preguntas fue una valoración utilizando una escala Likert de 1 a 4, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 4 totalmente de acuerdo, de 7 ítems diferentes, destinados a conocer la valoración del uso de las maquetas en el desarrollo del ejercicio práctico. Los ítems que los estudiantes debían evaluar son los recogidos en la tabla 1.

Tabla 1. Ítems sobre la valoración del uso de las maquetas.

OBJETIVO	ÍTEM
MOTIVACIÓN	Utilizar la maqueta me ha parecido muy motivador.
DESCONOCIMIENTO	Antes de utilizar la maqueta anatómica desconocía como somos por dentro.
DISPOSICIÓN	La maqueta me ha ayudado a comprender mejor la disposición interna de los órganos.
VISUALIZACIÓN	La visualización de modelos científicos es muy importante en la enseñanza de las ciencias.
COMPRENSIÓN	Se comprende mejor la estructura interna del ser humano mediante las explicaciones verbales, ya sean orales o escritas, que mediante el uso de maquetas.
USO RECURSO	El uso de maquetas en Educación Primaria puede ser un recurso útil para la enseñanza del cuerpo humano.
ADECUACIÓN	La representación de los órganos y sistemas de la maqueta me ha parecido adecuada.

Posteriormente, en una segunda fase de nuestro trabajo, la investigación se centrará en el análisis de los trabajos realizados por los estudiantes y las respuestas obtenidas, como valoración del aprendizaje llevado a cabo por estos, así como el análisis pormenorizado de cada respuesta dada por los estudiantes.

RESULTADOS

Antes de realizar la propuesta de enseñanza que se ha diseñado, los estudiantes fueron consultados sobre su conocimiento previo sobre las maquetas físicas y las maquetas digitales, obteniéndose como resultado que a lo largo de su trayectoria educativa el 8,4% de la muestra analizada no recuerda haber tenido ningún contacto con maquetas físicas. Pero, cuando se pregunta acerca del contacto con maquetas digitales, este dato aumenta hasta el 34,3% de los estudiantes preguntados. Con respecto a en qué etapa educativa han realizado alguna actividad en la que usasen maquetas, los resultados no han sido tan igualitarios como en la pregunta anterior. En el caso de las maquetas físicas tanto en Educación Primaria (54,5%) como en Secundaria (53,1%) su utilización fue similar en ambas etapas educativas, sin embargo, con las maquetas digitales su uso destaca predominantemente en Secundaria (44,8%), frente a su uso en primaria (16,1%) o en la universidad (16,8%).

Con referencia a la evaluación del uso de las maquetas por parte de los estudiantes después de realizar la secuencia didáctica diseñada se presenta de forma resumida en la tabla 2, distinguiendo por cada ítem los dos grupos de trabajo y el total de los estudiantes. Recordamos que el grupo 1 trabajaba con maquetas físicas y el grupo 2 con la aplicación para dispositivos móviles. A la hora de evaluar cada ítem los futuros docentes de Educación Primaria, debían valorar desde 1, totalmente en desacuerdo, a 4, totalmente de acuerdo.

Tabla 2. Resultados por parte de los estudiantes tras realizar la secuencia didáctica adaptada a la situación de pandemia.

	Grupo	N	Mediana	Percentiles		
				25 th	50 th	75 th
MOTIVACIÓN	1	78	3	3	3	4
	2	65	3	3	3	4
DESCONOCIMIENTO	1	78	1	1	1	2
	2	65	2	1	2	2
DISPOSICIÓN	1	78	3	3	3	4
	2	65	4	3	4	4
VISUALIZACIÓN	1	78	4	3	4	4
	2	65	4	3	4	4
COMPRENSIÓN	1	78	2	1	2	2
	2	65	1	1	1	2
USO RECURSO	1	78	4	4	4	4
	2	65	4	4	4	4
ADECUACIÓN	1	78	4	3	4	4
	2	65	4	3	4	4

Como se ha podido observar el ítem con una mayor puntuación, tanto en los diferentes percentiles como en lo referido a la mediana, es el relacionado con la posibilidad de uso que los futuros maestros y maestras de primaria les conceden a las maquetas, siendo la misma puntuación para las maquetas físicas (4) que para las digitales (4).

Por otro lado, los estudiantes muestran su desacuerdo con la afirmación de que las explicaciones verbales sobre la estructura interna del ser humano, son mejores que el uso de maquetas, pues las puntuaciones obtenidas, tanto en el grupo que ha utilizado las maquetas físicas (2) como las digitales (1), así lo atestiguan los valores de la mediana y de los percentiles para este ítem de comprensión.

CONCLUSIONES

Entre las conclusiones de esta investigación, se ha podido comprobar que los estudiantes obtuvieron resultados similares en el uso de las maquetas físicas y digitales, pero en el plano motivacional y de aportación de información el uso de maquetas digitales fue mejor valorado por los futuros docentes de Educación Primaria. Solo hubo un ítem, el referente al desconocimiento del interior de nuestro cuerpo en que los dos grupos no coincidían, siendo las diferencias entre las valoraciones de los dos grupos significativas, según el análisis estadístico de U de Mann Whitney, que arrojaba un valor de 1712, con un p-valor < 0,001.

De este modo, aunque los actuales maestros y maestras en formación inicial puedan pertenecer a una generación de las llamadas nativas digitales, en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, valoran positivamente que los discursos explicativos se apoyen en el uso de recursos, tanto analógicos como digitales. Pudiéndose apreciar, por tanto, que los estudiantes centran su interés en el uso de recursos didácticos durante las explicaciones, más que en el formato del recurso en si mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandstetter, M., Sandmann, A. y Florian, C. (2017). Understanding pictorial information in biology: Students' cognitive activities and visual reading strategies. *International Journal of Science Education*, 39(9-10), 1218–1237.
- Burgoa, M.B., Uskola, A., Maguregi, G., Zamalloa, T. y Achurra, A. (2018). Estudio de las representaciones de los Modelos Sistema Inmunológico y Sistema Digestivo a través de dibujos y explicaciones escritas del alumnado del grado de Magisterio. En C. Martínez-Losada, S. García-Barros (Eds.), 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Experimentales: Iluminando el Cambio educativo (pp.1031-1036). Universidade da Coruña.
- Couso D., Garrido-Espeja A. (2017). Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. En: Hahl K., Juuti K., Lampiselkä J., Uitto A., Lavonen J. (eds) *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research*. (pp. 245-261). Springer: Cham
- De Abreu, F., Nunes, L. M., y Silva, E. L. (2014). Teaching Cell Biology in Primary Schools. *Educational Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/272475>
- Ferrera, F., Guerra, L., Oliva, C., Quintana, I., Domínguez, A. y Calvet, M.E. (2018). Maqueta de célula eucariota animal. *Morfovirtual 2018. Convención Virtual de Ciencias Morfológicas*. <http://www.morfovirtual2018.sld.cu/index.php/morfovirtual/2018/paper/viewPaper/129/612>
- Gómez Galindo, A. A. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/87930/216420>
- Hernández, M.I., Couso, D. y Pintó, R. (2015). Analyzing students' learning progressions throughout a teaching sequence on Acoustic Properties of Materials with a model-based inquiry approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24 (2), 356-377. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9503>
- Maroto, R.M. (2014). La QRélulas: Maquetas de células, Web 2.0 y Códigos QR. Jornadas sobre investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato. *II Congreso de docentes de Ciencias*, 271-276. <https://cdlmadrid.org/boletin/Libro Actas III Congreso Docentes Ciencias.pdf>
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.
- Olander, C., Wickman, P., Tytler, R. y Ingerman, A. (2018). Representations as mediation between purposes as junior secondary science students learn about the human body. *International Journal of Science Education*, 40(2), 204-226. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1407464>
- Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Perveen, N., y Bhutta, S. M. (2012). Enhancing content knowledge of in-service science teachers through model and modeling. *Journal of Research and Reflections in Education*, 6(1), 61-74.
- Portillo-Blanco, A., Díez, J.R., Barrutia, O., Garmendia, M., y Guisasola, J. (2022). Diseño y evaluación de una intervención educativa sobre la pandemia de la COVID-19 y las medidas de prevención. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 130201-130218 https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1302
- Pro, A., Pro, C. y Cantó, J. (2020). El COVID-19: planteamiento de actividades por los profesores de Secundaria en formación inicial. En A. J. Franco-Mariscal, D. Cebrián-Robles, T. Lupión-Cobos, M. C. Acebal-Expósito y A. Blanco (Eds.), *Actas Ier Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía* (pp. 136-139). Málaga: ENCIC.
- Robles, F.J, Fernández, M. y Ayuso, E. (2021). Desarrollo Sostenible a través de Instagram. Estudio de propuestas de futuros docentes de Primaria. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 76, 212-227.

Análisis de la formación científico-didáctica inicial de maestros en España

Germán Ros¹, Iñigo Rodríguez-Arteche², Julio Pastor-Mendoza³, Arántzazu Fraile Rey⁴

¹ Universidad de Alcalá. german.ros@uah.es

² Universidad de Alcalá. inigo.rodriguez@uah.es

³ Universidad de Alcalá. julio.pastor@uah.es

⁴ Universidad de Alcalá. arantzazu.fraile@uah.es

RESUMEN: Existen diversos temas abiertos acerca de la formación científica inicial de los futuros docentes. Este debate incluye, entre otros, la tensión entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico, desde su relevancia relativa hasta su secuenciación, así como los contenidos esenciales a incluir y cómo evaluarlos. Para aportar datos a este debate, en este trabajo se han analizado las asignaturas dedicadas a la formación científica de los Grados de Magisterio de Educación Primaria de 36 universidades públicas españolas, a partir de la guía docente de 88 asignaturas. Se ha comprobado que existe una diferencia relevante entre universidades respecto a la dedicación entre la formación científica y didáctica, aunque, por otro lado, sí hay más acuerdo en cuanto a los contenidos clave desde el punto de vista científico. Por último, se constata que la evaluación continua es una realidad en las aulas a la par que sigue siendo muy relevante el uso de pruebas escritas como herramienta de calificación.

PALABRAS CLAVE: formación inicial, conocimiento científico, conocimiento didáctico, calificación.

ABSTRACT: There are still many open debates about the science education of pre-service teachers. These topics include the tension between scientific knowledge and pedagogical knowledge, from their relative relevance to their sequencing, as well as the essential contents that should be included and how to assess them. With the aim of contributing to this debate, this work has analysed the subjects dedicated to science education in the Primary Education Teacher Training degrees of 36 Spanish public universities. For this purpose, the teaching guides of 88 subjects have been analysed. It was found that there is an important difference between universities with respect to the dedication between scientific and pedagogical training, although there is more agreement regarding the key scientific contents. Finally, it was found that continuous assessment is a reality in the classroom, although written tests as marking tools are still very relevant.

KEYWORDS: pre-service teachers, scientific knowledge, pedagogical knowledge, assessment.

DEBATES ABIERTOS

En el contexto actual de reforma de la ley educativa en España, la comunidad de la Didáctica de las Ciencias Experimentales está llamada a este debate (Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEFP], 2022) puesto que se propone revisar los Grados que dan acceso a la formación docente. Existe un amplio consenso entre la

comunidad investigadora y las instituciones en destacar el papel clave que tiene la formación inicial de los docentes para la mejora de la alfabetización científica de la sociedad (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional [CEDFP], 2014). Sin embargo, persisten muchas cuestiones abiertas en torno a dicha formación científica inicial, específicamente en el ámbito de la formación inicial de maestros (García-Barros, 2016). Así, se plantean, entre otros, dudas acerca de si es suficiente la formación que recibe el alumnado, qué contenidos conceptuales y procedimentales debe abordar, cómo integrar estos contenidos con el conocimiento didáctico de los mismos y si todo ello se realiza de un modo coherente desde el punto de vista de la evaluación.

Muchos autores a nivel nacional (Porlán et al., 2010) e internacional (Appleton, 2003) han constatado que los futuros maestros presentan un conocimiento científico inadecuado, con concepciones alternativas y errores conceptuales cercanos a los de su futuro alumnado. De forma complementaria, se ha demostrado indispensable un adecuado conocimiento didáctico del contenido, siendo quizá el elemento que más influye en la práctica docente, sin que haya consenso acerca de si debe ser posterior al conocimiento conceptual en sí mismo o integrando ambos (Rivero y Jiménez-Liso, 2021). De hecho, existen tensiones entre un enfoque que podríamos denominar más científico y otro más didáctico (García-Barros, 2016). Además, se ha apuntado como debilidad en la formación la falta de coherencia entre los modelos de enseñanza que se utilizan en la práctica universitaria frente a los que se pretende que los futuros docentes apliquen en sus aulas.

En este trabajo se pretende analizar cómo se trasladan estos debates a la formación inicial de los futuros docentes en las universidades públicas en España. En concreto, se pretende responder a estas preguntas de investigación:

- ¿Qué contenidos predominan en la formación docente, los científicos o los didácticos?
- ¿Qué disciplinas se abordan dentro de la formación científica y qué contenidos son más habituales?
- ¿Predomina aún el uso de pruebas escritas como herramienta principal de calificación?

METODOLOGÍA

El estudio abarca los Grados de Magisterio en Educación Primaria de 36 universidades públicas españolas. Se ha analizado la guía docente de las 88 asignaturas obligatorias de sus planes de estudio que están relacionadas con la formación científica del alumnado, tanto aquellas más específicas de contenidos científicos como las propias de didáctica.

La asignación de los créditos asociados a cada disciplina (Física, Química, Biología, Geología y Didáctica) en cada asignatura se ha realizado atendiendo a los contenidos y la temporalización indicada en la guía docente. Es habitual encontrar asignaturas enfocadas a los contenidos científicos, a menudo de más de una disciplina, y otras totalmente dedicadas a la Didáctica (naturaleza de la ciencia, metodologías y estrategias, evaluación, recursos, currículum...). También es común encontrar asignaturas mixtas. En estos casos se han encontrado dos situaciones típicas: i) asignaturas donde ambos aspectos se estudian por separado, en las que se ha asignado un cierto número de créditos a cada disciplina atendiendo a la descripción más detallada de la guía; ii) asignaturas en las que el objetivo fundamental es metodológico, aunque a veces se ilustre en base a ciertos conceptos científicos, en cuyo caso se ha asignado como tiempo dedicado a Didáctica.

En cuanto a las herramientas de calificación, la mayoría de las guías incluyen una descripción suficientemente detallada de las mismas y se indica su peso en la evaluación continua. En 12 casos esta descripción es insuficiente y se excluyen de esta parte del análisis. La casuística es muy amplia y la denominación de las diferentes herramientas no es siempre uniforme. Por ejemplo, el concepto de práctica en ocasiones se asocia a sesiones en el laboratorio, pero en otras ocasiones se refiere a seminarios de trabajo en grupo. Para facilitar el análisis y responder a nuestro objetivo de investigación, se ha distinguido en este estudio entre pruebas escritas y actividades, incluyendo en esta última categoría todo aquello que no se corresponde con las primeras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenidos científicos vs. Contenidos didácticos

De las 88 asignaturas analizadas, 18 (20,5%) son asignaturas que abordan solo contenidos científicos, 28 (31,8%) únicamente aspectos didácticos y el resto (47,7%) tratan ambos temas. De las 36 universidades, en 11 de ellas (30,6%) la enseñanza de los contenidos científicos es previa a los didácticos, en 22 (61,1%) se imparten de forma simultánea y en 3 (8,3%) se abordan eminentemente contenidos de tipo didáctico, aunque utilicen problemas científicos como guía. Todo esto indica que predominan las universidades con un enfoque mixto, con asignaturas donde se contemplan contenidos específicos de ciencias con aquellos más propios de didáctica. Sin embargo, esto no significa que necesariamente los contenidos didácticos y científicos estén realmente integrados, sino que en muchos casos se estudian como bloques diferenciados (García-Barrios, 2016).

La Figura 1 muestra el número de créditos dedicados a los contenidos científicos frente a los didácticos en las diferentes universidades analizadas. Puesto que el número total de créditos dedicados al área de ciencias está limitado, un mayor peso de uno de estos dos aspectos conlleva una disminución en el otro. Como puede verse, existe una gran dispersión, con universidades donde se otorga más relevancia a la formación científica y, en mayor número, otras donde tiene más peso la formación didáctica.

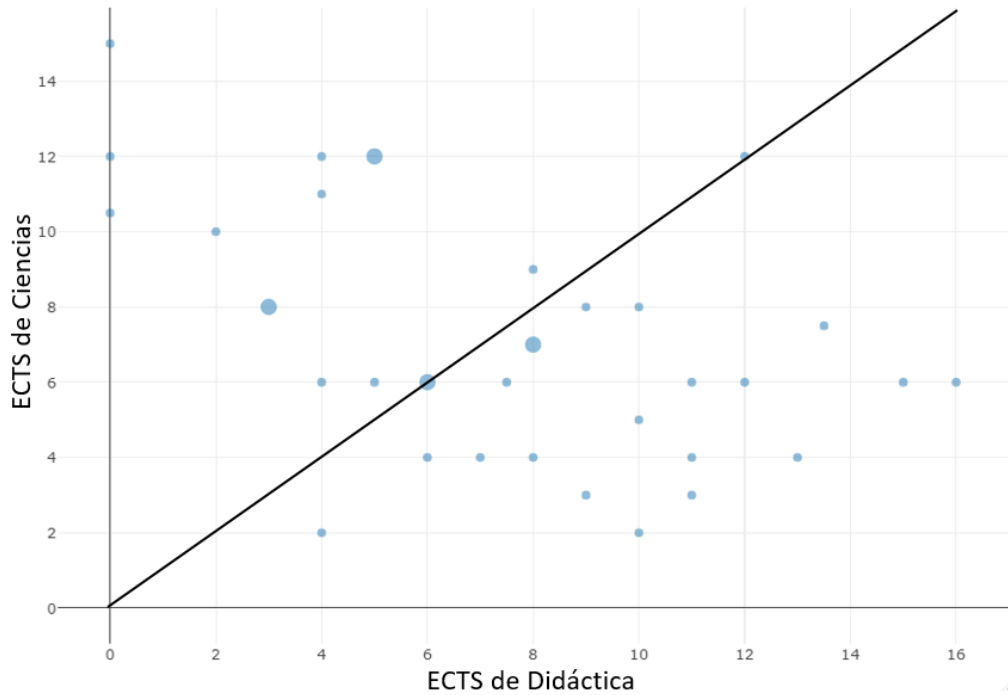


Figura 1. Número de créditos dedicados a los contenidos científicos frente a los didácticos. Los puntos más grandes se deben a la coincidencia de dos universidades

Relevancia de las diferentes disciplinas y sus contenidos

La Figura 2 muestra el número de créditos ECTS que cada universidad dedica a las diversas disciplinas científicas (Física, Química, Biología y Geología) según los contenidos impartidos y la temporalización de los mismos en las asignaturas analizadas.

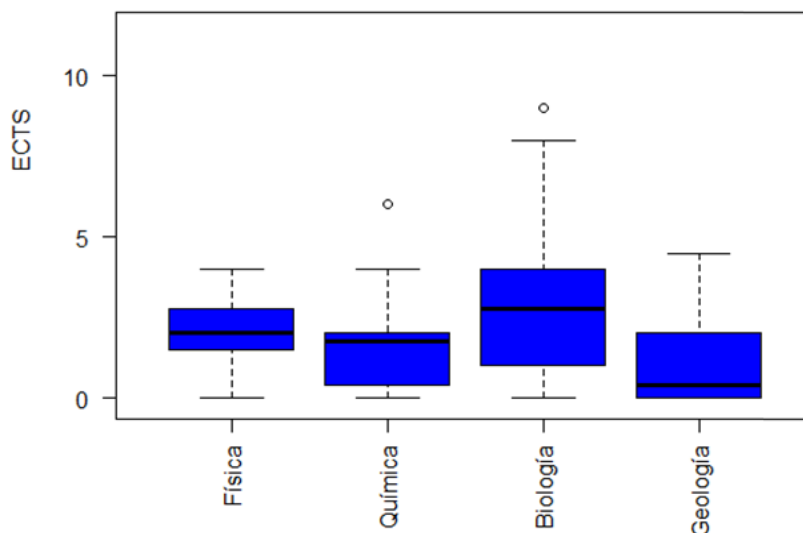


Figura 2. Número de créditos ECTS dedicados a las diversas disciplinas

La Figura 3 muestra los contenidos más habituales (se ha establecido una frecuencia mínima de 5 en el gráfico). El tiempo dedicado en los Grados a la formación científica de

los futuros maestros se reparte de forma razonable entre las diversas disciplinas científicas, con un mayor peso de la Biología y de la Física en consonancia con el currículo oficial de Educación Primaria y, por tanto, con las necesidades de los futuros docentes. Asimismo, los contenidos científicos que se incluyen en el Grado están bien alineados con el currículo de Educación Primaria. De este modo destacan algunos conceptos clave (*Core Concepts*) y *Big Ideas* (Harlen, 2015) tales como seres vivos, energía, materia o cambio, con otros que destacan por su frecuencia en los contenidos específicos del currículo de Educación Primaria como el cuerpo humano y las máquinas simples.

¿Qué tipo de evaluación se realiza?

La Figura 4 muestra el porcentaje que se asigna a pruebas escritas y a otras actividades como parte de la evaluación continua en el conjunto de asignaturas analizadas. Como puede verse, existe un equilibrio entre ambos tipos de instrumentos de evaluación, lo que muestra que la evaluación continua es una realidad en las aulas, pero que aún existe por parte del profesorado una alta consideración de las pruebas escritas como medio de evaluación y calificación del alumnado.

CONCLUSIONES

La comunidad educativa en general y la de Didáctica de las Ciencias en particular está llamada a participar en la nueva reforma educativa. Entre los puntos de debate se encuentra la propuesta de revisar los contenidos de los planes de estudio de las titulaciones universitarias habilitantes para la docencia (MEFP, 2022). En esta línea, este trabajo pretende aportar datos al debate sobre la formación científica y didáctica de los futuros docentes de Educación Primaria.

Se han analizado las asignaturas dedicadas a la formación científica de los Grados de Magisterio de Educación Primaria de 36 universidades públicas españolas. Se concluye que existe aún poco acuerdo en cuanto a la relevancia relativa que deben desempeñar la formación científica y la formación didáctica de los futuros maestros. Se evidencia también una falta de consenso en cuanto a la conveniencia de integrar contenidos científicos y didácticos en las mismas asignaturas o bien hacerlo de forma separada. El primer enfoque suele estar relacionado con una visión más integradora y enfocada en las actividades o prácticas científicas, mientras que los partidarios de la segunda opción suelen argumentar que es necesario fomentar un mayor conocimiento científico y unas mejores actitudes hacia la ciencia antes de comenzar con los aspectos didácticos.

En cuanto a los contenidos científicos, éstos parecen repartirse de forma coherente con el peso real en el currículo de Educación Primaria entre las disciplinas científicas (Biología, Física, Química y Geología por este orden), siendo mayoritarios aquellos contenidos relacionados con conceptos clave (seres vivos, materia, energía, cambios, etc.) o directamente vinculados con el currículo de Educación Primaria.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

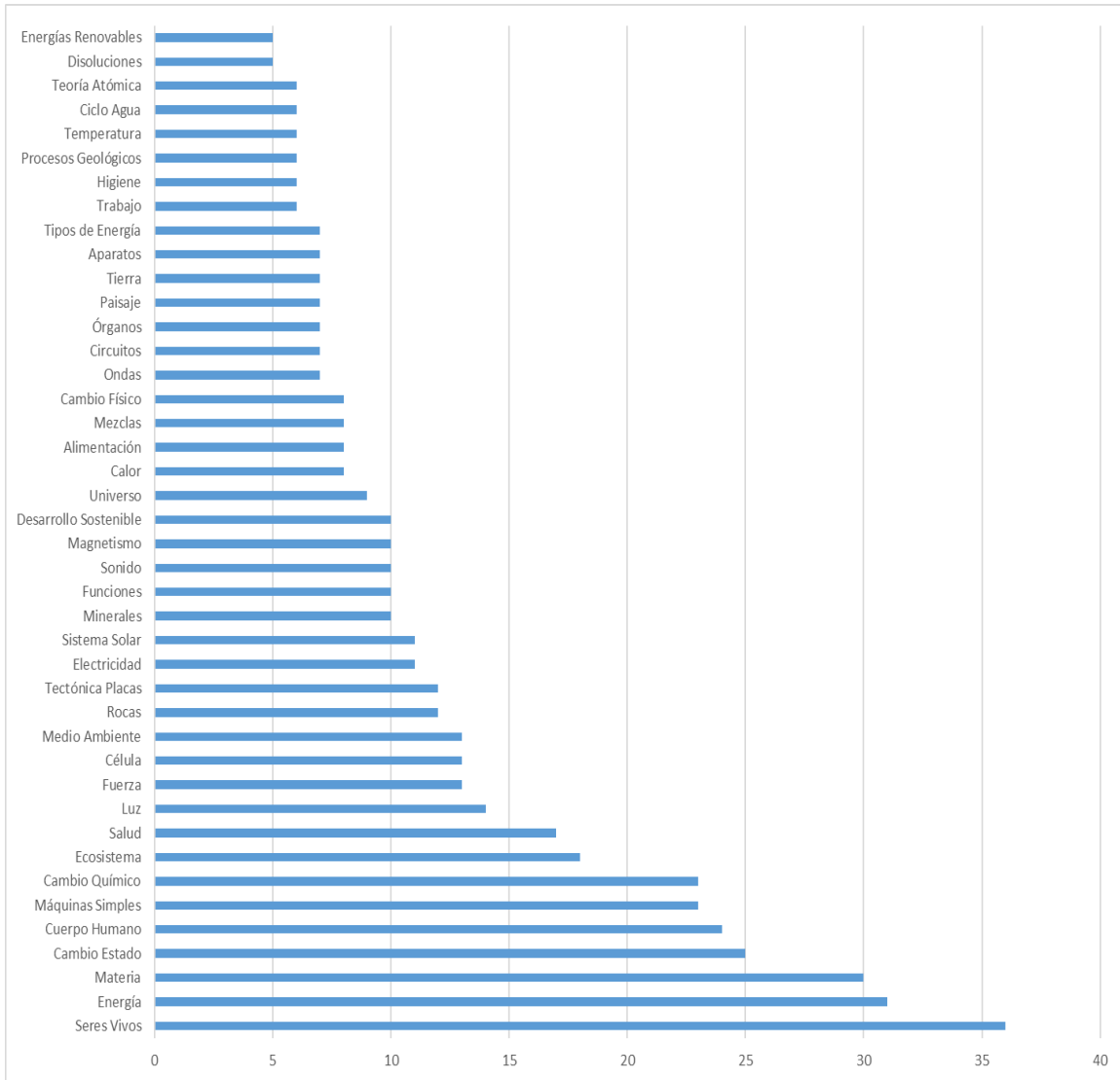


Figura 3. Contenidos científicos más representados en las guías docentes

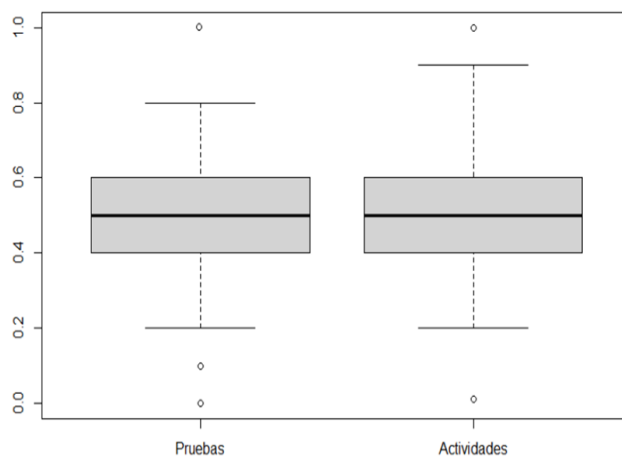


Figura 4. Porcentaje en la evaluación continua

Por último, se ha comprobado que las pruebas escritas siguen siendo una herramienta habitual en la evaluación y calificación del alumnado, con un peso similar en promedio al que tienen otro tipo de actividades.

Este estudio presenta algunas limitaciones debido a que, a partir de las guías docentes, no siempre es sencillo saber con detalle cómo se reparten los contenidos de una asignatura o cómo se abordan en el aula. Además, es seguro que existe una distancia entre lo que se indica en las guías y la realidad del currículo implementado en las aulas.

El estudio preliminar aquí presentado se pretende extender a universidades privadas donde también se imparte el Grado de Magisterio de Educación Primaria, así como a los múltiples Dobles Grados asociados con esta titulación. Podría ser interesante extender también el estudio al área de Matemáticas y su Didáctica, ya que comparte mucha de la problemática que aquí se plantea respecto a la enseñanza de las Ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appleton, K. (2003) How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in science education*. 33(1), 1-25.
- Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (2014). Conclusions on effective teacher education. <https://www.cedefop.europa.eu/es/news/conclusions-effective-teacher-education>
- García-Barros, S. (2016). Conocimiento científico didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35(1), 31-44.
- M. E. F. P. Ministerio de Educación y Formación Profesional, Gobierno de España (2022). <https://educagob.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:adf4f050-9832-4a88-9cd2-96cd3519c664/documento-de-debate-24-propuestas-de-reforma-profesi-n-docente.pdf>
- 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.
- Rivero A. y Jiménez-Liso R. (9 de septiembre de 2021). Prácticas clave en la formación de docentes de ciencias: Aproximaciones para un debate necesario. [Archivo de Vídeo]. https://www.youtube.com/watch?v=j7Ulw0e_ZoI&list=PLEHoHYRtnXVktgHEQjhNdSskdL-J-89E&index=41

Análisis del diseño de un proyecto ABP-STEAM para educación primaria sobre alimentación saludable

Teresa Lupión-Cobos¹, José Ignacio Crespo-Gómez² y M. Marta Alarcón-Orozco³

¹Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Málaga). teluco@uma.es

²Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Málaga). ncrespo@uma.es

³Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Málaga).

mmartaalarcon@uma.es

RESUMEN: Este trabajo analiza el diseño de un proyecto sobre la alimentación saludable, siguiendo la metodología del ABP y un tratamiento interdisciplinar e integrador del currículo de Educación Primaria (EP), orientado a promover las competencias científicas mediante prácticas de indagación escolar. La propuesta fue diseñada por maestros del segundo ciclo en su iniciación formativa en estas metodologías, en una intervención educativa del proyecto *IndagaSTEAM Escuela*.

El diseño realizado se ha valorado con la rúbrica *ABPMap* que analiza las componentes didácticas vinculadas a la competencia científica y el papel de la apertura de las actividades e interdisciplinariedad que conllevan. Los resultados muestran un nivel de desarrollo medio-bajo en las componentes analizadas. Así, *contexto* y *contenido* son las de mayor nivel de logro mientras que *conflicto*, *discurso*, *grado de apertura* e *interdisciplinariedad*, son manifiestamente mejorables. Se constata la necesidad de seguir profundizando en la formación docente para la transferencia de estas estrategias al aula.

PALABRAS CLAVE: *ABP, STEAM, Competencias Científicas, Formación profesorado, Ed. Primaria.*

ABSTRACT: This work analyzes the design of a project on healthy eating, following the PBL methodology and an interdisciplinary and integrative treatment of the Primary Education curriculum, aimed at promoting scientific skills through school inquiry practices. The proposal was designed by teachers of the second cycle in their training initiation in these methodologies, in an educational intervention of the *IndagaSTEAM Escuela* project.

The design carried out has been evaluated with the *ABPMap* rubric that analyzes the didactic components related to scientific competence and the role of openness in the activities and interdisciplinarity that they entail. The results show a medium-low level of development in the components analyzed. Thus, context and content are those with the highest level of achievement, while conflict, discourse, degree of openness and interdisciplinarity are clearly improvable. The need to continue deepening teacher training on these strategies is confirmed to transferring to the classroom.

KEY WORDS: *ABP, STEAM, Scientific Competences, Teacher Training, Primary Education.*

INTRODUCCIÓN

Desde la Didáctica de las Ciencias, se constata la dificultad para implementar en las aulas de primaria resultados de investigación y aspectos de mejora aceptados por la comunidad científica. Como consecuencia, se produce un distanciamiento entre la investigación educativa y la realidad de las aulas, siendo necesario impulsar formas de colaboración Universidad – Escuela mediante intervenciones que vehiculen los aspectos a promover a través de una transferencia eficaz.

En este trabajo, presentamos un estudio diagnóstico realizado en el marco del proyecto *IndagaSTEAM Escuela* (Lupi3n et al., 2021) en torno al dise1o de propuestas did1cticas con metodolog1a del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), usando el paradigma STEAM (siglas en ingl3s de Ciencias, Tecnolog1a, Ingenier1a, Artes y Matem1ticas) (Couso y Simarro, 2020), en el abordaje curricular. Se pretende aportar andamiajes formativos en el conocimiento profesional docente sobre el escenario epistemol3gico, cient1fico y did1ctico que implican estos enfoques, apoyando al profesorado en la superaci3n de las dificultades que presentan en su puesta en pr1ctica. Entre otras, asociadas a la complejidad inherente y multidisciplinar del acercamiento a los problemas del mundo real, intentando promover una compresi3n interrelacionada de todos ellos. Y, tambi3n, sobre la propia naturaleza del tratamiento STEAM, usando modelos de diferentes niveles de integraci3n curricular en las actividades dise1adas (P3rez-Torres et al., 2021).

En este trabajo queremos dar respuesta a la siguiente pregunta: 1Qu3 niveles de logro en la identificaci3n de las componentes did1cticas vinculadas a la competencia cient1fica e integraci3n de actividades, alcanza este profesorado cuando se inicia en el dise1o de un proyecto ABP-STEAM con participaci3n de pr1cticas cient1ficas de indagaci3n?

M3TODO

Realizamos un an1lisis del dise1o docente de un proyecto ABP-STEAM que incorporaba algunas actividades de tipo indagativo, realizado a modo de iniciaci3n formativa durante una intervenci3n planificada para un escenario presencial que, posteriormente debido a la evoluci3n pand3mica, tuvo que desarrollarse en escenario virtual.

Descripci3n de la experiencia

Los participantes fueron tres maestros de EP con diferentes a1os de experiencia profesional (hasta 15, hasta diez y hasta 5). Esta intervenci3n supon1a su primer acercamiento al dise1o de una propuesta did1ctica de estas caracter1sticas, que dirig1an al 1rea de Ciencias de la Naturaleza (CdN), que ninguno impart1a de manera asidua. La intervenci3n se aplic3 en un escenario COVID, que s3lo permiti3 realizar algunos seminarios iniciales para introducir la fundamentaci3n (naturaleza de pr1ctica indagativa y enfoque STEAM) y din1mica de aula, de estas estrategias metodol3gicas. Tras ellos, se analizaron ejemplos sobre el tratamiento interdisciplinar en situaciones problema de la vida diaria y se identificaron las fases del ciclo de indagaci3n. Posteriormente, estos docentes implementaron un taller cient1fico, planificado por investigadores, que se desarroll3 en varias sesiones lectivas contando en algunas, con la presencia virtual de aqu3llos en calidad de observadores. Estas actuaciones precedieron a la fase de formaci3n para el dise1o de la propuesta de ense1anza, estudio diagn3stico inicial en torno a la instrucc3n para el dise1o, objeto del presente trabajo. En ella, el profesorado seleccion3 una tem1tica dirigida al 2º ciclo, en torno a la alimentaci3n saludable para que el alumnado buscara respuesta a la pregunta “1Sabes si lo que est1s comiendo es saludable?”,

mediante la elaboración de un proyecto integrado (Domènech-Casal, 2018), con metodología ABP, que incorporaba 20 actividades, algunas indagativas, mostradas en la Tabla 1 con su función.

Tabla 1. Secuencia completa de actividades del proyecto diseñado

PROYECTO: ¿Sabes si lo que estás comiendo es saludable?	
A1 Cómo son tus hábitos saludables? // Actividad exploratoria sobre los hábitos saludables del alumnado.	A11 ¿A qué crees que es debida esa atracción? // Relacionar los conocimientos en magnetismo para justificar el movimiento de los cereales por el agua, a consecuencia de la presencia de un imán y el hierro presente en los cereales
A2 ¿Cómo es tu alimentación? // Explorar los hábitos alimenticios en relación a su ingesta de frutas, verduras, pescado, entre otros alimentos saludables.	A12 Una vez realizado el experimento y con los datos obtenidos, ¿coincide con tu predicción inicial? // Comprobar si las predicciones sobre la atracción o no de los cereales por parte del imán son acertadas.
A3 ¿Por qué crees que es importante llevar a cabo una alimentación saludable? // Exponer los motivos para llevar a cabo una alimentación saludable de manera conjunta.	A13 Actividad Experimental 2. // Repetir el experimento, pero esta vez con los cereales batidos para que detecten el hierro presente
A4 ¿Cuál de las tres imágenes representa una alimentación saludable? // Seleccionar una imagen, por mostrar la variedad de alimentos saludables.	A14 Analizar los resultados de las actividades experimentales // Reflexionar sobre los resultados obtenidos en ambos experimentos
A5 ¿Por qué las personas tienen que comer? ¿Qué necesita el ser humano de los alimentos? Anotarán sus predicciones en una hoja de datos. // Recordar el concepto de nutriente.	A15 Escribir los ingredientes de los cereales // Anotar el resto de ingredientes de los cereales para trabajar los tipos de ingredientes.
A6 ¿Cuál es la mejor forma de saber los ingredientes de los alimentos? ¿Cómo podemos conocer los nutrientes que tienen los alimentos que ingerimos? ¿Se pueden observar a simple vista? // Recordar que los alimentos vienen acompañados de una tabla con información nutricional y un listado de ingredientes.	A16 ¿Será saludable comer ese hierro? // Justificar la importancia de consumir hierro para la salud.
A7 ¿Sabes diferenciar un nutriente de un ingrediente? // Diferenciar entre el concepto de nutriente y el concepto de ingrediente.	A17 ¿Qué beneficios nos aporta el hierro para nuestra salud? // Repasar los alimentos que contienen mayor cantidad de hierro.
A8 Siempre nos han dicho que hay que comer alimentos con hierro, ¿pero realmente es hierro? Si es así, ¿podemos ver ese hierro? // Comprobar la presencia de hierro en los alimentos	A18 ¿Qué alimentos conoces que son ricos en hierro? // Trasladar el conocimiento a contextos cotidianos.
A9 ¿Piensas que el imán conseguirá atraer al cereal? Podemos comprobarlo haciendo un experimento. // Realizar predicciones y comprobaciones que revelen la realización del experimento	A19 ¿Recuerdas cómo era el plato perfecto saludable? Explícalo // Reforzar conocimiento sobre los alimentos que deben formar parte de una dieta saludable y equilibrada.
A10 Actividad experimental 1. // Detectar trazas de hierro en un paquete de cereales.	A20 Producto final: diseña tu plato perfecto saludable a partir de recortes de revistas de supermercados teniendo

en cuenta todos los contenidos trabajados. //

Elaborar el plato saludable incorporando recortes de alimentos variados a partir de revistas y periódicos, con buena distribución de los macronutrientes.

Procedimiento e instrumento de investigación

En este trabajo estudiamos las dificultades/fortalezas del diseño de la propuesta analizando las componentes didácticas (contexto, conflicto, discurso, contenido) vinculadas a la competencia científica y el papel de la apertura de las actividades e interdisciplinariedad, que participan. Para ello, se aplicó la rúbrica ABPMap (Domènec-Casal, 2018) estableciéndose cuatro niveles de despliegue para cada componente.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

La aplicación de la rúbrica ABPMap (Domènec-Casal, 2018) ha permitido valorar las componentes didácticas que muestra el proyecto diseñado, en niveles de logro del 1 al 4. La Figura 1 recoge el perfil didáctico del proyecto, de acuerdo a las distintas puntuaciones que el equipo de investigadores, hemos otorgado a cada componente.

Sobre el *contexto*, el tratamiento de la alimentación saludable se ha valorado con un nivel 2, puesto que no se han asignado roles específicos al alumnado, pero el proyecto contiene actividades en su diseño que incluyen imágenes de la vida cotidiana y conectan en el mundo real en el que tiene sentido y utilidad.

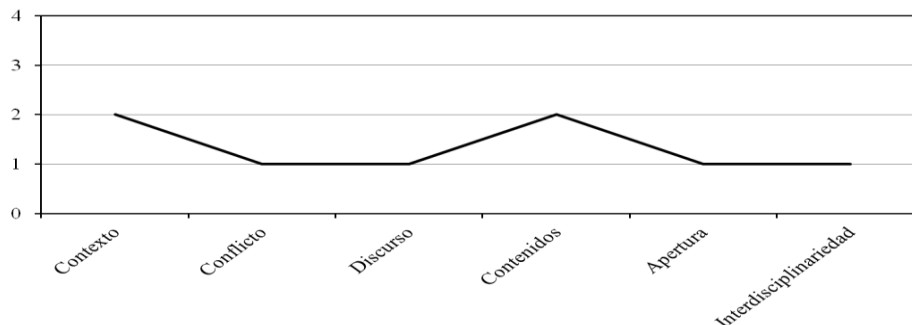


Figura 1. Perfil didáctico del proyecto

El *conflicto* a resolver (pensamos que la necesidad de consumir nutrientes procedente de una alimentación saludable), como segunda componente, no queda del todo claro en el diseño del proyecto, puesto que el alumnado debe elaborar un plato con una buena distribución de los macronutrientes (hidratos de carbono, grasas y proteínas), pero este producto no responde del todo a ninguna de las supuestas preguntas que pretenden retar al alumnado en la resolución del conflicto (ej. ¿Sabes si lo que estás comiendo es saludable? ¿Por qué las personas tienen que comer? ¿Qué necesita el ser humano de los alimentos?).

En cuanto al *discurso*, la valoración otorgada vuelve a ser de nivel 1, debido a que, a pesar de que el diseño del proyecto plantea dos experimentos, estos no son diseñados por el alumnado y, además, las experiencias tienen la misma finalidad (detectar la presencia de hierro en un paquete de cereales). Asimismo, las predicciones que se proponen (ej. ¿Piensas que el imán conseguirá atraer al cereal?) no tienen relación con el *contexto*

elegido, ni con ninguno de los posibles *conflictos* que plantean al alumnado para su resolución. Los *contenidos*, se valoran con un nivel 2, puesto que la secuencia quiere formalizar los conceptos de general a más específico (alimento, ingrediente, nutriente, micronutriente hierro); aunque hay actividades planteadas fuera de lugar (ej. las actividades A6 y A15 trabajan los conceptos de ingrediente y nutriente, pero están separadas por 8 actividades; Tabla 1) y no permiten resolver los posibles conflictos planteados.

El *grado de apertura*, alcanza una valoración 1 puesto que el proyecto consiste en una sucesión de tareas cerradas, donde los alumnos no toman decisiones sobre ellas, sólo participan emitiendo predicciones (ej. ¿Piensas que el imán conseguirá atraer al cereal?) que no tienen relación ni con el contexto elegido, ni con los posibles conflictos planteados, ni incluso con los contenidos mayormente trabajados. Finalmente, el *grado de interdisciplinariedad* se ha valorado de nuevo en un nivel 1 puesto que solo participa una materia STEAM (CdN). Si bien es cierto que en la etapa de EP, esta asignatura abarca el currículo de varias disciplinas, no se precisa de las matemáticas, ni la ingeniería o la tecnología.

CONCLUSIONES

El análisis de las componentes didácticas vinculadas a la competencia científica y el grado de apertura de las mismas, muestra un nivel de desarrollo medio-bajo, siendo el contexto y los contenidos las que alcanzan mayor nivel de logro (nivel 2) mientras que conflicto, discurso, grado de apertura e interdisciplinariedad, se muestran manifiestamente mejorables (nivel 1). Estos resultados nos permiten constatar la necesidad de formación del profesorado en el acercamiento al enfoque STEAM y su tratamiento interdisciplinar e integrador para promover un curriculum promotor de las competencias científicas desde el aula de ciencias, poniendo en valor la necesidad de articular, desde el diagnóstico, una planificación formativa ajustada al perfil docente y contexto de la intervención a desarrollar. La colaboración entre la Universidad y la Escuela puede ser un escenario útil para promover la transferencia a la práctica de estas metodologías.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del Proyecto de Mejora y Coordinación docente *Desarrollo de Competencias docentes en PFI de Ed. Infantil, Primaria y Secundaria, con la enseñanza de prácticas científicas de indagación y enfoques STEM en la educación científica*, (Facultad de Educación, Universidad de Málaga) y del Proyecto I+d+i *Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias* (PID2019-105765GA-I00; Ministerio de Ciencia e Innovación).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lupión, T., Valencia, J., y Crespo, J.I. (2021). Estudio de una experiencia de indagación escolar en Ed. Primaria a través del Proyecto IndagaSTEAM Escuela. Valoraciones docentes de su transferencia a la práctica. En *Actas XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Aportaciones para un mundo sostenible* (2133-2136). Lisboa: Enseñanza de las Ciencias.
- Couso, D., Simarro, C. (2020). STEM education through the epistemological lens. In C. Johnson, M. Mohr-Schroeder, y T. Moore (Eds.), *Handbook of Research on STEM Education*.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Pérez-Torres, M., Couso, D., y Márquez C. (2021). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1301.
- Toma, R. B., & Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15–33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>.

Aproximación a las concepciones de docentes en formación sobre sexualidad, ciencia y afectividad, una experiencia desde el sur de Colombia

Jonathan Andrés Mosquera¹, José Joaquín García², Elías Francisco Amórtegui³, Maria Cristina Pansera-de-Araujo⁴

¹ Universidad Surcolombiana. jonathan.mosquera@usco.edu.co.

² Universidad de Antioquia. joaquin.garcia@udea.edu.co.

³ Universidad Surcolombiana. elias.amortegui@usco.edu.co.

⁴ Universidade Regional do Noroeste do Estado de Rio Grande do Sul. pansera@unijui.edu.br.

RESUMEN: Este trabajo presenta un estudio cualitativo realizado con 28 docentes en formación al interior del curso de Didáctica de las Ciencias en un programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. El objetivo de esta investigación fue conocer las tendencias de los docentes acerca de sus concepciones sobre la naturaleza de la sexualidad, la relación de la misma con las ciencias naturales y sobre la dimensión afectiva en la educación sexual, antes y después de una intervención didáctica basada en el diseño y aplicación de Cuestiones Sociocientíficas sobre sexualidad. Los resultados encontrados muestran que luego de la intervención didáctica aumenta el interés y la disposición del profesorado en formación por una educación sexual que incluya en su análisis y praxis los aspectos afectivos, sociales, culturales y científicos, haciendo partícipe el contexto y favoreciendo la interdisciplinariedad desde el aula de ciencias.

PALABRAS CLAVE: Educación para la Salud, Formación del Profesorado, Educación Superior, Didáctica de las Ciencias.

ABSTRACT: This work, present, a qualitative study was developed with 28 teachers in training within the Science Didactics course in a Bachelor of Natural Sciences and Environmental Education program. The objective for this research was to know the teacher tendencies, about his conceptions for nature sexuality, the relation between this and the natural sciences and the affective dimension at the sex education, before and after a didactic intervention based on the design and application of Socio. The results find show that after didactic intervention increment the interest and willingness of teachers in training for a sexual education that includes in its analysis and praxis the affective, social, cultural, and scientific aspects is evidenced, involving the context, and favoring interdisciplinarity from the science classroom.

KEYWORDS: Health Education, Teacher Training, Higher Education, Science Didactics.

INTRODUCCIÓN

Hoy, se sabe que el comportamiento sexual, además de guardar relación con el aspecto biológico (sexo), es una construcción social en la que intervienen factores de corte psicológico como los sentimientos (redes neurales que determinan expresiones mentales), las emociones (respuestas a estímulos internos y externos) y los afectos (valencias dadas a dicho sentir) (Damasio, 2018). Además, la Dimensión Afectivo-Sexual humana es complementada con factores como el autoconcepto, la autoestima, y la valoración y el aprecio recibido de los demás (Agud et al., 2016).

Por otra parte, la formación del profesorado de ciencias ha sido un proceso que se ha ligado culturalmente en diferentes latitudes a la educación sexual. Dicha praxis educativa muestra que usualmente la educación sexual sólo ha sido vinculada con la necesidad de adquirir un conocimiento biológico y recibir apoyo de profesionales en campos de las ciencias humanas. Además, esta praxis ha mostrado que las creencias, las actitudes, las concepciones y la formación del profesorado, tienen una estrecha relación con las prácticas y discursos que ellos establecen en el aula en torno a la sexualidad (Plaza, 2015), prácticas y discursos que influyen significativamente en la construcción que hacen los futuros ciudadanos acerca de la sexualidad personal y colectiva, pudiendo llegar a constituir un obstáculo para la educación sexual en el aula (Otero et al., 2018; Plaza & Meinardi, 2021).

Estos presupuestos, han motivado el diseño, la ejecución y la puesta a prueba de una estrategia didáctica basada en el modelo de Cuestiones Sociocientíficas (CSC) (Martínez y Villamizar, 2014), que permitan el análisis crítico de fenómenos socioculturales, asociados a la sexualidad desde una perspectiva biopsicosocial y afectiva; como violencia de género, relaciones interpersonales, uso de anticonceptivos, gravidez adolescente y diversidad sexual.

METODOLOGÍA

Este trabajo tuvo un enfoque cualitativo, y contó con la participación de 28 docentes en formación de un programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en el sur de Colombia, que cursaban la asignatura de Didáctica de las Ciencias en el semestre 2021-1. Para la recolección de información, los participantes respondieron un cuestionario sobre asuntos de la sexualidad, su enseñanza y su relación con las ciencias naturales antes y después de su participación en una intervención didáctica basada en el diseño de Cuestiones Sociocientíficas (CSC) (Martínez & Villamizar, 2014) en torno a los asuntos de la Dimensión Afectivo-Sexual, con el objetivo de valorar la movilización en las concepciones sobre el tema de interés. La información recolectada fue analizada usando la técnica de análisis de contenido. El sistema de categorías construido a priori y basado en los fundamentos establecidos para la Educación para la Sexualidad (Plaza, 2015; Gavidia, 2016; Lameiras et al., 2016), permitió interpretar las concepciones del profesorado antes y después de su participación en la intervención didáctica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo sólo se van a presentar los resultados acerca de 3 de las 22 categorías que fueron reconocidas en torno a las concepciones del profesorado en formación sobre los asuntos de la Dimensión Afectivo-Sexual.

Sobre la naturaleza de la sexualidad

Los resultados acerca de esta categoría muestran que la mayoría de los docentes en formación, antes de su participación en la intervención didáctica presentaban tendencias reduccionistas acerca de la sexualidad enmarcadas en un modelo de educación sexual de corte clínico-preventivo y en una perspectiva del control y de prevención de riesgos (Agud et al., 2016; Lameiras et al., 2016) (Figura 1). No obstante, luego de la intervención didáctica basada en CSC, los docentes en formación se ubicaron mayoritariamente en tendencias que reconocen modelos de corte biográfico-profesional, sobre la educación sexual, que valoran la importancia de la sexualidad en la construcción cultural de la persona y en el análisis de los contextos. Asimismo, el que inicialmente sean pocos los docentes que reconozcan el papel de las expresiones psicológicas, comportamentales y culturales, evidencia en ellos perspectivas epistemológicas propias de la modernidad, que privilegian ideales logocéntricos, la oposición razón-emoción, y la supresión del cuerpo (García, 2020).

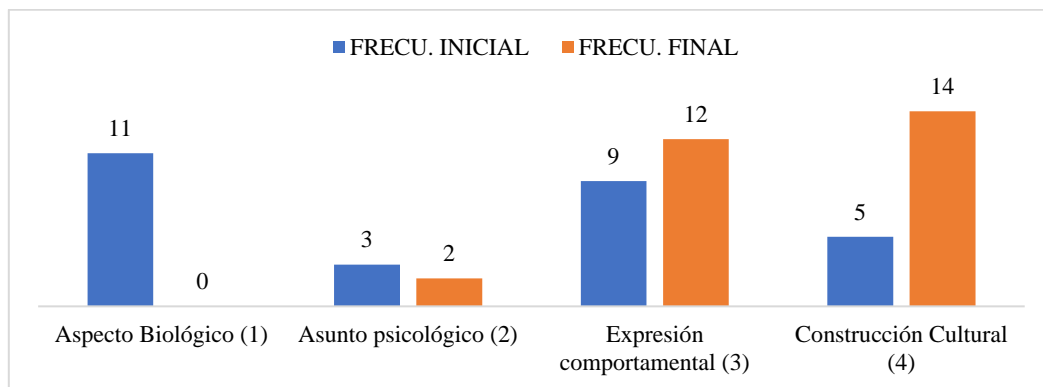


Figura 1. Frecuencias de la Categoría Naturaleza Sexualidad

Estos resultados muestran que, luego de la intervención didáctica, el profesorado en formación ha movilizó sus posturas acerca de la educación sexual; hacia tendencias reflexivas y críticas basadas más en la razón sensible que en la razón instrumental (Mosquera & García, 2021); evidenciando la necesidad de formar bajo una perspectiva biopsicosocial en un diálogo abierto y pertinente desde el reconocimiento de los intereses del estudiantado, las particularidades del contexto y las necesidades formativas (Talavera et al., 2018).

Sobre la relación entre la sexualidad y las ciencias naturales

Al indagar a los docentes en formación sobre la posibilidad de vincular los asuntos de la sexualidad al aula de ciencias naturales, estos antes de participar en la intervención didáctica limitaban esta relación a una cuestión biológica, de reconocimiento de métodos anticonceptivos, gravidez, ciclo menstrual y órganos reproductivos (Figura 2), condicionando la enseñanza de los contenidos relacionados con el cuerpo humano y con sus sexualidades a una mirada biológico-higienista (Soares & Gastal, 2016). Por el contrario, luego de participar en la intervención didáctica el profesorado reconoce la importancia de abordar la sexualidad como un fenómeno sociocientífico, que para ser analizado debe hacer uso de la ciencia, los aspectos socioculturales y de las dinámicas de la población, mostrando una perspectiva de tipo biopsicosocial en el campo de la Educación para la Salud.

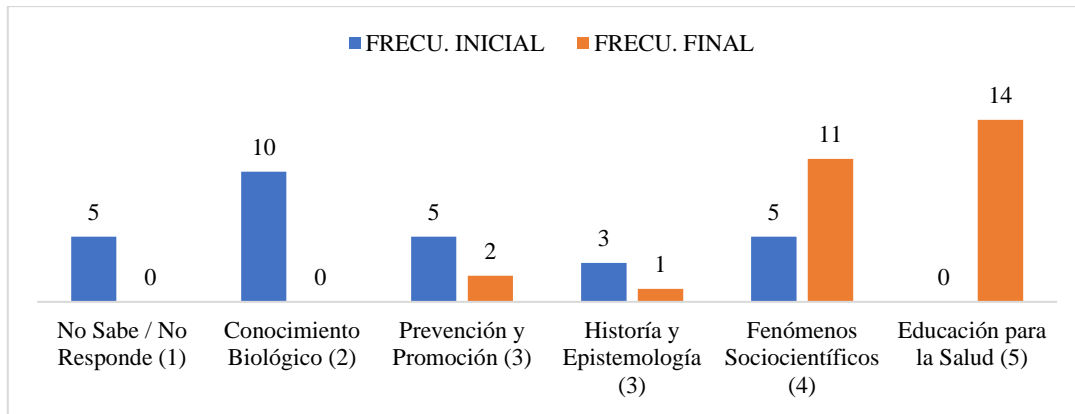


Figura 2. Frecuencias de la Categoría Relación Sexualidad - Ciencias

Así, después de la intervención didáctica basada en CSC, el profesorado en formación considera importante incluir en la enseñanza de las ciencias aspectos como el análisis histórico y crítico de como la investigación científica ha sido permeado con asuntos como el mito del científico neutral de sexo masculino principalmente, el reconocimiento, del papel de la mujer, y de las personas no heterosexuales en la producción científica (Morgade et al., 2016). Este tipo de resultados, también invita a dejar de privilegiar en los discursos de la ciencia contenidos relacionados con la reproducción humana, la prevención de las Infecciones de Transmisión Sexual (ITS), el embarazo precoz (Furlani, 2011), y a vincular otros como las perspectivas de género (Grotz et al., 2020), promoviendo una imagen más adecuada de la ciencia (Rando et al., 2017).

Sobre la dimensión afectiva en la sexualidad

Los resultados acerca de esta categoría muestran que antes de la intervención didáctica el profesorado afirmó mayoritariamente, que la afectividad es un condicionante del desarrollo personal, pero que la sexualidad era un aspecto reproductivo del ser humano (Figura 3). Es decir, qué, aunque la afectividad es relevante para estos docentes es un aspectos personal y ligado a campos como la psicología, no es posible para ellos, pensarla como un factor que incida en la sexualidad humana. Sin embargo, luego de participar en la intervención didáctica y después de implementar las CSC diseñadas con estudiantes de secundaria, los docentes en formación reconocen que la dimensión afectiva personal y social influye en la manera de comportarse sexualmente y en el desarrollo biopsicosociocultural.

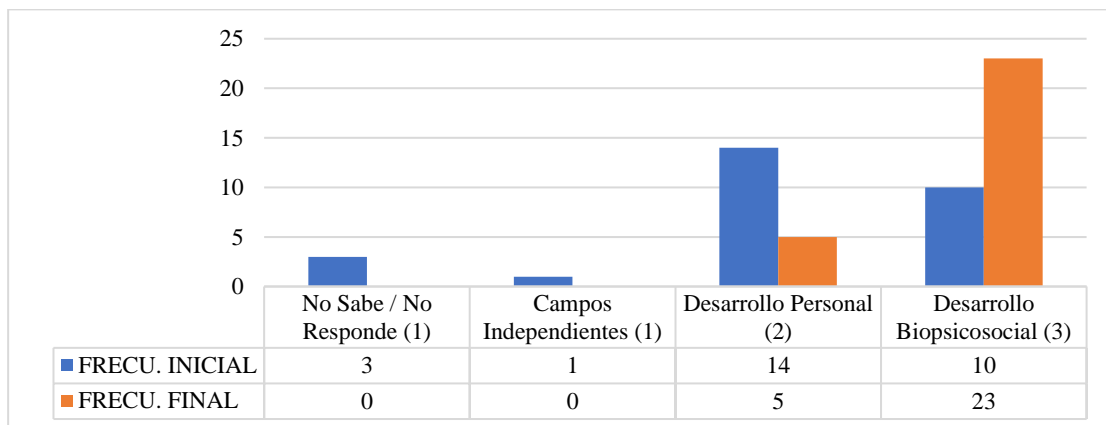


Figura 3. Frecuencias de la Categoría Dimensión Afectiva

Estos resultados parecen mostrar que las deficiencias en el diseño de estrategias y la definición de contenidos relativos a los asuntos del género y la sexualidad por parte del profesorado, pueden estar relacionadas con los contenidos recibidos durante la formación inicial (Grotz et al., 2020). De acuerdo con Morgade et al., (2016), en muchas ocasiones la formación del profesorado de ciencias no incluye siquiera los contenidos de biología necesarios para una enseñanza de los asuntos relacionados con la salud sexual desde la perspectiva biomédica. Este hallazgo puede indicar qué, aunque los planes curriculares, privilegian posturas de control del comportamiento sexual, no ofrecen herramientas para que dicho control de la sexualidad pueda ser materializado. Estos mismos resultados también pueden indicar que en la mayoría de los planes curriculares para la formación de profesores de ciencias, se privilegia la instrumentalización de los saberes invisibilizando los aspectos afectivos (Retana et al., 2018), y alejando al futuro maestro de perspectivas biosociales cuando se enfrenta a fenómenos culturales como es la sexualidad.

CONCLUSIONES

El que antes de la intervención didáctica basada en CSC, los docentes en formación de ciencias naturales consideren que la enseñanza de la sexualidad se limita a posturas de corte clínico-preventivo y modelos eugenésicos con énfasis en los contenidos biológicos de corte reproductivo y de control de riesgos sin dar importancia a la formación afectiva y cultural; evidencia que las concepciones del profesorado sobre estos asuntos, están influenciadas por sus experiencias previas, y por los modelos de educación sexual bajo los cuales han sido formados.

Por otra parte, es claro que la participación en la intervención didáctica basada en el diseño, y la aplicación de Cuestiones Sociocientíficas sobre sexualidad, ha contribuido de manera significativa a movilizar las concepciones del profesorado hacia posturas de pensamiento próximas a modelos de corte biográfico-profesionales, que dan valor a la persona como sujeto con derechos que siente y se afecta en la construcción de sus dinámicas culturales. Así, se demuestra qué, la intervención didáctica basada en CSC aporta elementos formativos al profesorado, permitiéndole reflexionar sobre la ciencia que se enseña, sus contextos y sus dinámicas sociales. Este trabajo, muestra que es necesario fortalecer los escenarios de formación docente, desde una perspectiva interdisciplinaria, que promueva la valoración de la razón sensible en el análisis de los fenómenos científicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agud, D., Guijarro, I., Gil, M. D., & Gavidia, V. (2016). La educación Afectivo-Sexual en la Educación Obligatoria. Estudio de las propuestas curriculares del Ministerio y de la Comunidad Valenciana. In V. Gavidia (Coord.) *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela* (227-243). Valencia: Tirant Humanidades.
- Damasio, A. (2018). *El extraño orden de las cosas*. Bogotá: Editorial Planeta Colombia.
- Furlani, J. (2011). *Educação sexual na sala de aula: relações de gênero, orientação sexual e igualdade étnico-racial numa proposta de respeito às diferenças*. Belo Horizonte: Autêntica.
- García, J. J. (2020). Ciencia consentida: resignificando los sentidos en la enseñanza de la ciencia. *Tecné, Episteme & Didaxis - TED*, 47(1), 217-231. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11337>
- Gavidia, V. (2016). *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela*. Valencia: Tirant Humanidades.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Grotz, E., Plaza, M. V., González del Cerro, C., González Galli, L. M., & Di Marino, L. (2020). La Educación Sexual Integral y la Perspectiva de Género en la Formación de Profesorxs de Biología: un análisis desde las voces de los estudiantes. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26, 1-17. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200035>.
- Lameiras, M., Carrera, M.V. & Rodríguez, Y. (2016). Caso abierto: la educación sexual en España una asignatura pendiente. En: V. Gavidia (Coord.), *Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela* (pp. 197-210). Valencia: Tirant Humanidades.
- Martínez, L.F. & Villamizar, D.P. (Comp.) (2014). *Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: construcciones entre la escuela y la universidad*. Bogotá: Colciencias, ALTERNACIENCIAS, Universidad Pedagógica Nacional.
- Morgade, G., Fainsod, P., González del Cerro, C., & Busca, M. (2016). Educación sexual con perspectiva de género: reflexiones acerca de su enseñanza en biología y educación para la salud. *Bio-grafía: Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 9(16), 149-167. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.9num.16bio-grafia149.167>
- Mosquera, J. A., & García García, J. J. (2021). Concepções de professores na formação inicial de ciências naturais para a educação em sexualidade e afetividade. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 14(1), 55-75. <https://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.553>
- Otero, C., Vallerga, M. B., de Dios, M. C., Plaza, M. V., & Meinardi, E. (2018). Las concepciones de los y las estudiantes sobre la sexualidad y las violencias de género. *Revista de Educación en Biología, Número Extraordinario*, 795-804. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/443>
- Plaza, M. V., & Meinardi, E. (2021). La reflexión metacognitiva como estrategia para trabajar las creencias sobre sexualidad y género en el currículo oculto escolar. *Bio-grafía: Escritos sobre la biología y su enseñanza, Número Extraordinario*, <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14895>
- Plaza, M.V. (2015). *Caracterización de las creencias sobre sexualidad de los profesores y su incidencia en las prácticas sobre educación sexual en la escuela media* (Tesis Doctoral). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Rando, N. V., Pellegrini, P., & Porro, S. (2017). Controversias Sociocientíficas en la enseñanza de la biología en Argentina: un estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias, Número extraordinario*, 527-531. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334617>
- Retana-Alvarado, D.A., de las Heras, M.A., Vázquez-Bernal, B., & Jiménez-Pérez, R. (2018). El cambio en las emociones de futuros maestros hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza con una intervención basada en indagación. In C. Martínez & García S. (Edit.) *28o Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (427-432). Universidade da Coruña: Servizo de Publicacións.
- Soares, M. N. T., & Gastal, M. L. de A. (2016). O início, o fim e o meio: algumas concepções e imagens de estudantes da EJA sobre menstruação, menopausa e climatério. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(2), 275-293. <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4472>
- Talavera, M., Mayoral, O., Hurtado, A., & Martín-Baena, D. (2018). Motivación docente y actitud hacia las ciencias: influencia de las emociones y factores de género. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 461-475. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_2_09_ex1349.pdf

Autopercepción del aprendizaje y emociones iniciales de maestros y maestras de Educación Infantil en formación en un programa formativo de enseñanza de las ciencias basada en la indagación

M^a Marta Alarcón-Orozco¹, Ángel Blanco-López².

¹Centro Universitario de Magisterio María Inmaculada. Universidad de Málaga. mmartaalarcon@uma.es

²Facultad de Ciencias de la Educación. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. ablancol@uma.es

RESUMEN: A pesar de la importancia que están adquiriendo las ciencias en Educación Infantil se les dedica poco tiempo en el aula, entre otras razones por el limitado conocimiento de los maestros y maestras de la etapa sobre el contenido científico y las metodologías apropiadas para su enseñanza, en particular la indagación. Por ello, en la Universidad de Málaga se ha implementado un programa formativo sobre la enseñanza de las ciencias en Educación Infantil centrado en la indagación. Este trabajo recoge las primeras impresiones de 117 estudiantes del Grado en Educación Infantil participantes en el programa en torno a sus conocimientos acerca de la indagación y las emociones que les genera afrontarlo. Los resultados revelan que los futuros maestros no conocen la indagación, pero muestran, de partida, un bagaje de emociones favorables a aprender sobre este enfoque, especialmente interés y concentración, aunque también muestran una cierta inseguridad.

PALABRAS CLAVE: Emociones, Indagación, Formación inicial de maestros de Educación Infantil.

ABSTRACT: Despite the importance that science is acquiring in Early Childhood Education, the reality is that little time is still dedicated to them in the classroom. One of the most common justifications for this is the limited knowledge of the masters of the stage about the scientific content and appropriate methodologies for its teaching, in particular inquiry. To help their knowledge, the University of Malaga has implemented a training program focused on the teaching of science in Early Childhood Education based on inquiry. This work collects the first impressions of a group of 117 pre-service early childhood teachers who participated in the program around their knowledge about inquiry as a scientific practice and the emotions generated by facing a training program of these characteristics. The results reveal that future teachers do not know the inquiry but show, from the outset, a baggage of emotions favorable to learning about this approach, especially interest and concentration, although they also show a certain insecurity.

KEYWORDS: Emotions, Inquiry, Pre-service early childhood teachers.

INTRODUCCIÓN

A partir de la publicación de los estándares de ciencias en Estados Unidos (NRC, 1996) y de diferentes informes en el ámbito europeo como Science Education for Responsible Citizenship (Hazelkorn et al., 2015), han tomado impulso distintas estrategias pedagógicas cuyo objetivo es promover la alfabetización científica de la ciudadanía y despertar el interés por la ciencia de los más jóvenes. Entre ellas, destaca la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE, por sus siglas en inglés) que permite a los estudiantes trabajar de forma similar al modo en que los científicos resuelven los problemas, permitiéndoles familiarizarse con el trabajo científico y adquirir una comprensión procedimental de la ciencia (Lederman et al., 2013).

En España, el informe ENCIENDE destaca la necesidad de “impulsar, desde la comunidad científica, aquellos cambios en materia de enseñanza de las ciencias que vienen reclamando el profesorado y los expertos en didáctica de las ciencias” (COSCE 2011, p.95) y señala que esto podría hacerse aumentando tanto la presencia como la importancia de los contenidos científicos en las etapas de educación infantil y primaria, o incluyendo metodologías basadas en IBSE y en la pregunta como base de la actividad científica en el aula. Estas acciones podrán desarrollarse con éxito cuando el profesorado de estas etapas tenga la formación necesaria para llevarlas a la práctica.

A pesar de la importancia que se le concede a la IBSE en la investigación, en las políticas educativas y en los currículos, todavía no parece un enfoque muy extendido en las clases de ciencias (Magee y Flessner, 2012; Gerde et al., 2018; Larimore, 2020). Lee y Shea (2016) consideran que para poder implementar la IBSE de manera efectiva, es fundamental que los futuros docentes comprendan qué es la indagación, cuáles son los beneficios y desafíos que comporta el uso de esta estrategia de enseñanza y, además, que tengan una amplia experiencia con la indagación. En el caso de la educación infantil, son diversos los factores que pueden explicar esta situación, entre ellos la escasa formación de los maestros para diseñar y llevar a cabo indagaciones (Brenneman et al., 2009; Pendergast et al., 2017). Por ello, se ha puesto el foco de atención en la necesidad de mejorar los programas de formación de maestros en IBSE, y en particular su formación inicial. Estos programas de formación tienen que contemplar, además de contenidos y métodos, la actitud de los maestros hacia las ciencias (Riegle-Crumb et al., 2015), la potencial influencia de las emociones en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Pekrun, 2005; Schutz y Pekrun, 2007), y las emociones que experimentan los propios estudiantes cuando afrontan un programa de ciencias y cuando consideran implementarlo en un aula de infantil (Gerde et al., 2018).

Aunque ya existe un cuerpo amplio de trabajos sobre las emociones y su influencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la literatura sobre el papel de las emociones en la formación sobre IBSE de los futuros maestros de EI es todavía escasa (Bellochi et al., 2014). Aprender a enseñar ciencias a través de IBSE conlleva la necesidad de manejar simultáneamente contenidos teóricos y habilidades prácticas, lo que puede suponer una carga cognitiva que, a menudo, se asocia con emociones negativas como inseguridad y stress (Smit et al. 2021). Por ello, el objetivo de este trabajo es conocer la percepción que tienen los maestros y maestras de educación infantil en formación inicial (en adelante,

MFEIs) sobre su conocimiento acerca de la indagación como práctica científica e identificar las emociones que ellos mismos muestran cuando se les presenta un programa formativo sobre IBSE.

MÉTODO

Los participantes de este estudio fueron 117 MFEIs, con una edad media de 23 años, dos de ellos hombres. El programa formativo se llevó a cabo durante el curso 2018-2019 en el Grado en Educación Infantil de la Universidad de Málaga en dos centros: la Facultad de Ciencias de la Educación y el Centro Universitario de Antequera (Málaga). La mayoría de los estudiantes que cursan este Grado proceden del bachillerato de ciencias sociales. El programa se desarrolló en la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza de 3º curso del Grado. Entre las competencias específicas de esta asignatura destacan conocer la metodología científica y desarrollar el pensamiento científico y la experimentación.

Para la recogida de datos se utilizó una adaptación del cuestionario diseñado por Martínez-Chico et al. (2019) para ayudar a los MFEIs a reconocer qué habían aprendido y qué emociones habían sentido durante el proceso. El instrumento incluye dos partes, la primera está diseñada para evaluar la autopercepción de los participantes de lo que han aprendido sobre los contenidos básicos que se valoran, en este caso de la práctica de indagación, expresando lo que sabían antes y después de darla a conocer sus profesores mediante una escala ordinal de 1 a 5 puntos (1: no sé nada, 2: sé un poco, 3: lo sé bien, 4: lo sé muy bien, 5: se lo puedo explicar a un amigo/a). La segunda parte evalúa las emociones experimentadas indicando las que han sentido entre las nueve que se presentan (interés, concentración, confianza, satisfacción, inseguridad, insatisfacción, rechazo, aburrimiento y vergüenza) y justificándolas. Este procedimiento denominado “autoinforme”, en el que los estudiantes informan de sus propias emociones en el momento de sentirlas, se considera como uno de los más válidos para medir emociones en educación (Bellocchi, 2015; Marcos-Merino, 2019).

El cuestionario se cumplimentó al comienzo de la asignatura inmediatamente después de la presentación de la misma donde se hizo especial hincapié en la propuesta IBSE.

RESULTADOS

Autopercepción del aprendizaje sobre IBSE

La figura 1 muestra los porcentajes de las respuestas ofrecidas por los MFEIs sobre su autopercepción del aprendizaje antes y después de la presentación de la asignatura.

Como se aprecia, los MFEIs consideran que la presentación del programa les ha posibilitado un mejor conocimiento de la IBSE. Antes de ello, prácticamente la totalidad (97%) no la conocía o sabía muy poco de ella. Esta situación cambia sustancialmente ya que, aunque existe un 50% que manifiesta conocer “un poco” otro 46% ya considera que lo conoce bien, muy bien o para poder explicárselo a un amigo/a.

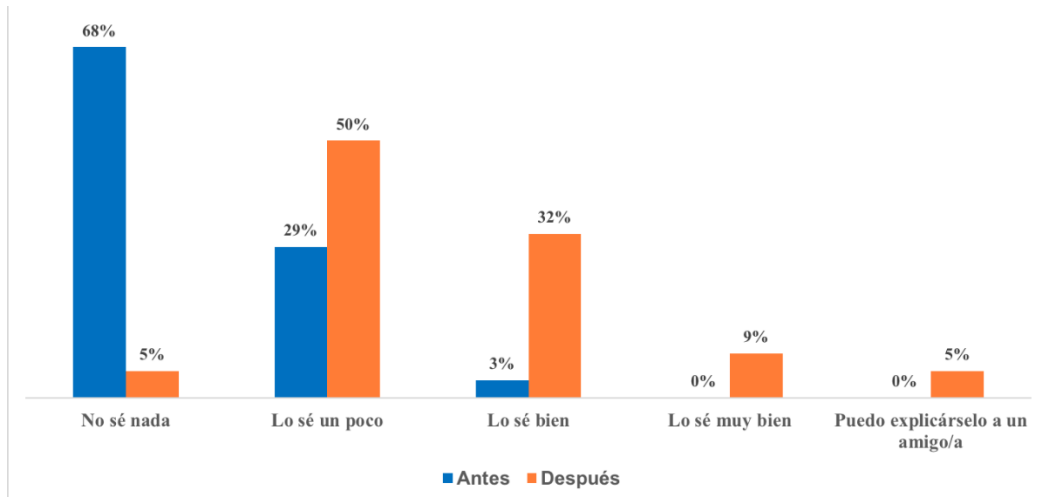


Figura 1. Autopercepción del aprendizaje sobre IBSE

Emociones manifestadas

En relación al autoinforme de los MFEIs sobre sus emociones, al darles la opción de marcar más de una, e incluso todas, el número de emociones obtenidas es mayor que el de participantes. En la figura 2 se indica el porcentaje de estudiantes que manifiesta cada una de las emociones consideradas; se indican en verde las emociones valoradas como más favorables para el aprendizaje y en rojo las menos favorables. En ningún caso marcaron la emoción rechazo, motivo por el que no se recoge en la figura.

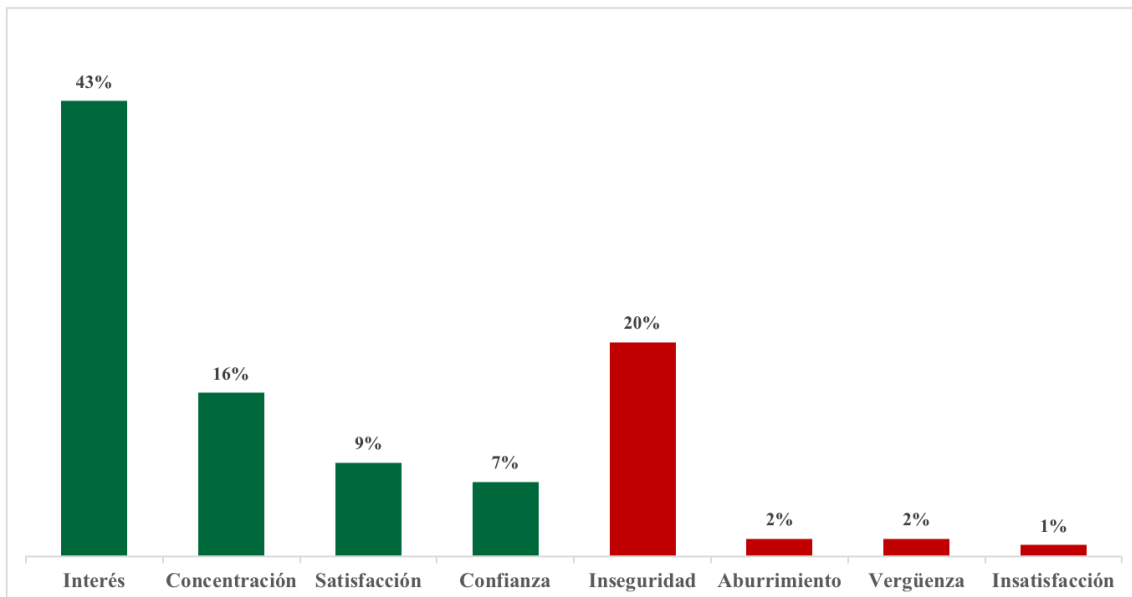


Figura 2. Autoinforme de emociones

El 46% de los MFEIs se mostraron interesados por la IBSE, el 16% concentrados, un 9% satisfechos y un 7% marcaron confianza. Hay que destacar que algunos alumnos indicaron emociones menos favorables como inseguridad (20%), aburrimiento (2%), vergüenza (2%) o insatisfacción (1%).

Si bien son pocos los alumnos que señalan aburrimiento, vergüenza o insatisfacción (tres estudiantes para las primeras y dos para la tercera), nos interesa conocer cómo justifican estas emociones. En el caso del aburrimiento, los MFEIs que lo señalaban no marcaron

ninguna otra emoción y las justificaciones dadas fueron: “*Lo realizo porque es obligatorio*”, “*es un tema que no me llama mucho*” o “*la verdad es que no sé de qué trata concretamente*”. Respecto a la “insatisfacción”, los MFEIs que la indicaban lo hicieron junto a la emoción concentración en un caso e inseguridad en otro. Sus justificaciones fueron: “*Me sentí un poco saturada con tantos trabajos*” y “*No me ha quedado claro cómo tratar este tema*”. Por último, la emoción vergüenza fue señalada por tres MFEIs que también marcaron interés y, además, en dos casos, inseguridad. Justificaron estas emociones con las siguientes frases: “*No sé cómo se hará finalmente, pero tengo interés por la actividad*”, “*inseguridad porque no sé si estaré a la altura*” e “*interés por conocer los diferentes temas que son importantes y pueden realizarse en infantil*”. En definitiva, las justificaciones de los MFEIs, con relación a las emociones aburrimiento, insatisfacción y vergüenza revelan bien que las actividades de ciencias no les resultan atractivas, bien que se han sentido abrumados por el trabajo, bien inseguridad propia de una primera aproximación a las ciencias.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los MFEIs que iniciaron el programa no conocían la IBSE, lo cual es coherente con las investigaciones que muestran que este enfoque no está muy extendido en las clases de ciencias (Magee y Flessner, 2012; Gerde et al., 2018; Larimore, 2020).

La presentación del IBSE realizada parece adecuada y pertinente por las siguientes razones.

- a) Ha permitido mejorar algo el conocimiento de los MFEIs sobre la mismas. Este resultado es coherente teniendo en cuenta que se trata solo de una primera aproximación teórica a la indagación. En el programa formativo están previstas actividades prácticas de indagación, en las que los MFEIs se involucrarán como estudiantes, y de diseño de actividades de indagación para educación infantil, en las que los MFEIs tendrán el rol de docentes.
- b) Las emociones expresadas por los MFEIs, muestran un buen punto de partida ya que las emociones que pueden considerarse favorables a su implicación en el programa formativo (interés, concentración, confianza y satisfacción) son mayoritarias con respecto a las que se pueden considerar menos favorables (aburrimiento, insatisfacción y vergüenza).
- c) Uno de cada cinco MFEIs muestra inseguridad, tal y cómo se recoge en algunos trabajos (Smit et al. 2021). Como investigadores entendemos que el alumnado se sienta inseguro ante una práctica científica desconocida para ellos y constituye un desafío para los formadores ayudar a los MFEIs a que dicha inseguridad vaya disminuyendo durante la formación inicial.

En próximos trabajos analizaremos cómo cambian, si lo hacen, las emociones manifestadas, si el interés que manifiestan en este primer momento se mantiene a lo largo del programa, si la inseguridad que expresan se convierte en confianza y satisfacción y si las emociones aburrimiento, insatisfacción y vergüenza se mantienen o desaparecen.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de I+D+i del Plan Nacional, PID2019-105765GA-I00, «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias», financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellochi, A. (2015). Methods for sociological inquiry on emotion in educational settings. *Emotion Review*, 7(2), 151–156. doi:10.1177/1754073914554775.
- Brenneman, K., Stevenson-Boyd, J., & Frede, E. (2009). Math and science in preschool: Policies and practice. *Preschool Policy Brief*, 19, 1–12.
- Couso, D., Jiménez-Aleixandre, M.P., López, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J.M. & Sanmartí, N. (2011). Informe Enciende: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España. Madrid: COSCE.
- Gerde, H. K., Pierce, S. J., Lee, K., & Van Egeren, L. A. (2018). Early childhood educators' self-efficacy in science, math, and literacy instruction and science practice in the classroom. *Early Education and Development*, 29(1), 70-90.
- Hazelkorn, E. et al. (2015). Science Education for Responsible Citizenship. Report to the European Commission of the expert group on science education. Brussels: European Commission.
- Jiménez-Liso, M.R., Martínez, M., Avraamidou, L. & López-Gay, R. (2019). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions, *Research in Science & Technological Education*, DOI: 10.1080/02635143.2019.1647158
- Larimore, R. A. (2020). Preschool science education: A vision for the future. *Early Childhood Education Journal*, 1-12.
- Lederman N.G., Lederman J.S., & Antink A. (2013) Nature of science and scientific inquiry as contexts for learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 1(3), 138-147.
- Lee, C. K., & Shea, M. (2016). An Analysis of Pre-service Elementary Teachers' Understanding of Inquiry-based Science Teaching. *Science Education International*, 27(2), 217-237.
- Magee, P.A. & Flessner, R. (2012). Collaborating to improve inquiry-based teaching in elementary science and mathematics methods courses. *Science Education International*, 23(4), 353-365.
- Marcos-Merino, J.M. (2019). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1603
- National Research Council (1996). The National Science Education Standards. Washington D.C.: National Academy Press.
- Pekrun, R. (2005). Progress and open problems in educational emotion research. *Learning and Instruction*, 15, 497-506.
- Pendergast, E., Lieberman-Betz, R.G. & Vail, C.O. (2017). Attitudes and Beliefs of Prekindergarten Teachers Toward Teaching Science to Young Children. *Early Childhood Education Journal*, 45, 43–52. <https://doi.org/10.1007/s10643-015-0761-y>
- Riegle-Crumb, C., Morton, K., Moore, C., Chimonidou, A., Labrake, C., & Kopp, S. (2015). Do inquiring minds have positive attitudes? The science education of preservice elementary teachers. *Science Education*, 99(5), 819-836.
- Schutz, P. y Pekrun, R. (2007). *Emotion in education*. San Diego, CA: Academic Press.
- Smit, R., Robin, N. & Rietz, F. (2021). Emotional experiences of secondary pre-service teachers conducting practical work in a science lab course: individual differences and prediction of teacher efficacy. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00034-x>

Autopercepción del profesorado en formación sobre las dificultades para argumentar durante la resolución de problemas

Beatriz Pérez-Bueno¹, Roque Jiménez-Pérez²

¹ Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU, Departamento de Ciencias Experimentales y Matemáticas, Sevilla, España. bperez@ceuandalucia.es.

² Facultad de Educación Psicología y Ciencias del Deporte, Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva, España. rjimenez@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Este trabajo recoge la autopercepción que tiene el profesorado en formación inicial como resolutores de sus dificultades para argumentar competentemente. Es un estudio cuantitativo que pretende analizar, mediante un listado de posibles dificultades vinculadas al modelo argumentativo de Toulmin, las limitaciones que creen tener los alumnos antes y después de la implementación de un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en la argumentación. El cuestionario fue respondido tras la resolución de un problema básico de cinemática contextualizado en una situación real de un Movimiento Rectilíneo y Uniforme. Como conclusión principal pensamos que la familiarización con el modelo hace que los alumnos se sientan más capacitados a la hora de tomar decisiones meditadas y verbalizarlas durante la resolución de problemas.

PALABRAS CLAVE: Autopercepción, argumentación, resolución de problemas, formación inicial.

ABSTRACT: This paper collects the self-perception that teacher trainees have, as problem solvers, to argue competently. Through a list of potential difficulties based on Toulmin's argumentative model, this quantitative study aims to analyse the constraints that students think they have before and after the implementation of a teaching-learning process based on argumentation. The questionnaire was answered after solving a contextualised kinematics problem on Rectilinear Uniform Motion. As a main conclusion, we think familiarization with the model makes students feel more empowered to make thoughtful decisions during problem solving.

KEYWORDS: Self-perception, argumentation, Problem Solving, teachers training.

MARCO TEORICO

Numerosas investigaciones se hacen eco de la importancia de trabajar la resolución de problemas evitando la estandarización y sistematización. Esto solo conlleva que la mayoría de los estudiantes simplemente busquen en el enunciado, sin analizar el contexto, los datos con los que realizar las operaciones, resuelvan el problema mediante el uso memorístico de fórmulas matemáticas y den un resultado sin considerar la plausibilidad

del mismo. Un ejemplo de esto lo muestra el estudio que llevaron a cabo Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2021) donde los alumnos explicitan que el mayor obstáculo que se encuentran como resolutores es en entender el enunciado del problema, indicando que esto puede ser debido a la costumbre de usar problemas demasiado lineales. De ahí que actualmente se trabaje para llevar al aula problemas contextualizados que promuevan una lectura minuciosa del enunciado y procesos argumentación y verificación (Almudí, 2014). Esto último está cobrando cada vez más relevancia tras lo vivido durante los años 2020 y 2021. Nos hemos visto envueltos en una pandemia mundial de COVID-19 y demasiadas voces (unas expertas, otras no tanto) han querido dar sus argumentos y los discursos científicos se han colado en conversaciones cotidianas. Nos encontramos en un momento histórico donde el ciudadano está siendo espectador en primera fila sobre la Naturaleza de la Ciencia. No podemos desaprovechar, por tanto, esta oportunidad para hacer llegar a nuestros alumnos la necesidad de tener conocimientos científicos que ayuden a evaluar los datos y las pruebas dadas para poder elaborar una conclusión propia que difiera de una mera opinión y tomar, así, decisiones meditadas sobre cuestiones sociocientíficas (Uskola, 2021).

Así pues, se considera la argumentación como como parte imprescindible del desarrollo del pensamiento crítico (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2018) y, por ende, de la resolución de problemas. Sin embargo, resultados de investigaciones como la de Bravo et al. (2009) manifiestan las dificultades que tienen los estudiantes para argumentar. En su lugar, dan vagas explicaciones o realizan meras descripciones sin proporcionar un mecanismo causal. Es por esto que, para este trabajo, hemos recurrido al modelo argumentativo de Toulmin (1958) (ver figura 1) que define los elementos más característicos entre los datos y las conclusiones. Con este modelo, se busca proporcionar a los estudiantes una herramienta práctica que les ayude a argumentar competentemente y, a su vez, nos ayude a evaluar qué fases de la argumentación suponen un obstáculo durante la resolución del problema.

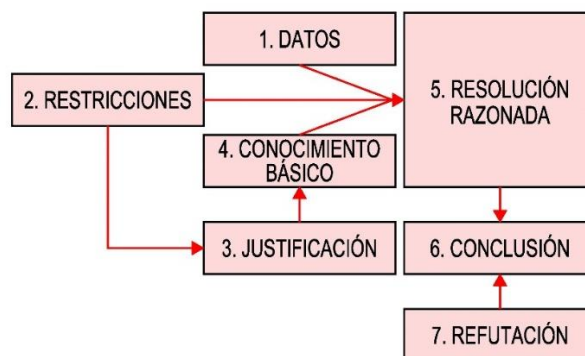


Figura 1. Adaptación propia del Modelo de Toulmin (1958)

METODOLOGÍA

El trabajo que aquí se presenta forma parte de un estudio más amplio (Pérez-Bueno y Jiménez-Pérez, 2020), pero como primer paso, y objeto de esta investigación, nos hemos centrado en analizar la autopercepción que tiene el profesorado en formación inicial sobre sus dificultades para argumentar durante la resolución de problemas. Estas dificultades

se midieron antes y después de la implementación de un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en la argumentación.

Es una investigación cuantitativa donde se muestran y analizan los porcentajes obtenidos a través de un cuestionario que recoge un listado de dificultades vinculadas a las fases del modelo Toulmin (ver tabla 1). Se hizo un proceso de verificación a través de un grupo de estudiantes familiarizados con la resolución de problema siguiendo dicho modelo, los cuales evaluaron el entendimiento y adecuación del cuestionario. Este fue respondido tras la resolución de un problema básico de cinemática contextualizado en una situación real de un Movimiento Rectilíneo y Uniforme (MRU).

Buscamos averiguar las dificultades que creen tener sobre: 1) la comprensión del texto del problema y, por lo tanto, de los datos que en él se ofrecen, 2) el planteamiento de las restricciones necesarias que hagan que seleccionen un modelo u otro para simplificar la realidad del problema, 3) la justificación del contenido teórico que se ajuste a las restricciones seleccionadas, 4) la elección del conocimiento básico que permita la resolución del problema 5) la resolución numérica reflexionando sobre las operaciones realizadas, 6) la coherencia del resultado y 7) y la refutación de la conclusión.

Tabla 1. Descripción de la lista de dificultades y su relación con el modelo de Toulmin.

DIFICULTAD	RELACIÓN MODELO DE TOULMIN
a) No entiendo el enunciado del problema.	1. Datos
b) No entiendo los datos del problema.	
c) Me cuesta comprender qué es una restricción.	2. Restricciones
d) Entiendo qué es una restricción, pero no sé plantearlas en este caso	
e) No sé cómo justificar un contenido teórico que se ajuste a las restricciones seleccionadas.	3. Justificación
f) No sé el conocimiento básico que debo usar.	4. Conocimiento básico
g) No tengo claro cómo explicitar de forma escrita mis reflexiones sobre los pasos dados durante la resolución numérica.	
h) No sé hacer los cálculos matemáticos y/o operaciones.	5. Resolución
i) Me cuesta operar "arrastrando" las unidades de medida.	
j) Me resulta complicado contextualizar el resultado obtenido con el enunciado del problema para saber si es coherente.	
k) No sé cómo refutar el resultado.	6. Conclusiones
	7. Refutación de los resultados

La recogida de datos se llevó a cabo en un centro de estudios universitario privado situado en la localidad de Bormujos. La muestra circunstancial escogida de 148 alumnos forma parte del segundo curso del Grado de Educación Primaria en la formación inicial de Maestros.

RESULTADOS

La figura 2 muestra las dificultades que los estudiantes creen tener durante su argumentación en la resolución de un problema de MRU antes y después de la implementación de un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en el modelo de Toulmin.

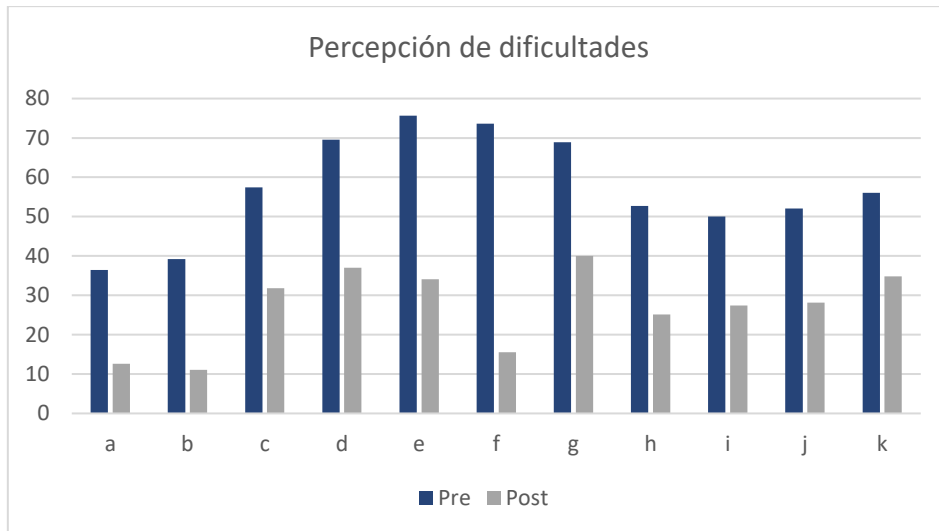


Figura 2. Percepción de los estudiantes sobre las dificultades para argumentar antes y después de la implementación.

Como se puede observar, la autopercepción que tenían los estudiantes acerca de sus dificultades a la hora de argumentar su proceso de resolución, al inicio de la investigación, dista mucho de la que tienen una vez finalizado el proceso de enseñanza aprendizaje basado en el modelo de Toulmin.

Inicialmente, más de un 50% de los alumnos creen haber tenido dificultades en casi todas las fases de la argumentación. Solo se exceptúan las relativas a la comprensión del enunciado y de los datos (dificultad a y b), aunque el porcentaje de alumnos que también muestran tener problemas en estos dos ámbitos es bastante significativo, 36.5% y 39.2% respectivamente.

El 57.4% los alumnos reconocen no comprender qué es una restricción (c) y sube hasta el 69.6% cuando deben plantear esas condiciones necesarias para simplificar la realidad del problema a un modelo matemático (d).

Pero el mayor obstáculo que admiten tener es el relativo a justificar (e) el contenido teórico que se ajusta a las restricciones planteadas (75.7%) y, por tanto, también muestran problemas a la hora de explicar el conocimiento básico (f) que está detrás de la estrategia de resolución (73.7%).

En la fase numérica del problema, el 68.9% afirma no saber explicitar con palabras el camino de resolución para dar con la respuesta (g) reflexionando sobre las operaciones realizadas. El 52.7% dice no saber hacer los cálculos matemáticos (h) y el 50% no sabe operar utilizando las unidades de medida como herramienta para su reflexión (i).

Por último, el 52% sostiene tener dificultad en contextualizar el resultado obtenido con el enunciado del problema para saber si es coherente (j) y el 56% no sabe refutarlo (k).

Sin embargo, si nos fijamos en la figura 2, se puede decir que en la totalidad de las dificultades el porcentaje de alumnos que creen tenerlas está por debajo del 50%.

Así, el porcentaje de los que dicen no entender qué es una restricción (c) bajó al 31.9% y al 37% los que no saben aplicarlas al problema planteado (d).

El mayor cambio que han experimentado los alumnos en su percepción es el relativo a la justificación del contenido teórico (e) y a la elección del mismo (f), obteniendo un porcentaje del 34% y del 15.6%, respectivamente, los estudiantes que mantienen que siguen teniendo dificultades.

Un 40% sigue sosteniendo que le resulta complicado verbalizar el proceso de reflexión durante la resolución numérica del problema (g), pero ya solo el 25.2% dice tener problemas con las operaciones matemáticas (h) y el 27.4% con el uso de las unidades de medida (i).

Terminamos diciendo que 28.2% y el 34.8% no cree haber superado su limitación para contextualizar (j) y refutar el resultado (k).

CONCLUSIONES

Cuando se les dice inicialmente a los alumnos que reflexionen sobre las dificultades que se les plantean mientras argumentan la resolución de un problema queda patente que la gran mayoría muestra tenerlas en algún momento.

Parece lógico pensar que el porcentaje de alumnos que admiten tener problemas vaya aumentando en las cinco primeras fases, puesto que cada una de ellas depende de la anterior. Así, por ejemplo, se entiende que es complicado saber plantear unas condiciones que simplifiquen la realidad del problema contextualizado sin haber entendido el enunciado o los datos que en él se exponen. O también se antoja difícil seleccionar y justificar un conocimiento teórico que se ajuste a estas condiciones planteadas si no se entiende qué son y para qué son necesarias esas restricciones.

Por otro lado, el alto porcentaje de alumnos que muestran tener limitaciones durante la resolución numérica del problema podría ser debido no solo a la falta de práctica que tienen a la hora de explicitar los pasos de su estrategia de resolución escogida y al no uso de las unidades de medida como herramienta para facilitar su reflexión, sino también a la falta de conocimiento teórico sobre el problema planteado.

Tampoco están acostumbrados a volver a la realidad del problema que se plantea en el enunciado tras haber obtenido una conclusión para poder refutarla.

Sin embargo, una vez que los alumnos se han familiarizado con el modelo argumentativo de Toulmin tienen la percepción de tener menos dificultades. Esto puede ser debido, por un lado, a que los alumnos están más entrenados en resolver problemas contextualizados debiendo argumentar sus producciones, por tanto, están más familiarizados con los términos analizados y, por otro lado, también tengan mayor dominio del conocimiento teórico relativo al MRU, el cual era el contexto de los dos problemas planteados.

Llegados a este punto y a propósito de ampliar esta investigación, se ha planteado analizar si la percepción que tienen los alumnos sobre sus dificultades a la hora de argumentar corresponde con la realidad. Para ello, se analizarán las producciones de los alumnos y se comparará las dificultades encontradas durante su resolución con las que ellos creen tener.

Por otro lado, también se ve necesario estudiar si existe una relación entre el dominio del conocimiento teórico trabajado en el problema con las dificultades que creen tener para argumentar el proceso de resolución y comprobar, tal y como proponen Vázquez-Bernal

y Jiménez-Pérez (2021), si el contenido y el tema influyen en las percepciones que tienen los estudiantes de sus limitaciones como resolutores. Esto es, se estudiará si el éxito en la resolución del problema influye en la percepción que tienen sobre sus limitaciones a la hora de argumentar sus producciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almudí, J.M., Ceberio, M., Zubimendi, J.L. (2014) Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 71-88.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1112>
- Bravo, B., Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, 20(2), 137-142.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30020-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30020-X)
- Pérez-Bueno, B y Jiménez-Pérez, R. (2020). La construcción de conceptos en Cinemática a través de la argumentación y la activación de actitudes en formación inicial de maestros. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 35-62.
<https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4584>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: University Press. Traducción española de Morrás, M. y Pineda, V. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Península.
- Uskola A., Burgoa B. y Maguregi G. (2021) Integración del conocimiento científico en la argumentación sobre temas científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1101-1121.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1101
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309-336.
- Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2021). Modeling a Theoretical Construct on Pupils' Difficulties in Problem Solving. *Science & Education*, 1-31.
<https://doi.org/10.1007/s11191-021-00289-w>

Comparación entre percepciones iniciales y propuestas del alumnado del Grado de Maestro en Educación Primaria sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias: estudio de caso

Elena Arboleya-García¹, Covadonga Huidobro², Belén González³, Mónica Herrero⁴

¹Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. arboleyaelena@uniovi.es

²Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. huidobrocovadonga@uniovi.es

³Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. gonalezbelen@uniovi.es

⁴Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. herreromonica@uniovi.es

RESUMEN: Este trabajo analiza las percepciones que tienen sobre la evaluación los futuros maestros de primaria de la asignatura “Didáctica del Medio Natural y su implicación cultural” (207 estudiantes matriculados) comparándolas con sus propuestas. Para el análisis se empleó como instrumento el cuestionario publicado por Rivero *et al.* (2017), sobre la valoración de declaraciones de las ideas iniciales de los futuros maestros sobre la evaluación, basado en una escala Likert. Además, se pidió al alumnado, en un supuesto práctico, que completara los criterios de calificación con los posibles medios, técnicas e instrumentos para la evaluación de su futuro alumnado en la tarea planteada. Los resultados del cuestionario muestran, en principio, una tendencia hacia un modelo de enseñanza de las ciencias basado en la investigación escolar, frente al modelo tradicional. Sin embargo, se detectaron numerosas incoherencias entre sus declaraciones iniciales y sus propuestas de evaluación, más cercanas al modelo tradicional.

PALABRAS CLAVE: formación de maestros, educación primaria, ideas previas, evaluación, modelos de enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT: This work analyses the perceptions that future primary school teachers enrolled in the module "Didactics of the Natural Environment and its cultural implication" (207 students), have about the assessment comparing with their practical proposals. For the analysis, the questionnaire published by Rivero *et al.* (2017), which contains statements about the initial ideas of future teachers about the assessment was used, based on a Likert scale. In addition, students were asked to complete, as practical activity, the assessment criteria and the possible means, techniques, and instruments for the evaluation of their future students in a task proposed. Questionnaire results show, at first, a trend in the initial ideas of the undergraduates towards a science teaching model based on school research *versus* the traditional model. Nevertheless, numerous inconsistencies were

detected between their initial statements and their assessment proposals, which were closer to the traditional model.

KEYWORDS: Teacher training, primary education, previous beliefs, assessment, science teaching models.

INTRODUCCIÓN

No cabe duda de que la evaluación constituye una línea de investigación prioritaria en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias (Hodson, 1986). Sin embargo, se incide en que sigue siendo uno de los aspectos del desempeño docente más afectado por las preconcepciones de los futuros maestros, que adolecen de la inercia de las experiencias pasadas que vivieron como estudiantes según el modelo tradicional de enseñanza. En su revisión sobre el uso de la terminología sobre evaluación, Hamodi *et al.* (2015) destacan que, incluso, a pesar de las claras diferencias entre “evaluación” y “calificación”, son términos que se siguen utilizando coloquialmente como sinónimos por parte del profesorado y del alumnado, lo que contribuye a generar mayor confusión. Además, investigaciones previas destacan que los docentes no siempre son conscientes de la contradicción existente entre sus objetivos de instrucción y las prácticas de evaluación que están desarrollando (Bol y Strage, 1996).

Esta inercia basada en las experiencias previas de los futuros maestros sobre la evaluación supone un obstáculo difícil de superar en la formación inicial del profesorado. Autores como Gil-Pérez y Martínez Torregrosa (2005), entre otros, llaman la atención sobre estas situaciones y sobre la necesidad de la transformación de las ideas iniciales de los futuros docentes sobre la evaluación para contribuir a consolidar el cambio de modelo didáctico de la enseñanza de las ciencias que se persigue.

En el proceso de mejora continua de la enseñanza de las ciencias, la evaluación se transforma en una actividad formativa clave, reconociendo la necesidad de que las prácticas de evaluación faciliten con coherencia la identificación de los objetivos de instrucción, así como la planificación de esta. En la formación inicial del profesorado es necesario, por tanto, planificar tiempos, experiencias y oportunidades prácticas para que los estudiantes contrasten sus propias visiones (Martín del Pozo *et al.*, 2012) con el objetivo de que logren identificar posibles incoherencias en sus propuestas respecto al modelo didáctico que se quiere cambiar.

OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo fue facilitar al alumnado de la asignatura la oportunidad de conocer y reflexionar acerca de sus ideas previas sobre la evaluación -empleando para ello la técnica de encuesta, con un cuestionario previamente publicado (Rivero *et al.*, 2017, p. 208)-, así como analizar de manera crítica el modelo predominante de enseñanza de las ciencias al que respondían sus ideas iniciales, comparándolo luego con sus propuestas de evaluación en un supuesto práctico.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo al iniciar las sesiones prácticas de la asignatura, con 207 estudiantes matriculados (el 94% de los participantes la cursaban por primera vez), durante el curso 2021-2022. La asignatura, de 6 créditos, de carácter anual y obligatorio, se imparte en tercer curso del Grado de Maestro en Educación Primaria (en 4 grupos) y está incluida en el módulo didáctico-disciplinar de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales. El trabajo se planteó integrado en tres sesiones de prácticas presenciales de aula (50 minutos de duración cada una), que se completaron con tiempo de trabajo autónomo no presencial. La última sesión se dedicó al análisis y revisión crítica tanto de las percepciones como de las propuestas de evaluación del alumnado en el supuesto práctico.

Entre los estudiantes matriculados que completaron la encuesta (N= 130), el 62% fueron mujeres y el 38% hombres. En la encuesta de opinión del alumnado, correspondiente a la Actividad 8.1 “Mis ideas iniciales” (Rivero *et al.*, 2017, p.208), se presentan una serie de declaraciones sobre la evaluación que el alumnado valoró, de forma individual, del 1 al 5, según estuvieran en completo desacuerdo (1) o completamente de acuerdo (5). En este trabajo, el instrumento se alojó en el campus virtual de la asignatura, empleando el formato de la herramienta “encuesta” (en Moodle). Algunos de los participantes la completaron de forma síncrona durante la clase presencial, y otros lo hicieron de forma asíncrona no presencial.

Siguiendo a los mismos autores (Rivero *et al.*, 2017), los resultados obtenidos se analizaron durante la clase presencial con el fin de identificar a cuál de los dos modelos de enseñanza de las ciencias (tradicional frente a un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias basado en la investigación escolar) se correspondían. Finalmente se comparó el análisis de sus ideas previas con sus propuestas de evaluación, en un supuesto práctico (realizado en grupo) planteado por el profesorado de la asignatura. Así, se pudieron reconocer las incoherencias observadas entre sus respuestas al cuestionario sobre sus ideas previas, con respecto a sus propuestas sobre la evaluación de su futuro alumnado en el supuesto práctico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previamente, en la sesión inicial de la asignatura, se pidió al alumnado que completara una breve encuesta (de pregunta abierta), en el campus virtual, para identificar sus intereses iniciales en la enseñanza de las ciencias y sus necesidades de formación como futuros maestros. Cabe destacar que, en dicha encuesta, el 97% de los participantes ni mencionó la evaluación. Incluso aquellos que sí lo hicieron, se refirieron a ella empleando el término “exámenes”. Se constata por tanto que, a pesar de la gran relevancia que la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales presta a la evaluación, el alumnado no percibe su importancia del mismo modo.

Tras completar la encuesta sobre sus ideas previas en la evaluación (Rivero *et al.*, 2017), se analizaron los resultados (N= 130). En este trabajo (Tabla 1), se han destacado en el cuestionario en color amarillo aquellos ítems que se pueden asociar a un modelo de enseñanza-aprendizaje más tradicional, mientras que en color azul se han resaltado aquellos que más se aproximan a un modelo basado en la investigación escolar.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

A partir de los resultados, y siguiendo la propuesta de los mismos autores (Rivero *et al.*, 2017), se pudo identificar el modelo predominante en las ideas previas del alumnado de la asignatura. Los resultados del cuestionario muestran, en principio, una tendencia de sus ideas iniciales hacia una evaluación más acorde a un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación escolar, más que hacia el modelo tradicional.

Al analizar sus producciones en el supuesto práctico se observó la inconsistencia entre sus creencias, (en teoría, lo que defienden en sus respuestas al cuestionario), y sus propuestas prácticas. Llama la atención las incoherencias encontradas en los criterios de evaluación y calificación planteados. El 20,7% de las tareas presentadas por el alumnado adjudica porcentajes de calificación superiores al 50% a las pruebas objetivas escritas como instrumento de evaluación, lo que se corresponde con un modelo de enseñanza más tradicional. Mientras, el 79,3% de las propuestas de evaluación planteadas por el alumnado, confieren a este instrumento (el examen escrito) un porcentaje igual o inferior al 50% de la calificación.

Tabla 1. Promedio, desviación y valores máximos y mínimos obtenidos en cada ítem del referido cuestionario (N= 130).

	PROMEDIO	DESVIACIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
1-El alumnado no debe intervenir directamente en la evaluación de la actividad de su clase.	2,11	0,89	4	1
2-La evaluación debe centrarse en los aprendizajes científicos esenciales y estos son los relacionados con la comprensión de los conceptos.	2,84	1,00	5	1
3-La evaluación debe centrarse en medir el nivel alcanzado por el alumnado respecto a los objetivos previstos.	3,42	0,95	5	1
4-El alumnado cuando es capaz de responder correctamente a las cuestiones del docente demuestra que han aprendido.	2,87	1,05	5	1
5-En la evaluación debe preocuparnos tanto el aprendizaje como la enseñanza.	4,58	0,70	5	1
6-La evaluación es necesaria, fundamentalmente, para decidir la promoción del alumnado.	2,92	1,07	5	1
7-La evaluación es un instrumento básico para comprender y mejorar los procesos de aprendizaje.	3,82	0,96	5	1
8-El nivel que debe alcanzar el alumnado en el momento de la evaluación es el fijado en el programa del docente	3,08	0,83	5	1
9-El alumnado debe ser evaluado positivamente si hay una evolución significativa de sus propias ideas aunque no lleguen a la formulación más adecuada.	4,07	0,81	5	1

10-Cuando se evalúa al alumnado, se debe considerar el aprendizaje de procedimientos y actitudes, además del de conceptos.	4,52	0,64	5	2
11-El instrumento básico y más fiable para la evaluación de los aprendizajes es el examen escrito.	1,91	0,86	5	1
12-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.).	4,27	0,79	5	2
13-La corrección del examen la debe realizar el docente sin conocer al autor para evitar influencias en la calificación.	3,25	1,24	5	1
14-Se deben preparar instrumentos de evaluación para evaluar al alumnado, al profesorado y a la enseñanza desarrollada.	4,41	0,66	5	2

Como se indicó, la gran mayoría responde a las cuestiones 11 y 12 del cuestionario afirmando estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con el hecho de que el examen escrito sea el instrumento más fiable para la evaluación, pero en algún caso llegan a otorgar un 80% de peso a las pruebas escritas en sus criterios. Además, afirman estar totalmente de acuerdo en utilizar el máximo número de instrumentos posible para la misma. Ambas afirmaciones en sus respuestas al cuestionario muestran poca coherencia con las propuestas elaboradas para la evaluación de su futuro alumnado. Por otro lado, nos encontramos con alumnado que pese haber desarrollado en la tarea unos criterios claros con sus respectivos porcentajes de peso en la evaluación, a la hora de responder las preguntas antes mencionadas, no sabe si está de acuerdo o en desacuerdo con dichas afirmaciones, lo que muestra también una cierta incoherencia.

Es relevante también el hecho de que la gran mayoría del alumnado afirma estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con utilizar el número máximo posible de instrumentos a la hora de evaluar y sin embargo no proponen, por ejemplo, medios prácticos (como por ejemplo pruebas prácticas supervisadas) que vayan más allá de las meras pruebas objetivas por medios escritos y/u orales y la observación del comportamiento en clase. O que estando poco de acuerdo, en principio, con que el alumnado no intervenga directamente en la evaluación de la actividad de su clase, sin embargo, no consideran en sus propuestas prácticas plantear la técnica (Hamodi *et al.*, 2015) de que el alumnado participe en la evaluación (autoevaluación, evaluación entre pares y evaluación compartida o colaborativa entre docente y alumnado).

Resultados previos (Siegel y Wissher, 2011) ya observaron, de forma similar a los resultados obtenidos en este trabajo, que los futuros maestros en formación, en vez de usar una variedad de técnicas e instrumentos de evaluación, volvían a recurrir a las formas tradicionales de evaluación en sus propuestas prácticas.

Al contrastar sus ideas iniciales o creencias *a priori* con la elaboración de sus propuestas prácticas como futuros docentes, se observan numerosas incoherencias respecto al modelo de enseñanza que, en principio, defienden, basado en la investigación escolar. Se

constata que no es suficiente, únicamente, la transformación de las ideas iniciales de los futuros maestros hacia el modelo de enseñanza que se quiere conseguir. En este trabajo, habiéndose observado la preferencia de las ideas iniciales del alumnado hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación escolar, sin embargo, sus propuestas prácticas siguieron estando fuertemente influenciadas por el modelo tradicional. El alumnado de la asignatura, ya en tercer curso, muestra que reconoce teóricamente la necesidad del cambio que se persigue con relación a la evaluación, pero lo manifiesta de una forma meramente superficial que luego no pone en práctica en el supuesto analizado. En la formación inicial del profesorado es prioritario, por tanto, ya desde el inicio de la asignatura, profundizar en las investigaciones publicadas sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias para que el alumnado consiga llevarlo posteriormente a la práctica.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analizó el conocimiento que el alumnado de la asignatura tiene sobre la evaluación, comparando sus ideas iniciales con sus propuestas para la evaluación de su futuro alumnado. Mientras que la planificación y el diseño de la evaluación responde a una de las principales necesidades identificadas por la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la formación inicial de maestros, el alumnado sin embargo no percibe esta importancia, ya que no menciona la evaluación ni entre sus intereses iniciales ni entre sus necesidades de formación. Se constató, además, que no es suficiente la mera transformación de las ideas previas del alumnado respecto al modelo de enseñanza. Los resultados muestran que, aunque en sus valoraciones iniciales en un cuestionario sobre ideas previas se detectó *a priori* su preferencia en la evaluación hacia un modelo de enseñanza de las ciencias basado en la investigación escolar, sin embargo, sus propuestas prácticas siguen estando fuertemente influenciadas por el modelo tradicional de evaluación. Se pone de manifiesto que sus ideas iniciales sí han podido transformarse de forma teórica, en mayor o menor medida, durante su periodo de formación (los estudiantes de la asignatura están ya en tercer curso). Sin embargo, estas ideas previas del alumnado se han adquirido de forma aun superficial, ya que no es posible identificar estas creencias en sus propuestas sobre la evaluación. Se considera por tanto necesario promover en el alumnado desde el inicio de la asignatura un mayor acercamiento a la investigación actual sobre la evaluación en la enseñanza de las ciencias y en el estudio de casos sobre evaluación, para que conozca propuestas alternativas a las tradicionales que luego puedan implementar en la práctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bol, L. y Strage, A. (1996). The contradiction between teachers' instructional goals and their assessment practices in high school biology courses. *Science Education*, 80(2), 145-163. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199604\)80:2<145::AID-SCE2>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199604)80:2<145::AID-SCE2>3.0.CO;2-G)
- Gil-Pérez, D. y Martínez Torregrosa, J. (2005). Para qué y cómo evaluar. La evaluación como instrumento de regulación y mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. 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*. OREALC/ UNESCO.
- Hamodi, C., López Pastor, V. M. y López Pastor, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles educativos*, 37(147), 146-161. <http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v37n147/v37n147a9.pdf>

- Hodson, D. (1986). The role of assessment in the "Curriculum Cycle": a survey of science department practice. *Research in Science and Technological Education*, 4(1), 7-17. <https://doi.org/10.1080/0263514860040102>
- Martín del Pozo, R., Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., Rodríguez, F., Azcárate, P. y Ezquerro, A. (2012). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R. (2017). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Editorial Síntesis.
- Siegel, M. A. & Wissehr, C. (2011). Preparing for the plunge: Preservice teachers' assessment literacy. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 371-391. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9231-6>

Determinación de las destrezas de los profesores de enseñanza secundaria en formación para emplear indagación en el aula

Jaime Delgado-Iglesias¹, Roberto Reinoso-Tapia², Javier Bobo-Pinilla³, M^a Victoria Vega-Agapito⁴

¹ Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación y Trabajo Social, Valladolid. jaime.delgado.iglesias@uva.es

² Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación y Trabajo Social, Valladolid. roberto.reinoso@uva.es

³ Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación y Trabajo Social, Valladolid. javier.bpinilla@uva.es

⁴ Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación, Segovia. mariavictoria.vega.agapito@uva.es

RESUMEN: La indagación en la enseñanza de las ciencias está implantada con cierto arraigo en las aulas de educación secundaria, aunque esta implantación suscita la duda de si el profesorado está suficientemente formado para trabajarla. El objeto de este trabajo es conocer la capacidad de los profesores de enseñanza secundaria en formación para utilizar indagación experimentándola ellos mismos en la titulación. El estudio se llevó a cabo durante dos años académicos (2018-2019 y 2019-2020) con alumnado de una asignatura del Máster de Secundaria en un centro de formación de profesorado de España. Participaron 36 individuos que realizaron trabajos por grupos con situaciones controvertidas medioambientales en las que debían resolver las cuestiones planteadas a través de indagación. Los resultados indican que el alumnado posee cierta capacidad de desenvolverse en los procedimientos indagatorios aunque necesitan formación en contenidos didácticos sobre metodología indagatoria. Se hacen una serie de recomendaciones para solventar las carencias y para suplir las dificultades observadas en el alumnado para aplicar indagación en su futura labor docente.

PALABRAS CLAVE: Investigación educativa, Indagación, Educación Secundaria, Profesores en formación, Máster de Secundaria.

ABSTRACT: Inquiry in science teaching is implanted with some roots in secondary education classrooms, although this implantation raises the question of whether teachers are sufficiently trained to work on it. The purpose of this paper is to know the capacity of high school teachers in training to use inquiry by experiencing it themselves in the degree. The study was carried out over two academic years (2018-2019 and 2019-2020) with students of a Secondary Master's course at a teacher training center in Spain. 36 individuals participated who carried out work in groups with controversial environmental situations in which they had sort out the issues raised through inquiry. The results indicate that the students have a certain ability to function in the investigative procedures, although they still need training in didactic content on investigative methodology. A series of

recommendations are made to solve the deficiencies and to make up for the difficulties observed in the students to apply inquiry in their future teaching job.

KEYWORDS: Educational Research, Science Skill, Presservice high school teachers of Elementary School, Inquiry, Secondary Master.

INTRODUCCIÓN

La indagación en el aula tiene sus antecedentes hace más de 60 años reflejándose como estrategia didáctica ya en la última década del siglo XX (Uno, 1990). A ambos lados del océano Atlántico se suceden estudios sobre la educación científica y se impulsan las recomendaciones para fomentar y mejorar la enseñanza de las ciencias (NRC, 2000; Rocard et al., 2007). Parte de las recomendaciones se reflejan en las indicaciones didácticas incluidas en los currículos oficiales de las etapas de Educación Secundaria en el estado español adaptados a la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013). En este marco conceptual, se parte de la consideración de “indagación” como la metodología basada en la utilización de procedimientos sistematizados en los que se cimienta el método científico (Pedaste et al., 2015) y relacionados con las competencias del trabajo científico (Lederman et al., 2014; Bevins y Price, 2016). Generalizado el método, se hable de distintas acepciones del vocablo según la acción del profesorado (Martin-Hansen, 2002) o de la diversidad de aplicar indagación en el aula, el resultado es que no hay un acuerdo entre los investigadores sobre el término (Abd-El-Khlick et al., 2004). No obstante, las sugerencias propuestas por los estudios sobre el término han dado lugar a una aparente elevada aplicación en las aulas a juzgar por los abundantes trabajos que se encuentran en la bibliografía (Lazonder y Harmsen, 2016). Independientemente de cómo se aplica la indagación, habría que conocer si realmente mejora el aprendizaje del alumnado, algo en lo que tampoco hay consenso en la comunidad científica. En cualquier caso, sería necesario analizar con detalle las estrategias utilizadas por cada profesor en las distintas etapas educativas en relación a la enseñanza de contenidos científicos. En Educación Secundaria (ESO y Bachillerato), donde las actividades de aula son más variadas y con más probabilidad de alejarse de metodologías tradicionales transmisivas utilizando indagación, parece que la aplicación de ésta no se aplica en su correcta medida (Fang, 2021). La prudencia o respeto para aplicar la indagación podría ser uno de los factores que influye en la incorrecta o nula aplicación de la indagación por parte del profesorado. Este profesorado no puede atribuir falta de conocimiento científico puesto que el acceso a la profesión y especialidad requiere una titulación de base en el ámbito científico. Hay que focalizar la atención, entonces, en la formación didáctica del contenido o pedagógica del profesorado de Educación Secundaria para buscar una posible causa de la incorrecta o nula aplicación de la indagación en el aula. En la actualidad, la formación en metodologías de aula del profesorado de enseñanzas medias se lleva a cabo a través del Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (en adelante Máster de Secundaria). No obstante, sería interesante conocer, como paso previo, si el profesorado en formación está familiarizado con los procesos implicados en la indagación.

Por este motivo, el objeto de este trabajo es estimar si los profesores en formación de enseñanza secundaria en un centro de formación de profesorado de Castilla y León en

España tienen habilidades para trabajar con actividades relacionadas con indagación dirigidas a alumnado de Educación Secundaria.

Se pretende valorar si el alumnado del Máster de Secundaria domina los procedimientos indagatorios como base conceptual previa que les permita formarse y adquirir destrezas para su aplicación como modelo didáctico en el aula.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo durante los cursos académicos 2019-2020 y 2020-2021 con alumnado de una de las asignaturas del módulo didáctico–disciplinar de la especialidad de Biología y Geología del Máster de Secundaria en la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid. La muestra estuvo constituida por 36 individuos (18 cada curso académico) con titulación de ingreso de Grado o Licenciatura en Biología, Geología, Ciencias Ambientales, Medicina, Tecnología de los Alimentos, Nutrición y dietética e Ingeniería forestal.

Al alumnado se le planteó, por grupos pequeños (4-5 integrantes), una actividad o trabajo proponiéndoles situaciones controvertidas socioambientales cercanas a alumnado de enseñanza secundaria (explotación de recursos naturales, vacunas, cambio climático, impacto sobre biodiversidad...) para las que el alumnado objeto de estudio debía aportar una respuesta o solución aplicando indagación reflejando el resultado en un informe. Se busca que este alumnado experimente por sí mismo una posible realidad de aula de Educación Secundaria de manera que pueda estar en condiciones de adquirir la capacidad para desarrollar y replicar la metodología en su futura labor docente. Dado el carácter prospectivo del estudio sobre conocimientos previos del alumnado, la noción de indagación que se tiene en cuenta es la más elemental considerándola como estrategia de aula para aprendizaje de procedimientos científicos. El informe se evaluó utilizando una rúbrica basada en el instrumento utilizado por Rosa (2019) considerando el nivel de pensamiento científico reflejado en el discurso y su valor científico (Ferrés-Gurt, 2017). La rúbrica se dividió en 6 ámbitos correspondientes con las etapas básicas de la estrategia indagatoria: Identificación del problema y enunciado correcto, formulación de hipótesis, identificación de variables, diseño de experimento o estrategia de obtención de información, recogida y representación de datos e interpretación y conclusiones. Cada ámbito se puntuó de acuerdo a una escala entre 0 y 4 puntos (excepto el primero, que fue de 0 a 2 puntos) desde respuesta incorrecta (0) a respuesta totalmente correcta (4). Los grupos de trabajo también se clasificaron en categorías sobre niveles de competencia de indagación aplicando el instrumento NCI de Rosa (2019) a la suma de la puntuación de todos los ámbitos de cada trabajo. Las categorías se estructuran en intervalos donde un valor igual o mayor de 12 indica que se trata de grupos con carácter indagador, 9 a 11 puntos para grupos indagadores inseguros, entre 6 y 8 puntos para grupos indagadores incipientes, entre 4 y 5 para grupos precientíficos y por debajo de 3 se trata de grupos acientíficos.

La hipótesis para la intervención con este alumnado es que los profesores en formación de enseñanza secundaria tienen desarrollada la destreza para utilizar indagación en supuestos de aula.

RESULTADOS

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

El número de grupos en los que se organizó el alumnado fue de 9, 4 para el curso académico 2020-2021 (designados con las letras de A a D) y 5 para el curso académico 2019-2020 (designados con las letras de E a I).

Sumando las puntuaciones en cada ámbito indagatorio, todos ellos obtienen una puntuación superior a 6 puntos lo que permite determinar el nivel indagador de cada grupo de acuerdo a la escala NCI de Rosa (2019). Varios grupos (B, C, D, H e I) tienen valores iguales o superiores a 12 puntos, definiéndolos como grupos indagadores (tabla I), donde el grupo I (21 puntos) se puede considerar excelente. El resto, excepto el grupo F, son indagadores inseguros (A, E y G). El grupo F, con valor de 6 puntos, se designa como indagador incipiente.

Sin embargo, ante este aparente exitoso diagnóstico que indicaría que el alumnado domina esta metodología, no es tan positivo si se observa con detenimiento el dato de cada ámbito en cada trabajo.

Tabla I: Datos de los trabajos de indagación realizados por el alumnado con las puntuaciones en cada ámbito y el total obtenido. Clave para las columnas: I: Identificación de problemas investigables; II: Formulación de hipótesis; III: Identificación de variables; IV: Planificación de investigación; V: Recogida y procesamiento de datos; VI: Análisis de datos y obtención de conclusiones.

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
Curso 2020-21							
A	2	3	0	1	2	2	10
B	2	3	0	2	3	2	12
C	1	2	4	4	4	2	17
D	1	2	4	4	3	2	16
Curso 2019-20							
E	2	2	1	2	2	2	11
F	1	1	1	1	1	1	6
G	1	2	2	2	2	2	11
H	2	2	2	1	3	3	13
I	4	3	4	3	4	3	21

Los grupos C y D, con puntuaciones de 16 y 17 puntos (la máxima puntuación es 22 puntos) tienen la máxima o casi la máxima puntuación en etapas como identificación de variables y planificación y recogida de datos, acorde con su titulación de acceso a la especialidad (titulados en Biología, Ciencias Ambientales, Geología...). Sin embargo, en etapas importantes, como identificación del problema, formulación de hipótesis e interpretación y conclusiones, las puntuaciones son muy bajas, algo incoherente para un alumnado que posee una formación previa muy relacionada con el entorno científico experimental.

Los grupos A, B, E y G tienen datos muy bajos en algunas etapas, existiendo, incluso, puntuaciones de 0 puntos en alguna de ellas (identificación de variables), lo que les vale la denominación de investigador inseguro, excepto el grupo B. Al igual que con los grupos C y D, es destacable la limitada competencia que parecen demostrar estos grupos para trabajar la indagación en algunos ámbitos de esta metodología, a pesar de poseer una formación en la que están familiarizados con procedimientos científicos y con el tratamiento del método científico.

El grupo F (6 puntos) muestra una capacidad muy limitada para desarrollar las distintas etapas de la indagación, considerándolo como indagador incipiente y que puede suponer un problema si pretenden utilizar esta metodología en el aula.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos tras la evaluación de los trabajos de indagación señalan que el alumnado estaría en condiciones de aplicar la indagación en su modalidad más simple de entre las tres modalidades que distinguió Barrow (2006): la indagación como medio para explicar procedimientos científicos.

La hipótesis planteada en este estudio se confirma si bien es necesario hacer algunas matizaciones. Los resultados extraídos del estudio indican que los profesores en formación de enseñanza secundaria tienen una capacidad aceptable para una posible aplicación indagación en sus futuras aulas tras una formación didáctica oportuna. Pero, dado que se trata de alumnado que ya posee una formación científica (Grado en Biología, Geología, Ciencias Ambientales...), cabría esperar que su destreza para trabajar los procedimientos científicos fuera mayor. No parece coherente que un alumnado con un perfil investigador procedente de su titulación de base manifieste limitada destreza para utilizar algunos procedimientos científicos. La explicación podría estar en que el problema no radique en la intrínseca habilidad investigadora del alumnado sino en la insuficiente formación para transponer los procedimientos científicos al tratamiento de cuestiones controvertidas socioambientales en un entorno educativo.

Por este motivo, sería necesario aumentar la instrucción para utilizar la indagación como estrategia docente previamente a aplicar metodología en el aula como modelo de enseñanza. Se recomienda reforzar la formación en determinados ámbitos de la indagación, como identificación de variables y planificación de la experimentación aplicado a supuestos científicos en el aula. En este sentido, la recomendación va dirigida a los formadores de profesorado para que intensifiquen el adiestramiento en la aplicación de estrategias de trabajo científico investigador a la realidad del aula de educación secundaria, donde los objetivos generales y propósitos son iguales a los definidos en el ámbito estrictamente científico como corresponde a la formación competencial en Ciencia y Tecnología del alumnado preuniversitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-el Khalik F., BouJaoude S., Duschl R., Lederman N.G., Mamlok Naaman R., Hofstein A., Niaz M., Treagust D. & Tuan, L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88 (3), 397-419.
- Barrow, L.I. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265–278. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5>
- Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38 (1), 17-29.
- Fang, SC. (2021). Towards Scientific Inquiry in Secondary Earth Science Classrooms: Opportunities and Realities. *Int. Journal of Sci. and Math. Educ.*, 19, 771–792. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10086-6>
- Ferrés-Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 410-426.
- Lazonder, A.W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 20 (10), 1-38.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Antink, A. & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understanding about scientific inquiry-The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51 (1), 65–83.
- LOMCE (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013. Jefatura del Estado: Madrid.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry. *The Science Teacher*, 69, 34-37.
- NRC (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Research Council, Washington, DC: National Academy Press.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., Ton de Jong, A.N. van Riesen, S., Kamp, E.T., Manoli, C., Zacharia, Z. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research. (Recuperado de <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>)
- Rosa, S. M. (2019). Proyectos de investigación en los estudios universitarios: progreso de la observación a la indagación. *Enseñanza de las ciencias*, 37 (1), 195-211.
- Uno, G. E. (1990). Inquiry in the classroom, *BioScience*, 40 (11), 841-843.

El conocimiento didáctico del contenido de un profesor de Física en la Enseñanza Secundaria

Marco Vinicio López-Gamboa¹, Diego Armando Retana-Alvarado².

¹ Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica. marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr

² Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica. diegoarmando.retana@ucr.ac.cr

RESUMEN: En esta comunicación se aborda un estudio de caso de un profesor de Física de Educación Secundaria en Costa Rica. Se analiza el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre la Ley de Ohm, a partir de la reflexión declarada en una entrevista semiestructurada. Los datos se analizaron a partir del modelo de conocimiento profesional de Gess-Newsome (2015), coherente con unos niveles de complejidad que se representan en la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2010). Los resultados, con una clara tendencia a la dimensión crítica, muestran que el profesor promueve la reflexión colaborativa en la resolución de problemas, además emplea recursos tecnológicos en experiencias prácticas que complementan la teoría.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento Didáctico del Contenido, Ley de Ohm, Estudio de caso.

ABSTRACT: A case study of a high school Physics teacher is shown, focused on analyzing the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of the Gess-Newsome model (2015) about Ohm's Law, based on the reflection declared in a semi-structured interview. The data was analyzed using the professional knowledge model of Gess-Newsome (2015), using the levels of complexity that are represented in the Complexity Hypothesis (Vázquez-Bernal et al., 2010). The results, with a clear tendency to the critical dimension, show that the teacher promotes collaborative reflection in problem solving, and uses technological resources in practical experiences that complement the theory.

KEYWORDS: Pedagogical Content Knowledge, Ohm's Law, Case study.

INTRODUCCIÓN

En los profesores de Ciencias Naturales el conocimiento, emociones y concepciones, son aspectos elementales que determinan tanto el inicio de su formación como su desarrollo profesional. Por esa razón, se han generado diferentes modelos de saberes, como el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), definido como la combinación del contenido disciplinar y la pedagogía intrínseca del profesor (Shulman, 1986). Más adelante, Magnusson et al. (1999) propusieron un modelo de CDC configurado por elementos como las creencias y orientaciones hacia la educación científica, conocimiento curricular, sobre la comprensión de los estudiantes y de la evaluación. Asimismo, Gess-Newsome (2015) desarrolla un nuevo modelo de CDC con elementos fundamentales como el CDC personal y CDC y Habilidad, enfocados a la planeación y ejecución de un contenido particular respectivamente, sin dejar de lado el desarrollo del Conocimiento

Profesional del Profesor y Habilidad, integrando al conocimiento base, junto con los saberes sobre el currículo, estudiantes, didáctica, contenido y evaluación. A su vez, destacando la experiencia y saber del contenido específico que va a ser enseñado a un grupo en particular. Análogamente, Carlson y Daehler (2019) presentan un modelo más refinado de CDC, enfocado en la enseñanza de las Ciencias Naturales y reconociendo a las BCPP, solo que considerando de mayor impacto al conocimiento del contenido, en con respecto a las demás, es decir 50% a la disciplina y 50% distribuido entre los conocimientos didáctico, del currículo, de estudiantes y evaluación.

En la enseñanza de la Física, destacan investigaciones en temas como carga eléctrica, donde Melo et al. (2016) concluyeron que los docentes ampliaban su CDC de manera personal y particular, además resaltaban, que se debía poner atención al conocimiento del contexto y a detalles afectivos relacionados con el aprender a enseñar. Mientras que, Reyes y Martínez (2013) destacaron en su estudio de caso, que para el profesor los contenidos no distan de los contenidos disciplinares, lo anterior enfocados en el tópico de campo eléctrico.

La presente comunicación esta enfocada en un estudio de caso, realizado a un profesor de Física, a través del cual, se analiza el CDC sobre la Ley de Ohm, esto para complementar y dar secuencia respecto a los contenidos de electricidad y magnetismo. Se capturó el CDC por medio de su propia reflexión declarativa, utilizando a la Hipótesis de la Complejidad propuesta por Vázquez-Bernal et al. (2006, 2010) como herramienta teórica para el respectivo análisis.

MARCO TEÓRICO

Conocimiento Didáctico del Contenido

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es una característica intrínseca de los profesores, constituyendo un modelo de conocimiento profesional (Gess-Newsome, 2015). De ahí que, se retribuye al saber esencial en el momento de planear y desarrollar un tópico específico en el aula, formando parte de un modelo dinámico en el que se interrelacionan distintos ámbitos de conocimientos profesionales relacionados con el profesor que tienen una influencia en la práctica de aula y por tanto en el rendimiento y aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, el CDC se configura a partir de la relación entre las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) que son el conocimiento de la evaluación, didáctico, del contenido, de estudiantes y curricular; además de amplificadores y filtros tanto de alumnos y profesores, como creencias y conocimientos previos que estos tengan, que inciden en el desarrollo profesional de los profesores, además de las formas de aprendizaje de los alumnos; y del Conocimiento Profesional del Tópico Específico (CPTE). Además de considerar la manera de planificar un tópico de forma particular, CDC personal y la acción de enseñarlo con una forma y propósito particular, CDC y Habilidad (CDC y H), integrando todos estos aspectos se conforma el CDC en Física.

Hipótesis de la Complejidad

La manera de trascender de los profesores durante la confección y desarrollo de las clases, se puede describir a través de la Hipótesis de la Complejidad (HC), expuesta por Vázquez-Bernal et al. (2010) como “la evolución en la capacidad de interacción con el medio social o natural, a través de la integración reflexión-práctica que afecta aspectos ideológicos,

formativos, contextuales, epistemológicos y curriculares”. Está conformada por tres dimensiones: la técnica, la práctica y la crítica; con grado de complejidad creciente y compleja. En la figura 1 se representan estas dimensiones y su nivel de complejidad, en correspondencia con las densidades lineal (λ), superficial (σ) y volumétrica (ρ) de Física, en el sentido de que cada una aporta mayor cobertura que la anterior:

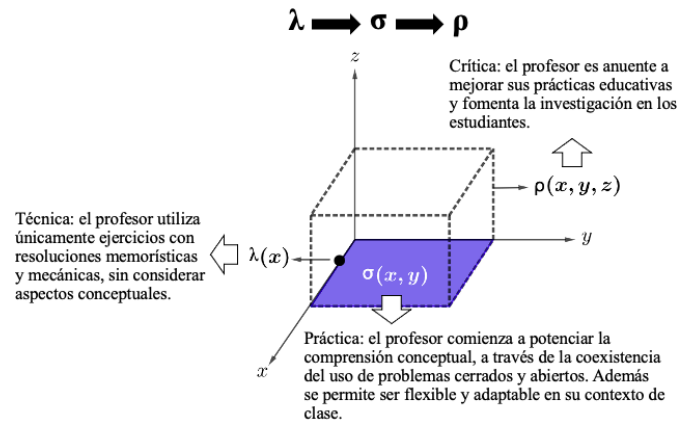


Figura 1. Dimensiones de la HC y su representación. (Adaptado de Vázquez-Bernal et al., 2006, 2010).

Cuando trasciende entre las dimensiones técnica (λ) a la crítica (ρ), el profesor refuerza el CDC, supera obstáculos de índole curricular y contextual y construye un ambiente más dinámico e investigativo en sus clases. De ahí que, la complejidad es considerada como el proceso de cambio en la capacidad de interacción del docente permitiéndole imponerse a las barreras de diferente naturaleza, trascendiendo en el contexto educativo (Retana-Alvarado et al., 2021).

METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque descriptivo del CDC de un profesor de Física por medio de estudio de caso, puesto que la mayoría de investigaciones sobre CDC se han desarrollado de esta forma (Fernández y Fernandes de Goes, 2014). Asimismo, es cualitativa, bajo el paradigma de la complejidad evolutiva, ya que brinda una visión y percepción de la evolución del profesor y según de la Herrán (2003) aporta un grado de razonamiento complejo traducido en madurez personal y social. En lo que respecta al docente, se trata de un Master en Física y Licenciado en Docencia, con experiencia de 5 años. El contexto educativo es en educación secundaria, un colegio científico, que imparte sus asignaturas a un nivel pre universitario, potenciando las vocaciones científicas, se ubica en San José, Costa Rica, donde se imparte la asignatura de Física de maneras, teórica a cargo del profesor y una práctica que esta a cargo de otra docente. La recolección del CDC se realizó por medio de una entrevista semiestructurada y tuvo la validación de ocho expertos en CDC y enseñanza de la Física de Colombia, Chile, Costa Rica y España. Además, la confección de las preguntas se fundamentó en las representaciones del contenido (ReCo) de Loughran, Mulhall y Berry (2004), con la asociación a las BCPP, en la tabla 1 se pueden apreciar algunas:

Tabla 1. Algunas preguntas de la entrevista

PREGUNTAS (ReCo)	BCPP
1. En su opinión, ¿qué situación problemática explica o resuelve la Ley de Ohm?, ¿qué estudia la Ley de Ohm?	Conocimiento del contenido
2. ¿Cómo inicia la primera clase sobre la ley de Ohm, con preguntas o situaciones problemáticas, muestra relaciones con la historia y naturaleza de la ciencia y/o relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad?	Conocimiento didáctico
3. ¿Qué recursos y/o referencias bibliográficas utiliza y/o utilizará al momento de planificar la clase y explicar el contenido de ley de Ohm?	Conocimiento curricular
4. ¿Qué estrategias lleva a cabo y/o consideraría implementar en la práctica para fortalecer el clima de clase con sus estudiantes?	Conocimiento de los estudiantes
5. ¿A qué formas de evaluación (cualitativas y/o cuantitativas) han respondido los estudiantes de manera favorable o desfavorable en cuanto a sus resultados de aprendizaje?	Conocimiento de la evaluación

A partir de las reflexiones del profesor se pudo conocer la manera en que planea y desarrolla sus clases, al mismo tiempo percibe las formas en que aprenden y se comportan los estudiantes a su cargo, permitiendo generar una proyección de su CDC personal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan las declaraciones de parte del profesor, en base a las ReCo de la tabla 1, a partir de las cuales se documenta su CDC personal vinculado a la enseñanza de la Ley de Ohm.

Tabla 2. Reflexiones declarativas del profesor

Declaraciones
<p>1. La Ley de Ohm en realidad no es una ley, es un modelo que intenta explicar el comportamiento de algunos materiales, los conductores y que además de eso, hay más de una forma de enunciarla, desde el punto de vista de la Física, surge como el modelo que relaciona la forma en que se produce una corriente en un conductor con el campo eléctrico en su interior.</p> <p>2. Repaso lo visto sobre corrientes y potenciales eléctricos, menciono que la Ley de Ohm es un modelo matemático, no una ley, es una fórmula y que hubo un físico George Ohm, que se dio cuenta que los materiales metálicos tenían la propiedad de que la corriente eléctrica que pasa a través de ellos, es casi siempre proporcional al potencial, entonces Ohm en su momento, tal vez, no sabía por qué pasaba eso, él no tenía claro por qué era proporcional a esos materiales, ¿por qué dependía la proporción?, él lo que hizo fue estudiar los casos, anotar los datos y medir esas proporciones. También paso por historia de la ciencia, epistemología, por lo menos la forma en que la Física trabaja planteando modelos y de cómo trata de explicarlos y justificarlos.</p> <p>3. Uso dos libros, el Zemansky y el Buffa que es bueno, porque es de un nivel parecido al de los cursos de Física de nivel universitario básico y tiene buenas explicaciones. Asimismo, considero los recursos para hacer demostraciones y ejemplos, como alguna simulación <i>Phet</i> de circuitos y resistencias. Además, la institución tiene acceso al laboratorio remoto de la UNED de Costa Rica, el <i>LabsLand</i>, que cuenta con una práctica de circuitos y se puede usar para estudiar la Ley de Ohm.</p> <p>4. Planteo un problema, no muy difícil y llamo a un estudiante para que lo venga a hacer a la pizarra, pido a los compañeros colaboración para llegar a la respuesta, durante el procedimiento los guío, sugiriéndoles cosas. Muchas veces el estudiante que pasa a la pizarra aprende por los comentarios que le dan sus compañeros. Prefiero no hacer sesiones de práctica, porque tengo la idea de que si a los estudiantes, se les deja solos mucho tiempo, se distraen, hacen otras cosas y no es tiempo que aprovechen para aprender, considero más provechosas las prácticas colaborativas. En el caso de clases virtuales utilizo el <i>Google Classroom</i> para compartir materiales, como prácticas, con la idea de que me escriban para preguntarme lo que no pudieron realizar, adicionalmente utilizo el recurso de la video llamada para atender consultas.</p> <p>5. Aplico exámenes parciales y cortos. Por un lado, tienen que contestar y calcular la respuesta, además de justificar, es decir, tienen que saber cómo plantear un problema y llegar a la respuesta. Como son estudiantes de colegio, considero significativamente el procedimiento que realizan para llegar a la respuesta. Tratando de entender lo que hicieron y cómo llegaron a la respuesta. A consecuencia de que muchas veces los estudiantes tienen un conocimiento cualitativo, apropiado, pero por la razón que sea, cometen un error.</p>

De los aspectos a destacar de la tabla 2, el profesor resalta la diferencia entre ley y modelo, explica elementos conceptuales como la experiencia de George Ohm y de historia de la

ciencia, sin quedarse solo en explicaciones de ejercicios con cálculos matemáticos. Marca su preferencia por el trabajo colaborativo, entre él y los estudiantes, potenciando el rol participativo y activo de estos. Mantiene un papel de facilitador y guía durante este proceso. Sobresale que al momento de revisar evaluaciones, toma especial atención al procedimiento más que el resultado de los ejercicios, esto con el fin de visualizar apreciaciones cualitativas y conceptuales de los estudiantes.

CDC del profesor

Como se desprende de la entrevista, el profesor plasma un CDC personal enfocado en ser un guía y facilitador, en lugar de transmisor de contenidos y promotor de realizar de ejercicios mecánicos, enfocándose en el trabajo conjunto y brindando un papel más activo y protagónico a los estudiantes. Además, no se queda en aspectos teóricos y conceptuales, potencia la investigación y el trabajo en equipo, a través del uso de experiencias prácticas complementarias como las simulaciones *Phet* y el uso de los laboratorios remotos. En concordancia con el modelo de Gess-Newsome (2015) y sus BCPP, se plasma como se aprecia en la figura 2 el CDC en Física del profesor:



Figura 2. CDC en Física del profesor.

Trascendencia entre dimensiones de la HC del profesor

Referente a las dimensiones técnica (λ), práctica (σ) y crítica (ρ), el profesor presenta tendencia hacia la crítica (ρ), ha puesto en evidencia aspectos en los que trasciende de las clases tradicionales, pasando de la simple resolución de ejercicios a promover la mayor participación de los estudiantes, como se visualiza en la figura 3:

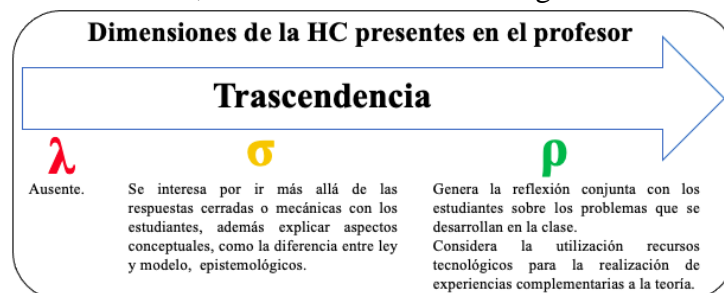


Figura 3. Dimensiones de la HC en el profesor.

CONCLUSIONES

El profesor presenta una ausencia de la dimensión técnica (λ) y una clara tendencia hacia la crítica (ρ), puesto que manifiesta un interés en la implementación de clases más dinámicas y en la que antepone el rol más activo de los estudiantes. A la vez que, complementa sus clases de teoría con experiencias prácticas con uso de recursos tecnológicos, para que, además de motivarlos, potencia la reflexión e investigación. En consecuencia, presenta un CDC personal en el que tiende a ser un guía y facilitador en los procesos de enseñanza-aprendizaje, demostrando anuencia a trabajar colaborativamente con los estudiantes y a implementar recursos tecnológicos. Plasmando así la necesidad de fortalecer las competencias en investigación y en uso de este tipo de recursos como las simulaciones, laboratorios remotos y herramientas TIC en general en los docentes de Ciencias Naturales y de Física en formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlson J., & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume., R. Cooper, & A. Borowski. (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer: Singapore.
- Fernández, C. y Fernandes de Goes, L. (2014). Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. En A. Garritz, S. Daza, y M. G. Lorenzo. (Eds.), *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamerica* (pp. 66-100) Saarbrük: Editorial Académica Española.
- Gess-Newsome, J. & Carlson, J. (2013). The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge. The Symposium Reports from the Pedagogical Content Knowledge (PCK) Summit, ESERA Conference 2013. Nicosia, Chipre.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran. (Eds.), *Reexamining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York: Routledge.
- Herrán, A. de la. (2003). El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación. *Revista Complutense de Educación*, 14(2), 499-562.
- Loughran, J., Mulhall, P., y 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.
- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (Vol. 6, pp. 95-132) Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher.
- Melo, L., Cañada, F., Mellado, V., y Buitrago, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 459-475. <https://doi.org/fss2>
- Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B., de las Heras Pérez, M. A., y Jiménez-Pérez, R. (2021). Las causas del cambio emocional en el clima de aula desde la hipótesis de la complejidad. *Revista Interdisciplinaria Sulear*, 9, 170-190.
- Reyes, J., y Martínez, C. (2013). Conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del campo eléctrico. *Revista Tecné Episteme y Didaxis*, 33(1), 37-60.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/bg52xz>

- Vázquez-Bernal, 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. Zaragoza: España.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V. y Taboada, M. (2010). La Resolución de Problemas: ¿podemos cambiar el tipo de actividades en el aula? Estudio de un Caso. En A.M. Abril y A. Quesada. (Eds.) *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 118-125. Jaén. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén. Andalucía: España.

El desarrollo de competencias científicas con ayuda de recursos TIC en la formación inicial del profesorado de secundaria

Alfonso Pontes Pedrajas¹ y Ángel Pontes García²

¹ Dpto. Física Aplicada, EPS, Universidad de Córdoba <apontes@uco.es>

² C.H. Dpto. Informática, EPS-UCO <angelpontesgarcia@gmail.com>

RESUMEN: En este trabajo se describen las principales características de un proyecto de innovación orientado a integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en varias materias del Máster de Enseñanza Secundaria (MaES). El principal objetivo es ayudar a los estudiantes a desarrollar algunas competencias científicas de gran importancia para la formación del profesorado de ciencia y tecnología, como son la capacidad de realizar indagaciones y de trabajar con modelos científicos en el aula. La experiencia formativa se ha desarrollado durante varios cursos académicos utilizando como principales recursos el programa *CmapTool* para elaborar mapas conceptuales digitales y varios laboratorios virtuales del proyecto *Phet Simulations*. En esta comunicación se avanzan algunos resultados de carácter cualitativo de la experiencia, destacando que, mediante diversos cuestionarios de opinión, los participantes han mostrado una valoración positiva de las actividades realizadas y de los recursos empleados en este proyecto de innovación docente.

PALABRAS CLAVE: Tecnologías de la Información y la Comunicación; Formación del profesorado; Competencias científicas; Mapas conceptuales; Laboratorios virtuales.

ABSTRACT: This paper describes the main characteristics of an innovation project aimed at integrating Information and Communication Technologies (ICT) in several subjects of the Master of Secondary Education (MaES). The main objective is to help students to develop some scientific competences of great importance for the training of science and technology teachers, such as the ability to carry out inquiries and to work with scientific models in the classroom. The training experience has been developed during several academic years using as main resources the *CmapTool* program to elaborate digital concept maps and several virtual laboratories of the *Phet Simulations* project. This work presents some qualitative results of the experience, highlighting that in various opinion questionnaires the participants have shown a positive assessment of the activities carried out and the resources used in this teaching innovation project.

KEYWORDS: Information and Communication Technologies; Teacher training; Scientific competencies; Conceptual maps; Virtual laboratories.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTO

En la actualidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen una vía fundamental para mejorar la calidad de la educación científico-técnica, tanto por el

amplio número de recursos digitales para la enseñanza, como por la variedad de estrategias y métodos que se pueden implementar al utilizar tales recursos. Numerosos trabajos de investigación sobre esta temática han mostrado que las TIC fomentan la interactividad, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, ayudando a transformar los procesos educativos, enriqueciendo los ambientes de aprendizaje y favoreciendo la motivación del alumnado por el aprendizaje (Area-Moreira *et al.*, 2016; Perkins, 2020). Por ello es importante introducir el uso de tales herramientas en los procesos de formación inicial del profesorado, para fomentar el desarrollo de destrezas docentes, como son la competencia digital y la capacidad de usar metodologías interactivas de enseñanza-aprendizaje en el aula.

En esta línea de trabajo venimos desarrollando, desde hace años, diversas experiencias educativas sobre la incorporación de algunos recursos TIC al proceso de formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología, en el Máster de Enseñanza Secundaria (MaES), tratando de llevar a la práctica un modelo de formación coherente con el enfoque educativo constructivista, ya que los recursos TIC van ligados al desarrollo de estrategias docentes que pueden favorecer al mismo tiempo la reflexión y la participación activa del alumnado en el aula (Romero y Quesada, 2014). Al utilizar múltiples recursos, empleando diferentes estrategias educativas en cada caso, tratamos de llevar a la práctica educativa una perspectiva metodológica variada y flexible (Pontes-Pedrajas, 2019).

Dentro de esta línea de acción sobre uso de las TIC en la formación docente, la meta principal de este trabajo es mostrar las posibilidades de aplicación combinada de varios recursos informáticos para ayudar a los estudiantes a desarrollar competencias científicas tales como la capacidad de realizar indagaciones y de trabajar con modelos científicos en el aula (López-Simó *et al.*, 2018). En este proyecto hemos utilizado como principales herramientas el programa *CmapTool*, que permite elaborar mapas conceptuales digitales (Llinás *et al.*, 2020) y varios laboratorios virtuales del proyecto *Phet Simulations* (Pontes-Pedrajas y Pontes-García, 2021). En las actividades a realizar en el aula con tales recursos también se pretende fomentar el aprendizaje reflexivo y el trabajo colaborativo (Area-Moreira *et al.*, 2016).

MÉTODO

El proyecto de uso combinado de *CmapTools* y *Simulaciones Phet* que se describe en este trabajo se ha desarrollado, durante cuatro cursos académicos, en la materia de *Innovación Docente e Investigación Educativa (IDIE)*, impartida en las especialidades de Física-Química y Tecnología del MaES de la Universidad de Córdoba, aunque tales recursos los hemos utilizado por separado y desde hace tiempo en otras materias del máster. La experiencia formativa se ha realizado en tres sesiones de 4 horas de trabajo presencial y un trabajo complementario de carácter no presencial. En el aula los estudiantes trabajan en pequeños grupos realizando actividades, integradas en diversas Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (SEAs). Así se pretende favorecer la formación reflexiva y el trabajo en equipo de los futuros profesores, tratando al mismo tiempo de desarrollar la competencia digital relacionada con el uso educativo de las TIC y otras competencias científicas relacionadas con los procesos de indagación y uso de modelos en el aula (López-Simó *et al.*, 2018; Pontes-Pedrajas y Oliva, 2019). La experimentación de la propuesta didáctica se ha realizado en las dos fases siguientes.

En el primer curso académico (Fase 1) se han aplicado los materiales didácticos en la especialidad de Física y Química (grupo de 18 estudiantes) y en la especialidad de Tecnología (grupo de 23 estudiantes). En la primera sesión los participantes de ambos grupos han elaborado mapas conceptuales digitales sobre Aprendizaje por Indagación y otras estrategias innovadoras a partir del análisis de textos. En la siguiente sesión, han tratado de familiarizarse con el método de aprendizaje por indagación realizando actividades con un laboratorio virtual sobre circuitos eléctricos (Pontes-Pedrajas, 2021). En la tercera sesión los grupos de trabajo eligen otro programa de simulación diferente para diseñar mini-proyectos de innovación sobre Física-Química o Tecnología, basados en la elaboración de tareas de indagación. Al finalizar los participantes responden a una encuesta de cuestiones abiertas sobre el desarrollo de la experiencia. Después de cada sesión suben al aula virtual de la asignatura las tareas realizadas en clase, que sirven para valorar parte del proceso de formación, utilizando diferentes rúbricas de evaluación, según el tipo de tarea realizado en cada sesión. Durante esta primera fase se han recogido datos cualitativos útiles para mejorar la propuesta metodológica en la etapa posterior.

Durante la segunda fase, desarrollada en los tres cursos siguientes, se han renovado los materiales didácticos empleados anteriormente y han participado los siguientes grupos de estudiantes: tres grupos de la especialidad de Física y Química (16, 17 y 15 estudiantes respectivamente en cada curso) y tres grupos de la especialidad de Tecnología (25, 23 y 20 estudiantes respectivamente). En las tres sesiones de trabajo han realizado las mismas actividades de la fase anterior y han utilizado los mismos recursos (*CmapTools* y *Simulaciones Phet*), pero en esta etapa las opiniones de los alumnos sobre la experiencia se han recogido con un cuestionario de escala líkert, elaborado a partir de los resultados de la fase anterior.

DESARROLLO Y PRIMEROS RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Ya se ha indicado que en la 1ª sesión los participantes realizan tareas de elaboración de mapas conceptuales, sobre textos relacionados con las principales líneas de trabajo en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología, implementados en formato digital con el programa *CmapTools*. Por ejemplo, en la figura 1 se muestra un mapa conceptual grupal sobre un texto relacionado con el método de aprendizaje por indagación. Tras elaborar este mapa el grupo de trabajo lo ha expuesto en clase proyectándolo en una pantalla (mediante un PC conectado a un cañón de vídeo) y esta exposición ha servido de base al desarrollo de un debate del gran grupo de clase sobre esta temática, abordando también su relación con el desarrollo de competencias científicas ligadas a los procesos de emisión de hipótesis, experimentación, recogida de datos y obtención de conclusiones.

Así mismo, otros grupos de trabajo han elaborado mapas conceptuales colaborativos sobre otros temas relacionados con diferentes líneas de investigación didáctica, como son el modelo de aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas como pequeñas investigaciones, el desarrollo de competencias científicas en la educación, la enseñanza y aprendizaje de modelos científicos, las relaciones CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) o el diseño y experimentación en el aula de secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEAs). En torno a tales temas, tras la exposición de los correspondientes mapas conceptuales por parte de cada grupo de trabajo, se han celebrado interesantes debates en el aula, que han servido para analizar y clarificar las ideas de los futuros docentes sobre las principales líneas de innovación educativa en ciencia y

tecnología. A varios de estos temas, como es el caso de la modelización en ciencias y el aprendizaje por indagación, se le dedica una especial atención en las sesiones posteriores de esta experiencia, al utilizar programas de simulación para desarrollar este tipo de competencias científicas. Anteriormente se ha descrito la forma de trabajo seguida al elaborar mapas colaborativos y debatir en clase sobre textos de interés para el profesorado en formación (Pontes-Pedrajas y Varo, 2016).

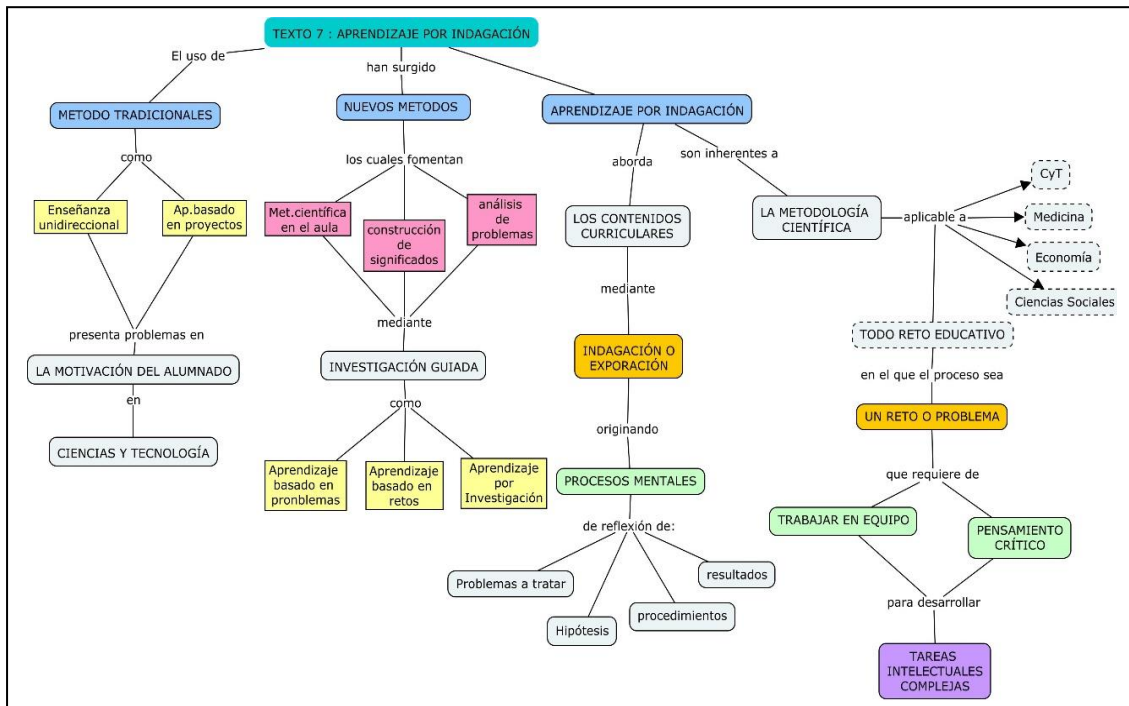


Figura 1. Ejemplo de mapa conceptual sobre aprendizaje por indagación

Anteriormente se ha indicado que en la 2ª y 3ª sesión de la experiencia los participantes realizan tareas de aprendizaje usando, en primer lugar, un laboratorio virtual de circuitos eléctricos descrito en un trabajo anterior (Pontes-Pedrajas, 2021), que permite contrastar los modelos mentales de los alumnos sobre este tema con el modelo científico de corriente eléctrica que utiliza el programa de simulación. Después utilizan otros laboratorios virtuales para diseñar mini-proyectos educativos, sobre temas de Física, Química y Tecnología, con el software *Phet Simulations*, en los que los futuros docentes elaboran actividades de indagación y modelización, poniendo a prueba y contrastando sus propias hipótesis sobre el comportamiento de los sistemas simulados en tales laboratorios virtuales. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de laboratorio virtual en el que un grupo de trabajo ha diseñado varias tareas de simulación sobre procesos químicos. En un trabajo anterior se ha expuesto detalladamente el método aplicado para que los estudiantes del MaES puedan para trabajar con este tipo de laboratorios virtuales y desarrollar competencias científicas sobre modelización e indagación (Pontes-Pedrajas y Oliva, 2019).

Durante varios años se han recogido diversos datos sobre los procesos de formación relacionados con el uso los recursos citados anteriormente (*CmapTools* y *Simulaciones Phet*), incluyendo las opiniones del alumnado acerca de la metodología empleada en el aula, las herramientas TIC utilizadas en cada sesión y otros aspectos del proceso

educativo. En la primera fase de esta experiencia los participantes han respondido a una encuesta de cuestiones abiertas sobre tales aspectos y se han recogido datos cualitativos útiles para mejorar la propuesta metodológica en la etapa posterior. En general, como ya hemos mostrado en trabajos anteriores más amplios sobre el uso de *CmapTools* y de las *Simulaciones PHET* (Pontes-Pedrajas y Pontes-García, 2021), las valoraciones de los participantes sobre la experiencia han sido positivas, destacando la relevancia para la formación inicial docente de los contenidos desarrollados en clase, el carácter innovador de la metodología empleada en el aula, la utilidad de los materiales didácticos usados por el profesor para favorecer el aprendizaje de los temas tratados y el interés de los materiales presentados por los grupos de trabajo, junto con los debates realizados en clase en torno a tales trabajos.

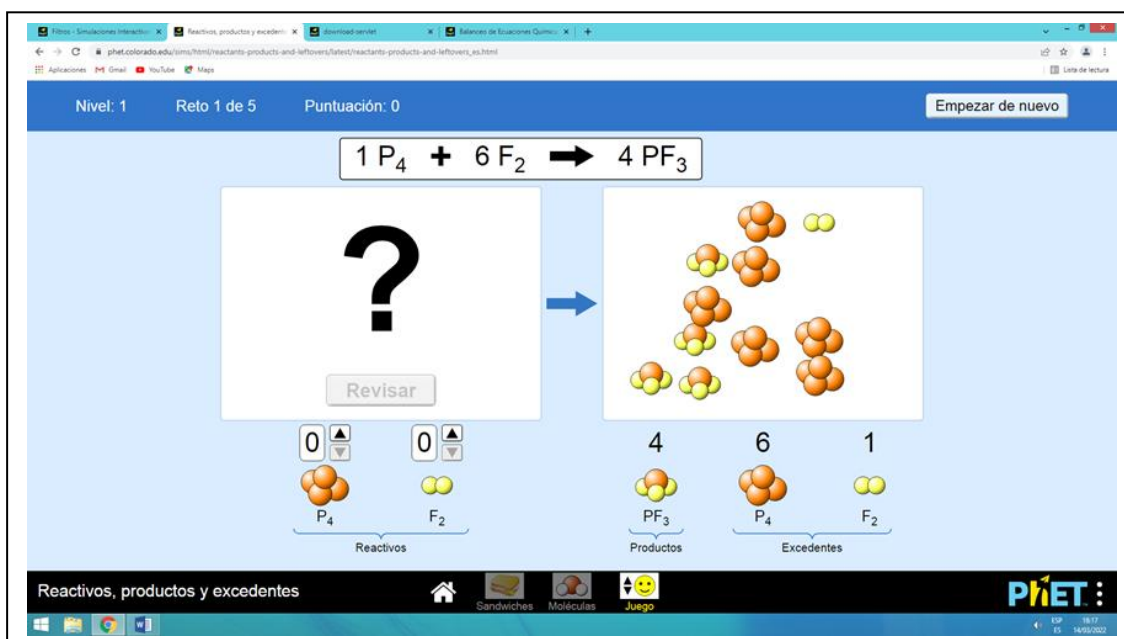


Figura 2. Ejemplo de laboratorio virtual para indagar sobre procesos químicos

Conviene precisar que los datos recogidos con el cuestionario de preguntas abiertas usado en la primera fase de esta experiencia son provisionales, debido al número reducido de participantes (Pontes-Pedrajas y Pontes-García, 2021). Por ello, en la segunda fase del proyecto se ha diseñado un test de escala Likert, cuyas proposiciones se han elaborado a partir del tipo de respuestas recogidas mediante las cuestiones abiertas utilizadas en la etapa anterior. En dicha etapa se han recogido, durante varios cursos académicos, las opiniones de un número mayor de participantes y podemos avanzar que los resultados obtenidos parecen corroborar la buena valoración que han realizado los participantes de la primera fase en torno a los temas tratados en clase.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha descrito el desarrollo de una innovación educativa con estudiantes del MaES, integrando el uso de varios recursos TIC en la formación inicial del profesorado de Física-Química y Tecnología. Durante el proceso formativo llevado a cabo se han recogido datos de tipo cualitativo y cuantitativo, usando varias rúbricas y cuestionarios de opinión. En primer lugar, se ha constatado la utilidad educativa del programa *CmapTool* (Pontes-Pedrajas y Varo, 2016; Llinás *et al.*, 2020) para construir y

exponer en público mapas conceptuales digitales, sobre textos relacionados con el aprendizaje por indagación y el uso de modelos en la educación científica, que han permitido a los estudiantes del máster familiarizarse con estas estrategias de enseñanza-aprendizaje. También hemos apreciado que los laboratorios virtuales del proyecto *Phet Simulations* resultan muy útiles para diseñar tareas de modelización e indagación sobre diferentes temas de Física-Química y Tecnología, pues permiten trabajar con modelos científicos, plantear hipótesis, hacer predicciones, diseñar experimentos, recoger datos empíricos y resolver problemas de todo tipo (Perkins, 2020; Pontes-Pedrajas, 2021). También hay que destacar la buena opinión de los estudiantes sobre la utilidad de los recursos TIC utilizados para mejorar la educación científico-técnica y la formación inicial del profesorado. En trabajos posteriores intentaremos seguir mejorando los aspectos metodológicos del proyecto de uso combinado de recursos TIC en la formación docente y trataremos de seguir avanzando en la recogida de datos sobre tales aspectos para profundizar en esta línea de investigación.

AGRADECIMIENTO

Este estudio forma parte del Proyecto EDU2017-82518-P. *Implicación de los estudiantes en prácticas reflexivas de modelización en la enseñanza de las ciencias.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Area-Moreira, M., Hernández, V. y Sosa, J.J. (2016). Integración de las TIC en el aula. *Comunicar*, 47(24), pp. 79–87.
- Llinás, J.G., Macías, F.S. y Tobaja, L.M. (2020). The Use of Concept Maps as an Assessment Tool in Physics Classes: Can One Use Concept Maps for Quantitative Evaluations? *Research in Science Education*, 50(5), 1789-1804. Consultado en <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-018-9753-4>
- López-Simó, V., Grimalt, C. y Couso, D. (2018). ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(3), 3302-3321. <https://doi.org/10.25267/Eureka.2018.v15.i3.3302>
- Perkins, K. (2020). Transforming STEM Learning at Scale: PhET Interactive Simulations. *Childhood Education*, 96(4), 42-49. Consultado en <https://doi.org/10.1080/00094056.2020.1796451>
- Pontes-Pedrajas, A. y Varo, M. (2016). Mapas conceptuales aplicados al tratamiento de temas medioambientales en la formación del profesorado de física. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20 (2), 452-472. Disponible en <http://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/52151>
- Pontes-Pedrajas, A. (2019). La integración de recursos TIC en una experiencia sobre formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. *Actas del XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa (Vol.V): Experiencias innovadoras y desarrollo socio-educativo* (pp. 618-623). AIDIPE.
- Pontes-Pedrajas, A. y Oliva, J.M. (2019). Una experiencia de trabajo con laboratorios virtuales en la formación inicial docente. *Proceedings Book: III International Seminar of Science Education* (pp. 367-374). U. Porto Edições.
- Pontes-Pedrajas, A. y Pontes-García, A. (2021). Actividades de modelización con recursos TIC en la formación inicial del profesorado. *XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021*. (pp. 809-812). Ed. Revista Enseñanza de las Ciencias.

- Pontes-Pedrajas, A. (2021). Aplicación de un laboratorio virtual en la enseñanza de la física. *Innovaciones metodológicas con TIC en educación* (3957-3981). Dykinson.
- Romero, M. y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1),101-115. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287510>

El profesorado de física y química en formación inicial: su visión de ciencia y emociones

Carolina Pipitone¹, Àngela García-Lladó² y Carlos Agudelo Carvajal³

¹ Universitat de Barcelona. cpipitone@ub.edu

² Universitat de Barcelona. angela.garcia@ub.edu

³ Universitat de Barcelona. agudelocar@ub.edu

RESUMEN: En este trabajo se identifican las emociones del profesorado en formación inicial (PFI) hacia la física y la química, en el contexto de una asignatura de investigación e innovación educativa del máster de formación del profesorado (especialidad de física y química) de la Universidad de Barcelona. También se caracterizan las visiones sobre naturaleza de la ciencia (NDC) con el objetivo de identificar relaciones entre éstas y las emociones. Los resultados muestran que hay relación entre las emociones y la formación de acceso al máster y, también, que las visiones de NDC señalan la característica dinámica de la ciencia, pero sin explicitar que el conocimiento es producto de la actividad humana.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial del profesorado; visión de ciencia; emociones; física; química.

ABSTRACT: The aim of this work is to identify Pre-Service Teachers' (PST) emotions towards physics and chemistry, in the context of a research and educational innovation subject of the master's degree in high school teacher training (specialty of physics and chemistry) of the University of Barcelona. Visions of Nature of Science (NOS) are also characterized to identify relationships between them and emotions. The results show a relationship between emotions and the prior studies to the master's degree. PST' NOS views characterization shows a dynamic vision of science, but without making explicit that the scientific knowledge is the product of a human activity.

KEYWORDS: pre-service teacher training; nature of science; emotions; physics; chemistry.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo nos centramos en las emociones hacia la física y la química del PFI de secundaria, que ya cuenta con formación científica previa, y en la identificación de sus concepciones de ciencia al iniciar el máster. Esto forma parte de un estudio preliminar sobre NDC y emociones en la formación inicial de profesorado de secundaria, que será ampliado en próximas investigaciones.

MARCO TEÓRICO

El estudio de las emociones y su relación con las ciencias ha ido incrementando su interés en los últimos años y ocupando un lugar cada vez más relevante en el área en general y, en particular, en la formación del profesorado (Bellocchi et al., 2014; Jaber et al., 2021;

Jaber y Hammer, 2016). Estudios específicos sobre PFI también han mostrado la necesidad de estudiar las creencias y actitudes hacia la enseñanza (Hugo et al., 2013).

En la actualidad hay un consenso sobre una visión de la ciencia que valora las emociones como parte intrínseca de la ciencia (Vázquez Alonso, 2013). Por tanto, si la formación del profesorado favorece una visión crítica de la ciencia, es necesario abordar las concepciones emergentes de la NDC y su relación con la formación del profesorado (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016; Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2018).

Las emociones del profesorado y el dominio del contenido

La construcción de la identidad profesional del PFI está fuertemente condicionada por las emociones (Hargreaves, 1998; Zembylas, 2016), pero también por el dominio del contenido que enseñan. Como afirma Cañal (2000), cuando este no se domina hay el riesgo del “alfabetismo funcional” ya que la inseguridad puede hacer al profesorado más dependiente del libro de texto, a dedicar menos tiempo a contenidos que no domina y no detectar dificultades de aprendizaje (Appleton, 1995; Harlen y Holroyd, 1997).

Las visiones de naturaleza de la ciencia en el profesorado

Se ha puesto en evidencia que la escasa formación del profesorado sobre la naturaleza de su disciplina condiciona la enseñanza de temáticas nuevas, incluso más que la falta de conocimiento sobre ellas (Gess-Newsome, 2002). En cambio, un buen conocimiento de la naturaleza, en este caso de la ciencia, posibilita al profesorado a aprender con sus alumnos si tiene bien interiorizados los principales modelos (Pipitone, 2013).

Investigaciones realizadas sobre la visión de NDC del profesorado en formación señalan la importancia del dominio de ciertos conocimientos (Kaya et al., 2019), algunos desarrollados por Grossman, Wilson y Shulman (2005) de los cuales destacan: (a) el conocimiento del contenido -específico de una disciplina-; (b) el conocimiento sustantivo -del marco explicativo o paradigmas de una disciplina-; (c) el conocimiento sintáctico -de cómo se genera el nuevo conocimiento en una disciplina- y (d) las creencias sobre la materia -sentimientos y orientaciones hacia ella-. Por ello consideramos relevante atender los aspectos relacionados con el conocimiento sintáctico, así como las creencias y emociones del profesorado de ciencias en formación inicial.

Considerando que la NDC y las emociones intervienen de manera directa en el desarrollo profesional del PFI, intentamos establecer relaciones entre ellas y aportar a la construcción de un marco de referencia para contribuir a su desarrollo profesional. La identificación de estas relaciones podría facilitar al PFI apropiarse de las ideas clave de la ciencia escolar, cuestionando y enriqueciendo el modelo de ciencia simplista que se perpetua habitualmente en las aulas.

OBJETIVOS

- Identificar y explicitar las emociones del PFI en relación con la física y la química.
- Identificar la visión de ciencia del PFI.
- Establecer posibles relaciones entre las ideas de NDC y las emociones del PFI en relación con la física y la química.

METODOLOGÍA

La recogida de datos se realizó mediante un formulario virtual, en el que se pedía información característica del alumnado, como el género y la formación previa, sus emociones hacia la ciencia y su visión de ciencia. Los datos corresponden a las respuestas de 21 estudiantes que comenzaba el Máster de formación del profesorado en la especialidad de física y química de la Universidad de Barcelona (curso 2021-2022). En el estudio ha participado un 70 % de las personas matriculadas en la especialidad y el perfil es representativo de la totalidad del alumnado.

La recogida de datos y el análisis se llevó a cabo utilizando la categorización de emociones propuesta por Pipitone y García-Lladó (2019). En relación con las visiones de NDC, se analizaron las respuestas a dos preguntas con respuesta en escala Likert: (a) ¿Estás de acuerdo en que la ciencia es un conocimiento completamente objetivo, verdadero e independiente de aspectos emocionales? (b) ¿Estás de acuerdo en que la ciencia es una manera de intervenir en el mundo, explicar fenómenos, construir modelos... en definitiva, una actividad humana y dinámica?

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Perfil del profesorado en formación

El 76% del PFI se identifican con el género masculino y el 24% con el femenino y su formación previa de acceso al Máster. Solo el 42% del PFI tiene un grado en física y/o química (9), una persona tiene el grado en física. El resto del alumnado ha realizado un grado en bioquímica/biotecnología (6), ingeniería Técnico-Industrial (5) Ciencias ambientales (1).

Emociones expresadas por el profesorado en formación

En la tabla 1 se recogen las emociones que expresa el PFI con respecto a la ciencia en general (1ª columna), con respecto a la química (2ª columna) y a la física (3ª columna).

Tabla 1. Emociones expresadas por el PFI

	Emociones	Ciencia	Química	Física
Emociones negativas	Angustia	1	0	1
	Desesperación	0	0	0
	Frustración	3	1	3
	Impotencia	0	0	0
	Miedo	0	0	0
	Aburrimiento	1	1	1
	Inseguridad	7	4	7
	Nerviosismo	1	0	1
	Preocupación	1	3	1
	Tensión	3	2	3
Emociones positivas	Capacidad	3	4	3
	Diversión	3	2	3
	Interés	14	11	14
	Tranquilidad	0	1	0
	Curiosidad	9	10	9
	Sorpresa	4	1	4
	Confianza	3	6	3
	Entusiasmo	0	3	0
	Motivación	3	5	3
	Orgullo	1	1	1
	Placer	2	3	2
Satisfacción	4	4	4	

De las emociones negativas, la *inseguridad* es la más señalada, y mayoritariamente hacia la física. De la misma manera, emociones negativas como la *angustia*, la *frustración*, el *nerviosismo* y la *tensión* tienen mayor representación en física que en química. Sin embargo, en el caso de la *preocupación* ocurre la situación inversa. Es destacable que hay una persona a quien la ciencia le genera aburrimiento.

De las emociones positivas destaca el *interés*, y es más frecuente en física que en química, mientras la *curiosidad*, segunda más referenciada para química que para física.

Es destacable que, dada la formación inicial en ciencias del PFI, su elección de la especialidad del Máster y su vocación científica, muy pocas personas se sienten motivadas y capaces, especialmente en relación con la física. Además, un 67% considera sentir más seguridad a la hora de enseñar química mientras que el 33% hacen referencia a la física.

Visión de ciencia expresada por el profesorado en formación

En la tabla 2, se observan que las opiniones están repartidas en la primera pregunta, con una ligera mayor tendencia en las dos opciones intermedias (de acuerdo y poco de acuerdo). En cambio, en la segunda pregunta hay una marcada tendencia en considerar la ciencia como una actividad humana.

Tabla 2. Concepciones sobre NDC expresadas por el PFI

Pregunta	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
¿Estás de acuerdo en que la ciencia es un conocimiento completamente objetivo, verdadero e independiente de aspectos emocionales?	Muy de acuerdo	5	24%
	De acuerdo	7	33%
	Poco de acuerdo	8	38%
	Desacuerdo	4	19%
¿Estás de acuerdo en que la ciencia es una manera de intervenir el mundo, explicar fenómenos, construir modelos... en definitiva, una actividad humana y dinámica?	Muy de acuerdo	18	86%
	De acuerdo	2	2%
	Poco de acuerdo	0	9%
	Desacuerdo	1	5%

Las tendencias son contradictorias puesto que, si la ciencia se considera una actividad humana, se debe considerar la influencia de aspectos no epistemológicos, como las emociones y el contexto, en la intersubjetividad. Esto nos lleva a pensar que no hay una reflexión coherente e informada sobre la NDC y su relación con las emociones, por lo que es necesario incidir de manera explícita en la formación inicial del profesorado.

CONCLUSIONES INICIALES

En esta primera etapa de recogida de datos se observa un predominio de emociones negativas hacia la física por parte del PFI que cuenta con una formación previa en la que se supone han trabajado menos los contenidos de física.

El PFI se siente con menos seguridad a la hora de enseñar física que química, también se observa la relación con la formación de acceso al máster.

La visión de NDC que expresa el alumnado, requiere aún ser trabajada de manera más reflexiva para poder conseguir un impacto en sus prácticas como docentes de ciencia.

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., y García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3-19.
- Amador-Rodríguez, R. Y., y Adúriz-Bravo, A. (2018). Consensus and Dissent Around the Concept of Nature of Science in the Ibero-American Community of Didactics of Science. En M. E. de B. Prestes & C. C. Silva (Ed.), *Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches* (p. 31-47). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74036-2_3
- Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, 17(3), 357-369. <https://doi.org/10.1080/0950069950170307>
- Bellocci, A., Ritchie, S. M., Tobin, K., King, D., Sandhu, M., y Henderson, S. (2014). Emotional climate and high-quality learning experiences in science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10), 1301-1325. <https://doi.org/10.1002/tea.21170>
- Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Alambique*, 24, 46-56.
- Gess-Newsome, J. (2002). Secondary Teachers' Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. En J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Ed.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Vol. 6). Kluwer Academic Publishers. <http://www.springerlink.com/content/j66t4t4m510021u3/>
- Grossman, P. L., Wilson, S. M., y Shulman, L. S. (2005). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-25.
- Hargreaves, A. (1998). The Emotional Practice of Teaching. *Teaching and Teacher Education*, 14(8), 835-854.
- 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. <https://doi.org/10.1080/0950069970190107>
- Hugo, D. V. H., Sanmartí, N., & Adúriz-Bravo, A. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el practicum. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1). <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.606>
- Jaber, L. Z., y Hammer, D. (2016). Learning to feel like a scientist. *Science Education*, 100(2), 189-220.
- Jaber, L. Z., Hufnagel, E., y Radoff, J. (2021). "This is Really Frying My Brain!": How Affect Supports Inquiry in an Online Learning Environment. *Research in Science Education*, 51(5), 1223-1246. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09884-y>
- Kaya, E., Erduran, S., Aksoz, B., y Akgun, S. (2019). Reconceptualised family resemblance approach to nature of science in pre-service science teacher education. *International Journal of Science Education*, 41(1), 21-47. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1529447>
- Pipitone, C. (2013). *Visión del profesorado sobre la implementación de una nueva asignatura: Ciencias para el mundo contemporáneo* [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pipitone, C., y García Lladó, A. (2020). Factores que promueven el cambio emocional del profesorado en formación inicial hacia la física y la química en época de pandemia: presencialidad vs virtualidad. *Investigación En La Escuela*, (102), 32-53. <https://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.03>
- Vázquez Alonso, Á. V. (2013). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y tecnología. *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*, Vol. 2, 2013, ISBN 978-84-15090-10-6, p. 245-278, 245-278. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4403563>

Zembylas, M. (2016). Making sense of the complex entanglement between emotion and pedagogy: Contributions of the affective turn. *Cultural Studies of Science Education*, 11(3), 539-550.

El reciclaje de los residuos orgánicos como eje temático transformador en la formación inicial de maestros/as

Lourdes Aragón¹, Beatriz Gómez-Chacón² y José Luis García Morales³.

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. lourdes.aragon@uca.es

² Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.
beatriz.gomezchacon@uca.es

³ Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz.
jose Luis.garcia@uca.es

RESUMEN: El alumnado del Grado en Educación Infantil (GEI) le otorga gran relevancia al tópico del reciclaje en sus diseños didácticos para trabajar el conocimiento científico en la Etapa de Infantil (EI). Atendiendo a las debilidades que estos presentan en relación a sus concepciones previas y en el marco de un Proyecto de Innovación Docente (PID) para el curso 2021/22, se organiza la asignatura de Didáctica del Medio Natural (DMN) utilizando el reciclaje de los residuos orgánicos como hilo conductor a través de la Estrategia de Aprendizaje Basada en la Indagación (EBI). Se presenta a continuación las principales líneas de acción que se abarcan a través del PID y las acciones didácticas que se han implementado para ello. Se muestran los resultados iniciales en relación a las concepciones previas que manejan los futuros docentes en relación al reciclaje, como primer paso del proceso de indagación puesto en marcha desde la asignatura y en el contexto del Huerto Ecológico Universitario (HEU).

PALABRAS CLAVE: concepciones previas, formación inicial del profesorado, huerto, indagación, reciclaje.

ABSTRACT: The students of the Degree in Early Childhood Education (DECE) give great relevance to the topic of recycling in their didactic designs to work on scientific knowledge in the Early Childhood Education (ECE). Given the weaknesses that the Degree students show about their previous conceptions, an educational experience within the framework of a Teaching Innovation Project (TEP) was proposed during the 2021/22 academic year. This experience aimed to organise the subject of Didactics of the Natural Environment (DNE) using the recycling of organic waste as a guideline and through the Inquiry-Based Learning Strategy (IBLS). The main lines of action covered through the DECE and the didactic activities that have been implemented for this purpose are presented in this paper. The initial results are shared in relation to the prior conceptions that the future teachers have regarding recycling, as the first step in the enquiry process set in motion by the subject and in the context of the University Ecological Garden (UEG).

KEYWORDS: previous conceptions, initial teacher training, educational garden, enquiry, recycling.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Una de las ideas previas que predomina en nuestro alumnado, futuros docentes de infantil, es una visión superficial y simplista del tratamiento y gestión de los residuos urbanos. La concepción dominante, reflejada en muchos de sus Trabajos Fin de Grado y en los diseños que presentan como evidencias de prácticas en centros escolares y propuestas didácticas, limitan el tratamiento de residuos urbanos a la separación de estos. Centrando exclusivamente sus intervenciones didácticas del proceso de reciclaje a la identificación, clasificación y separación de los tipos de residuos en sus correspondientes contenedores, obviando de este modo, el proceso de transformación que implica el reciclaje.

Esta idea, no sólo predomina en nuestro alumnado, sino también en profesionales activos y estudiantes de primaria de algunos centros escolares (Arillo et al., 2013). Centrar el proceso de reciclaje solo a la separación, no hace más que perpetuar la idea simplista y superficial, a la hora de que el alumnado entienda realmente el gran desafío que existe en torno al tratamiento, gestión de los residuos y entender el ciclo de vida de cualquier producto. Por su parte, a nivel medioambiental, la prevención en la generación de los residuos supone una etapa fundamental en la Jerarquía de su Gestión y en un sistema basado en la Economía Circular promovida por la Unión Europea desde hace años (Porcelli y Martínez, 2018). En este sentido, el problema de los residuos pasa, necesariamente por cuestionarnos nuestro sistema de producción y patrones de consumo en un planeta globalizado. Quedarnos en el “separar” en las escuelas, no implica formar a un alumnado reflexivo, crítico, o con un perfil fuertemente transformador. Es decir, no garantiza, la formación de un alumnado capaz de entender los problemas ambientales, así como las relaciones con otros grandes desafíos, o llegar a comprender los procesos físico-químicos que fundamentan el proceso del reciclaje.

Como alternativa para aproximar el proceso de reciclaje y abordar las debilidades y necesidades detectadas en nuestro alumnado, las docentes de la asignatura de DMN en el GEI de la Universidad de Cádiz (UCA), proponemos como innovación docente integrar el compostaje y el vermicompostaje como eje temático que vertebre la propia asignatura, a través de estrategias propias de la ciencia, como es la EBI y empleando contextos reales como el HEU. Son varias las razones por las que proponemos dicha innovación: 1) porque la generación de residuos urbanos es un problema medioambiental. En Europa los residuos domésticos en 2016 supuso el 23,1% y solo un 46% se recicló (www.eea.europa.eu). Si queremos contribuir a una educación de calidad, y que atienda a los desafíos medioambientales actuales, debemos comenzar con la formación inicial de maestros/as. 2) Porque partir de un problema real, permite contextualizar pequeñas investigaciones que el alumnado, de manera colaborativa, que ayuden a comprender en profundidad y adquirir un conocimiento útil, que les permita valorar con criterio científico iniciativas para el tratamiento de residuos domésticos y desarrollar habilidades y actitudes científicas. En este sentido los objetivos que se pretenden abordar en el presente trabajo son dos: 1) Presentar las principales líneas y objetivos que sustentan el PID para reflexionar sobre algunas de las necesidades formativas actuales constatadas en la formación inicial del profesorado y proponer actuaciones concretas desde la asignatura. Y 2) Conocer las concepciones previas que mantiene el alumnado en relación al reciclaje desde la asignatura de DMN.

MARCO TEÓRICO

En la línea de trabajos similares como el realizado por Carballido-Morejón et al. (2021), el compostaje y el vermicompostaje, son ejes temáticos interesantes que, en el contexto del huerto permiten alcanzar tres propósitos básicos planteados desde nuestra asignatura: 1) formar a futuros profesionales de EI concienciados con algunos de los problemas ambientales actuales; 2) dotar a estos de un conocimiento científico básico que permita entender el problema y 3) conocer actuaciones y alternativas en torno a la gestión de residuos domésticos con la fabricación de compost y humus de lombriz.

Carballido-Morejón et al. (2021), exponen como el alumnado en este mismo contexto, y a través de un enfoque metodológico indagativo, desarrolla habilidades científicas, actitudes favorables hacia la ciencia y una mayor sensibilización medioambiental. Propósitos que engloban el ser alfabetizado científicamente expuestos por Hodson (1994): *aprender de ciencia*, *aprender sobre la naturaleza de la ciencia*, y *aprender a hacer ciencia*, que hace mención a la práctica de la ciencia, desarrollando los conocimientos técnicos sobre la investigación científica y participación en la resolución de problemas.

El compostaje y el vermicompostaje son prácticas ampliamente aceptadas como sostenibles y son utilizadas en todos los sistemas asociados a una agricultura climáticamente inteligente (Román et al., 2013). Permite trabajar el proceso de reciclaje de la materia orgánica, e ir más allá de la visión simplista de clasificar y separar tipos de residuos por contenedores. Como indican estos autores (2013): “El compost es también la forma de devolver a la tierra en nutrientes lo que ella nos ha aportado en alimentos. De no hacer compost estaríamos despilfarrando preciosos recursos y dejando que nuestras tierras se empobrezcan” (p.88). Esta visión es interesante sobre todo porque conecta con otros conceptos actuales, que promueven acciones más sostenibles y solidarias como el de Economía Circular (Porcelli y Martínez, 2018) y muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que configuran la Agenda 2030 (UNESCO, 2015).

Respecto al uso del huerto, experiencias previas evidencian que estos son espacios de aprendizaje valiosos que permiten implementar metodologías activas y participativas con alumnado de diversas etapas educativas (Eugenio y Aragón, 2016). Asimismo, en la formación inicial del profesorado, el huerto permite adquirir aprendizajes vivenciales, reales y transferibles a su futura labor docente integrando aprendizajes de diferentes áreas de conocimiento del curriculum de infantil en la línea de trabajos anteriores (Aragón et al., 2021).

METODOLOGÍA

El PID en el que se enmarca el siguiente trabajo ha sido concedido por la Unidad de Formación e Innovación Docente de la UCA (sol-202100201447-tra) para el curso 2021/22. Ha sido implementado en dos de los tres grupos-clase que conforman el GEI y en la asignatura obligatoria DMN. Han participado un total de 71 estudiantes (8 chicos y 63 chicas) del grupo-clase B; y 67 estudiantes (5 chicos y 62 chicas) del grupo-clase C, con edades comprendida entre los 19 y 47 años de edad. El proyecto se llevó a cabo en el contexto del HEU ubicado en uno de los patios interiores de la propia Facultad, y se contó con tres vermicomposteras (dos de madera y una de poliespan) y una compostadora de pequeñas dimensiones.

Las ideas previas mantenidas por el alumnado sobre el reciclaje fueron exploradas al inicio de la EBI. Para ello, se elaboró un cuestionario de preguntas abiertas (anexo 1). Posteriormente se procedió a un análisis cualitativo y cuantitativo, empleando un sistema de categoría propuesto por Arillo et al. (2013) a partir de las respuestas dadas por el alumnado al cuestionario. Se siguió un proceso interjueces, para poner en común, determinar coincidencias y resolver discrepancias. Finalmente, se realizó un análisis de frecuencias y porcentajes para cada categoría. En el presente trabajo, se presenta un primer análisis con una submuestra de 33 cuestionarios (17 del grupo B y 16 del C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Líneas, objetivos y actuaciones propuestos desde el PID

El PID se planteó para abordar tres líneas principales de actuación en base a las necesidades detectadas durante la docencia: 1) Impulsar acciones de innovación docente que generen una mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje y de los resultados académicos del alumnado de la UCA. 2) Promover la sostenibilidad en la docencia universitaria, y 3) Revalorizar el espacio del HEU que nos hemos visto obligados a dejar de emplear debido a la situación de crisis sanitaria generada por el Covid-19. Pensamos que, si las condiciones son seguras, se debe volver a emplear este espacio al aire libre, por la motivación que genera en nuestro alumnado, por ser un recurso real en su futuro profesional, y porque se plantea como un laboratorio vivo donde los futuros docentes pueden diseñar pequeñas investigaciones (Aragón y Gómez-Chacón, 2021). La tabla 1 expone los objetivos y actuaciones diseñadas en base a las líneas definidas.

Tabla 1. Objetivos propuestos desde el PID y principales actividades diseñadas para ello.

Objetivos PID	ACTIVIDADES PROPUESTAS
1) Diseñar e implementar una propuesta didáctica innovadora en base a una EBI empleando el compost y vermicompost como temas centrales para orientar las investigaciones del alumnado.	1) Reformular los bloques de la asignatura de DMN en relación a temas nucleares del curriculum de infantil. 2) Utilizar el tratamiento y gestión de residuos urbanos domésticos para trabajar conceptos científicos claves como la materia orgánica, el compost, vermicompost, descomponedores, economía circular, reciclaje de la materia orgánica. 3) Diseñar e implementar una propuesta didáctica que permita al alumnado plantear pequeñas investigaciones en torno al tratamiento y gestión de los residuos para desarrollar procedimientos científicos y actitudes favorables hacia la ciencia.
2) Recuperar, fortalecer y consolidar el HEU como espacio de aprendizaje y recurso didáctico.	1) Utilizar el HEU como contexto de aprendizaje que favorezcan la acción-reflexión y permitan acercar y comprender otros desafíos relacionados con la generación de residuos. 2) Realizar acciones educativas que permitan condicionar y preparar el espacio del huerto para ser un lugar de aprendizaje al aire libre. 3) Proporcionar materiales para que el alumnado pueda experimentar en torno a la generación de compost y vermicompost.
3) Integrar en la asignatura de DMN la perspectiva de una Educación para la Sostenibilidad.	1) Plantear intervenciones didácticas que conlleven el desarrollo de competencias transversales claves propuestas por la UNESCO (2015) 2) Sensibilizar al alumnado para tomar consciencia del problema actual derivado de la generación, tratamiento y gestión de residuos domésticos. 3) Dotar al alumnado de una formación científica básica que permita comprender el proceso de compostaje y que permitan reflexionar sobre nuestros propios hábitos de consumo y límites del planeta
4) Crear y promover la colaboración entre alumnado de otros grados de la UCA y otros expertos ajenos al ámbito universitario tendiendo puentes formativos que propicien el aprendizaje.	1) Diseño de acciones conjuntas entre alumnado del Grado en Ciencias Ambientales y del GEI para comprender conceptos científicos claves en la generación de compost y vermicompost. 2) Contar con la colaboración de otros agentes expertos que puedan impartir talleres formativos relacionados con la temática

De manera resumida y en base a objetivos propuestos desde el PID, la asignatura fue reestructurada y diseñada para trabajar los RSU. El HEU se ha condicionado y dotado de materiales que han permitido volver a emplear este espacio de aprendizaje. Durante la asignatura, se han integrado actividades que han permitido comprender el proceso de compostaje/vermicompostaje a través de pequeñas investigaciones, y reflexionar sobre nuestros propios hábitos desde enfoques actuales como es el uso de controversias sociocientíficas (Aragón et al., 2022, aceptado). También se ha contado con la colaboración de estudiantes del Grado en Ciencias Ambientales, quienes han asesorado a través de visitas y foros abiertos de discusión algunas dudas que los futuros maestros/as han mantenido sobre el proceso de compostaje.

Concepciones previas que mantienen los futuros docentes sobre compostaje/vermicompostaje al inicio de la EBI.

En relación a las concepciones que mantienen el alumnado sobre el reciclaje, se obtiene que el 63,6% del alumnado (N=33), entiende el reciclaje como la separación de residuos en los contenedores adecuados. El 12,2%, como la reutilización de materiales y el 24,2%, parece concebir el reciclaje como un proceso de transformación que incluye los dos anteriores. Respecto al término compost, un 33,3% indica no haberlo escuchado nunca, mientras que todos indican conocer el concepto de abono natural, y en su mayoría lo relacionan con desechos, heces y excrementos de otros animales, y que son ricos en nutrientes. Indicando también algunas funciones tanto para nutrir el suelo como para fertilizar las plantas. Entre las definiciones de compost, se identifican fundamentalmente dos ideas predominantes: 1) el compost se trata de un “proceso” (39,5%); con respuestas del tipo “proceso de descomposición de la materia orgánica” (A.18) o “método de recogida de residuos que permiten obtener abono” (A. 29). Y 2) la idea de compost como un “producto” (21,1%). Con respuestas similares a “es un producto que se obtiene mediante la utilización de diversos residuos orgánicos” (A.28). Por último, hay dos alumnas que consideran que abono y compost es lo mismo.

Resultados similares a los mostrados por Gerónimo-Cárdenas y López-Valentín (2017) para estudiantes de 6-16 años, han sido obtenidos para los futuros maestros/as sobre los factores que afectan a la descomposición de los alimentos. Así, entre las respuestas analizadas (89 en total), el 5,6% se refiere a que el proceso de descomposición ocurre debido al paso del tiempo, como algo inevitable. El mayor porcentaje de respuestas (29,2%), aluden a los factores físicos como el agua, la luz, el sol, el aire, humedad y temperatura. En menor medida, relacionan los seres vivos con el proceso de descomposición de los alimentos (20,2%), fundamentalmente insectos, y en pocos casos a bacterias y hongos. El 4,4% indica que el tipo de suelo en el que se encuentra el alimento influye en el proceso de descomposición, de manera que “dependiendo de si el suelo es de cemento o es campo el alimento se descompone a menor o mayor velocidad” (A.14). Por último, existe un alumno que considera que los alimentos simplemente “desaparecen”.

Finalmente, el 15,1% del alumnado (N=33), indica no saber sobre la función de las lombrices. Aunque el 45,5% expresa que son relevantes en el proceso de descomposición de la materia orgánica. El 33,3%, alude a su función de incorporar nutrientes al suelo mencionando en un solo caso la relevancia de las lombrices a la hora de dar estructura y

oxigenar el suelo. Dos estudiantes ofrecieron respuestas sin relación con la función de las lombrices. En ningún caso se mencionan términos como vermicompost o vermicompostaje, o bien humus de lombriz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, L., Cruz-Lorite, I.M. y Gómez-Chacón, B. (2022, aceptado). Debate en torno al sistema de recogida de residuos: juego de rol. VI Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias.
- Aragón, L., Gómez-Chacón, B., Martínez, D.D., Rodríguez, S., Santiago, M., y Sánchez, S. (2021). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza desde las didácticas específicas en Educación infantil: La construcción de un hotel de insectos. *Actas del 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*, Universidad de Córdoba.
- Aragón, L., y Gómez-Chacón, B. (2021). Investigar en el contexto del Huerto Ecológico Universitario en el marco de los ODS 12 y 15. En: Montserrat Vargas-Vergara y Lourdes Aragón (eds.) *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible: hoja de ruta en la educación del siglo XXI*, 141-157. Editorial Octaedro.
- Arillo, M.Á., Ezquerro, Á., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., de Juanas, Á., Martín del Pozo, R. (coord.), Rejero, C., San Martín, C. (2013). *Las ideas «científicas» de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Universidad Complutense de Madrid.
- Carballido-Morejón, J. L., Morón-Monge, H., y Daza Navarro, Mª P. (2021). El huerto escolar desde un enfoque indagativo: investigando las lombrices. *Investigación en la Escuela*, 103, 75-93. doi:<http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.06>
- Eugenio, M., y Aragón, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), <http://hdl.handle.net/10498/18504>
- Gerónimo-Cárdenas, M.R., y López-Valentín, D.M. (2017). Revisión de la literatura sobre las ideas previas de los niños acerca de la descomposición de los alimentos. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, Edición Extraordinaria*, 1008-1016. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7267>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Porcelli, A.M., y Martínez; A.N. (2018). Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. *REVISTA DIREITO GV*, 14(3), 1067-1105.
- UNESCO. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de https://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.pdf
- Román, P., Martínez, M. M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

ANEXO 1

Contesta de manera individual, con tus propias palabras y partiendo de tus conocimientos previos sin consultar ninguna fuente de información las siguientes preguntas:

- a) Si tuvieras que explicarle a alguien qué es el reciclaje ¿qué le dirías? Por otro lado, ¿puedes poner un ejemplo?
- b) ¿Conoces el término compost? ¿y el de abono natural? ¿de qué crees que está formado y qué utilidad tiene?
- c) ¿Qué significa que un material sea biodegradable? Pon un ejemplo.
- d) Los restos de comida que tiramos a la basura ¿crees que pueden tener alguna utilidad?
- e) ¿Qué le ocurre a una manzana si la arrojamos al suelo y la dejamos allí? Dibuja el ciclo por el que pasaría la manzana.
- f) ¿Qué factores crees que intervienen en el proceso de descomposición de un alimento?
- g) ¿Sabes si algunos seres vivos intervienen en ese proceso de descomposición?
- h) ¿Qué papel crees que tienen las lombrices que podemos encontrar en el suelo?

El trabajo por proyectos para promover aprendizajes de calidad en la alfabetización ambiental del futuro profesorado de educación primaria

Ana Rivero García¹, Soraya Hamed Al Lal², María Victoria Muñoz Tinoco³, Soledad García Gómez⁴

¹Universidad de Sevilla. arivero@us.es.

²Universidad de Sevilla. sha@us.es.

³Universidad de Sevilla. tinoco@us.es.

⁴Universidad de Sevilla. solgar@us.es.

RESUMEN: La alfabetización ambiental es un reto a nivel social y, en particular, en nuestro contexto profesional: la formación inicial del profesorado de educación primaria. Es urgente desarrollar comportamientos comprometidos que trasciendan el ámbito individual, procurando comunidades resilientes. Al objeto de trabajar en esta línea, se ha llevado a la práctica una estrategia formativa vinculada a los presupuestos del trabajo por proyectos de investigación en un grupo de estudiantes de 2º curso del Grado en Educación Primaria. Utilizando el diario de aprendizaje como instrumento de recogida de información, hemos realizado un análisis cualitativo y cuantitativo de su contenido para identificar los aprendizajes realizados y categorizarlos atendiendo a diversos criterios. Los resultados muestran que apenas se dan aprendizajes de nivel tres según la categorización de Sterling, aunque sí son frecuentes los de nivel dos. Es necesario avanzar en el análisis de este tipo de propuestas formativas para promover la alfabetización ambiental.

PALABRAS CLAVE: Profesorado, Formación inicial, Alfabetización ambiental, Trabajo por proyectos, Investigación, Niveles de aprendizaje.

ABSTRACT: Environmental literacy is a social challenge, particularly in our professional context as educators of future primary school teachers. There is an urgent need to develop committed behaviours that transcend the individual sphere, seeking resilient communities. In order to progress, a teaching strategy based on research projects has been developed with a group of students in the second year of the Primary Education Degree. Using their learning diary as a tool for collecting information, we conducted a qualitative and a quantitative analysis of its content to identify what they had learned and to categorize the apprenticeships according to several criteria. The results show that there are hardly any level three apprenticeships according to Sterling's categorization, although level two apprenticeships are common. It is a real need, to make progress in this field. We should go on developing and reflecting about these teaching strategies to promote a proper environmental literacy.

KEYWORDS: Teachers, Pre-service Education, Environmental literacy, Research, Learning levels.

INTRODUCCIÓN

En este siglo nos ha tocado afrontar un gran reto centrado en las posibilidades de supervivencia y bienestar de la especie humana -cada vez más numerosa-, en un planeta cuyos límites para proveer los recursos necesarios e integrar los residuos de manera que no den lugar a graves problemas, son cada vez más evidentes (Latouche, 2009, 2012). En la Agenda 2030 propuesta por Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2015) se considera a los niños, jóvenes y adultos como agentes críticos del cambio. Es urgente desarrollar la alfabetización ambiental de la ciudadanía para que perciba y comprenda la situación en la que nos encontramos, y el riesgo que supone para nuestra supervivencia. También hay que poner el énfasis en las formas democráticas y justas de organización social y en el desarrollo de habilidades y comportamientos acordes a comunidades resilientes. La alfabetización ambiental, por tanto, no se refiere solo a conocimientos, sino que incluye valores, habilidades y comportamientos (Gunckel et al., 2012). Implica desarrollar capacidades para actuar tanto en la esfera privada como en la pública, pues es preciso trascender al ámbito de lo colectivo, procurando la búsqueda del bien común (Linhares y Reis, 2022).

La Educación Ambiental orientada a esta alfabetización requiere procesos de enseñanza activos y participativos, en los que el estudiante sea protagonista del cambio en su conocimiento, valores y comportamientos (Sterling, 2012). Estos métodos activos incluyen juegos de roles y simulaciones, discusiones y diálogos en grupo, debates, estudios de casos y aprendizaje basado en proyectos o problemas (Cotton & Winter, 2010; Sterling, 2012). Según Goldman et al. (2020), para procurar la capacitación crítica para la acción es preciso: a) Abordar expresamente problemas socio-ambientales y hacerlo de manera contextualizada, basada en situaciones cotidianas para los estudiantes, y b) Pasar de una enseñanza centrada en el conocimiento a otra centrada en la acción, de manera que los estudiantes vivan un cambio (en lo privado o en lo público), se impliquen emocionalmente y valoren sus efectos.

En este contexto adquiere gran importancia la formación inicial de docentes, pues son agentes imprescindibles en la promoción de cambios en la ciudadanía (Cebrián y Junyet, 2014). Los estudios al respecto aportan resultados desiguales acerca del nivel de formación de los futuros docentes. Mientras Tuncer et al. (2014) y Álvarez-García et al. (2018) muestran niveles de alfabetización ambiental claramente bajos, Marcos-Merino et al. (2020) aportan resultados más alentadores. Es necesario, pues, desarrollar más estudios que valoren su grado de alfabetización ambiental, así como la pertinencia para su promoción de las pedagogías activas. En nuestro caso, estamos interesadas especialmente en el trabajo por proyectos de investigación, que está mostrando su potencialidad formativa en la enseñanza universitaria en general y en la formación inicial del profesorado en particular (Liñán et al., 2021). Para valorar el impacto que este tipo de metodologías provoca en los aprendices, nos parece muy pertinente la caracterización de los aprendizajes realizada por Sterling (2011):

a) Aprendizaje de primer orden: Se refiere al aprendizaje centrado en el aumento del conocimiento y/o la conciencia. Se ocupa fundamentalmente de la información a transferir sin desafiar las creencias del alumno (preocupado por la cognición).

b) Aprendizaje de segundo orden: Se refiere al aprendizaje que cambia las creencias, los valores, las asunciones y las formas de hacer las cosas del alumno. Implica sacar a la luz los supuestos que subyacen al aprendizaje de primer orden y evaluarlos críticamente, involucrando cuestiones de valores y ética (metacognición).

c) Aprendizaje de tercer orden: Se refiere al aprendizaje que cambia la epistemología del alumnado. Es un cambio de forma de saber y pensar, que enmarca la percepción de las personas sobre y en la interacción con el mundo (transformación epistémica).

Evans y Ferreira (2020) concluyen tras analizar numerosas investigaciones que, mayoritariamente, se informa de resultados de primer orden y, en bastante menor medida, de segundo orden, siendo los de tercer orden inexistentes. Estos logros son insuficientes, es preciso conseguir aprendizajes de tercer orden, ya que si no modificamos la forma de pensar mayoritaria sobre las relaciones entre los seres humanos y el medio ambiente, será imposible afrontar las graves consecuencias de los problemas socioambientales.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en este trabajo nos planteamos analizar los niveles de aprendizaje que predominan en los futuros maestros de educación primaria cuando participan en una propuesta formativa basada en el trabajo por proyectos de investigación.

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

Los participantes en este estudio son 48 futuros docentes que están cursando la asignatura anual Didáctica de las Ciencias Experimentales, del 2º curso del Grado de Educación Primaria en la Universidad de XXXXX, durante el curso 2021-22.

La secuencia formativa se inicia con la presentación de un vídeo elaborado por Greenpeace que motiva al cambio en nuestros estilos de vida, pues toma como slogan la palabra “Reinventar”. Seguidamente, los estudiantes calculan su huella ecológica, de carbono e hídrica con el objetivo de conocer el impacto ambiental de las actuaciones diarias, donde destaca el provocado por la alimentación (Actividad 1). Todo ello da sentido y justifica el problema: ¿Es necesario reinventar nuestra alimentación? Para abordarlo, se propone investigar sobre el recorrido, desde su origen hasta la mesa, de dos alimentos habituales en su dieta: el garbanzo y el filete de cerdo. Expresan sus hipótesis a través de un cómic y se debaten en clase (A3) y, seguidamente, reflexionamos sobre qué actividades realizar para avanzar en la investigación. Como resultado, se acuerdan y desarrollan las siguientes: experiencias para conocer los gases de efecto invernadero (A4), mesa redonda sobre diversos modelos de producción y consumo de carne (A5), actividad sobre el origen de los alimentos en diversos comercios (A6), visita a un huerto en permacultura (A7) y trabajo con diversos artículos (de prensa, vídeos y documentos oficiales) (A8). El análisis del recorrido del alimento permite conocer caminos de distinto tipo, los problemas que se generan y formular alternativas responsables. En paralelo, los estudiantes deben plantearse un reto personal en relación a la alimentación y desarrollarlo (A2). Como actividad de aplicación, se llevó a cabo la elaboración en equipos de una receta para tiempos de crisis ecosocial (A10), que dio como fruto la elaboración de un libro de cocina del grupo clase.

Instrumento

El instrumento para la recogida de información ha sido el diario individual de aprendizaje, disponible en la plataforma de enseñanza virtual de la universidad. Los futuros docentes debían realizar a lo largo del proyecto de investigación al menos tres entradas en este instrumento, refiriéndose libremente en cada una de ellas a cuestiones como las siguientes: que estás aprendiendo, cómo lo estás haciendo, cómo te sientes, para qué sirve lo que aprendes, qué dificultades encuentras y cuál es tu implicación.

Análisis de la información

Hemos realizado un análisis cualitativo de la información recogida basándonos en la técnica de análisis de contenido (Bardin, 1991). Los pasos seguidos son:

- a) Reparto de los diarios entre las autoras de este trabajo. Cada una analiza los diarios de tres estudiantes, seleccionando unidades de información y clasificándolas en tres categorías según niveles de aprendizaje (Sterling, 2011).
- b) La definición de las unidades de información y su categorización son contrastadas, y las investigadoras debaten las discrepancias hasta alcanzar un acuerdo.
- c) Debate y acuerdo de nuevos códigos para caracterizar las unidades de información: declaraciones relacionadas con la intención o compromiso de cambio en su conducta y aquellas relacionadas con la actividad en la que se genera.
- d) Análisis de todos los diarios utilizando la comparación constante. Cada unidad de información queda codificada según el nivel de aprendizaje que explicita, si alude explícitamente o no a cambios en el comportamiento, y por la actividad en la que se ha generado la unidad de información.

Tras identificar y categorizar todas las unidades de información hemos realizado un análisis cuantitativo de frecuencias.

RESULTADOS

Todos los estudiantes explicitan en sus diarios aprendizajes de nivel 1; casi todos (93.7%) reflejan aprendizajes de nivel 2 al menos en una de las tres entradas, y más de la mitad (58.4%) lo hace en tres o más entradas. Siete estudiantes (14.6%) evidencian algún aprendizaje de nivel 3 en sus diarios. En la Tabla 1 recogemos ejemplos de declaraciones de los estudiantes de cada uno de estos niveles.

Los aprendizajes pueden clasificarse en el nivel 2 y en el 3 sin que necesariamente hagan alusión expresa a cambios de comportamiento. Por ello, nos fijamos también en cuantos estudiantes hacían referencia a su intención de o a su compromiso con el cambio en la conducta, independientemente del nivel de aprendizaje. Los resultados muestran que el 77,1% del alumnado se compromete con el cambio al menos en una entrada y el 27,2% lo hace en tres o más. La siguiente declaración es un ejemplo:

Hacer esta actividad me gustó bastante, me sirvió para tomar conciencia y ser más crítica a la hora de ir a comprar; ahora analizo las etiquetas para ver de dónde procede el producto y elijo aquellas marcas que se hagan en mi localidad o lo más cerca posible, para reducir la contaminación en lo referido a los transportes. Además, estoy bastante implicada en esto, pues siempre intento hacer las compras en locales pequeños de mi barrio, como es la frutería donde tengo constancia que las frutas vienen del huerto que tiene el frutero.

Tabla 1. Declaraciones de los niveles de aprendizaje 1, 2 y 3

DECLARACIÓN NIVEL 1	DECLARACIÓN NIVEL 2	DECLARACIÓN NIVEL 3
En esta visita ha sido donde me he enterado de lo que significa compost y los distintos facilitadores del compostaje: hay que poner la mayor diversidad posible de materiales, hay que echar trozos pequeños en lugar de grandes, no puede tener demasiada agua... Además, también he aprendido que es mejor compostar materia vegetal que animal, si hay un poco de carne no pasa nada, pero es menos conveniente.	Nunca me había parado a pensar en todas las fases por las que pasa nuestra comida antes de que llegue al supermercado o a la tienda y nosotros podamos comprarlo. En los dos casos, tan solo el hecho de que el alimento pase por una fase industrial y que a esta llegue mediante un transporte, hace que se libere una gran cantidad de CO ₂ por la combustión de combustibles fósiles, que son muy perjudiciales para nuestro mundo. (...) Nunca me había hecho preguntassobre esto y es bastante importante, sobre todo actualmente.	Siento que he aprendido bastante durante esta temática y actualmente tengo una visión algo más optimista y esperanzadora del problema, dejando el sentimiento de impotencia a un lado. Ahora sé llevar a cabo acciones para cambiar mis malos hábitos, puedo ayudar y sentir que estoy haciendo algo por mejorar la situación, pese a que sigo creyendo que es algo que nos va a costar mucho tiempo y esfuerzo y que las empresas (y no solo nosotros) deben de poner de su parte. Pero ya no lo veo como una causa perdida, sino como una por la que luchar.

Con la intención de obtener información que nos ayudase a valorar la propuesta formativa, registramos en qué actividades explicitaban los estudiantes sus reflexiones y conocimientos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de aprendizaje y cambios de comportamiento en cada actividad

ACTIVIDAD	APARICIÓN EN LOS DIARIOS	APRENDIZAJES MÍNIMO DE NIVEL 2	CAMBIOS DE COMPORTAMIENTOS
A1: Huella ecológica	24 (50%)	20 (83.3%)	15 (62.5%)
A2: Reto	9 (18.8%)	7 (77.8%)	5 (51.6%)
A3: Ideas iniciales	24 (50%)	19 (79.2%)	10 (41.7%)
A4: Experiencias CO ₂	29 (60.4%)	13 (44.8%)	6 (20.7%)
A5: Mesa redonda	10 (20.8%)	8 (80%)	4 (40%)
A6: Origen de alimentos	23 (47.9%)	20 (87%)	16 (69.6%)
A7: Visita a un huerto	33 (68.8%)	15 (45.5%)	12 (36.4%)
A8: Documentos	5 (10.4%)	3 (60%)	1 (20%)
A10: Receta	11 (22.9%)	8 (72.7%)	6 (54.5%)

La actividad 7, seguida de la 4, la 1 y la 3 fueron las actividades más referenciadas en los diarios. La actividad que acumula mayor porcentaje de reflexiones de nivel 2 es la 6, seguida de la 1 y la 3. La actividad 6 y, en menor medida, la 1, son las que han suscitado intención de cambio en el comportamiento de mayor porcentaje de alumnado.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados indican que durante una única intervención formativa basada en el trabajo por proyectos -de investigación de problemas contextualizados y orientado a la acción- es posible, aunque difícil, que los estudiantes cambien su epistemología. Sin embargo, sí es viable que una mayoría de ellos cambien sus creencias y valores, así como las formas de hacer las cosas. Para lograr este propósito es imprescindible que se ofrezcan oportunidades para el análisis de las propias ideas (A3), información detallada, contextualizada y significativa sobre su propio impacto ambiental y formas plausibles de disminuirlo (A1 y A6). Aproximar las experiencias formativas a sus contextos vitales es de crucial relevancia como hemos comprobado con la actividad 6. Es posible que en ella

confluyeran, dándoles sentido, ideas y análisis que se venían haciendo en las anteriores. Las actividades 4 y 7 no aportaron resultados tan valiosos, a pesar de ser las más nombradas por los estudiantes en sus diarios. En estos casos, sus reflexiones se centraron principalmente en valorar su formato (adjetivadas como muy prácticas y divertidas) y no tanto en los aprendizajes derivados de las mismas. Por último, consideramos que fomentar en los estudiantes la escritura sobre lo que ocurre en clase y el sentido que personalmente le otorgan, ha resultado, seguramente, determinante tanto para promover en ellos aprendizajes de nivel superior como para poder detectarlo en la investigación desarrollada. Vemos conveniente continuar profundizando en la potencialidad de esta herramienta y esta línea de trabajo por proyectos en la formación inicial del profesorado y su investigación, para ajustar las propuestas formativas a los necesarios propósitos de alfabetización ambiental de la ciudadanía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez García, O., Sureda Negre, J. y Comas Forgas, R. (2018). Assessing environmental competencies of primary education pre-service teachers in Spain: a comparative study between two universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(1), 15-31. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2016-0227>
- Cebrián, G. y Junyent, M. (2014). Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 29-49. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.877>
- Cotton, D., & Winter, J. (2010). It's Not Just Bits of Paper and Light Bulbs': A Review of Sustainability Pedagogies and Their Potential for Use in Higher Education. En P. Jones, D. Selby, and S. Sterling (Eds.), *Sustainability Education: Perspectives and Practice across Higher Education*, pp. 39–54. Earthscan.
- Evans, N. & Ferreira, J.A. (2020) What does the research evidence base tell us about the use and impact of sustainability pedagogies in initial teacher education? *Environmental Education Research*, 26(1), 27-42, <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1703908>
- Goldman, D., Hansmann, R., Činčera, J., Radović, V., Telešienė, A., Balžekienė, A., Vávra, J. (2020). Education for environmental citizenship and responsible environmental behavior. En A. C. Hadjichambis, P. Reis, D. Paraskeva-Hadjichambi, Činčera, J., Boeve-de Pauw, N., Gericke, & M-C, Knippels(Eds.), *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education* (pp.115-137). Springer.
- Gunckel K.L., Mohan L., Covitt B.A., Anderson C.W. (2012) Addressing Challenges in Developing Learning Progressions For Environmental Science Literacy. En A.C. Alonzo, A.W. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science*. SensePublishers, https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_4
- Latouche, S. (2009). *Pequeñotratado del decrecimiento sereno*. Icaria.
- Latouche, S. (2012). *La sociedad de la abundancia frugal*. Icaria.
- Linhares, E. y Reis, P. (en prensa). Prácticas de Ciudadanía Ambiental en la Formación Inicial de Profesores de Educación Básica: Un estudio de caso. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*.
- Liñán, M. M., Ternero, F., Ceballos, M., Lama, A., y Mena, I. (2021). Aprendizaje basado en proyectos en el grado de Educación Primaria: trabajar por proyectos para aprender a trabajar por proyectos. *EA, Escuela Abierta*, 24, 75-90. <https://doi.org/10.29257/EA24.2021.05>
- Marcos-Moreno, J.M., Corbacho-Cuello, I., & Hernández-Barco, M. (2020). Analysis of Sustainability Knowingness, Attitudes and Behavior of a Spanish Pre-Service Primary Teachers Sample. *Sustainability* 12, 7445; <https://doi.org/10.3390/su12187445>
- Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>

- Sterling, S. (2011). Transformative Learning and Sustainability: Sketching the Conceptual Ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5(11), 17–33. https://doi.org/10.1007/0-306-48515-X_5
- Sterling, S. (2012). *The Future Fit Framework: An Introductory Guide to Teaching and Learning for Sustainability in HE*. The Higher Education Academy.
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H., & Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2008.10.003>

Estudio sobre el nivel de pensamiento abstracto de profesores en formación con mención en Ciencias Naturales: Estudio contextualizado en la UMCE, Chile

Carla Olivares-Petit¹, Hilmer Palomares Pérez², Juan Pablo Catalán Cueto³, David Romero Fica⁴

¹ Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. carla.olivares@umce.cl

² Fundación Universitaria Iberoamericana. hilmer.palomares@unini.org

³ Universidad Nacional Andrés Bello. Juan.catalan@unab.cl

⁴ Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. 7daviid7@gmail.com

RESUMEN: Esta investigación, propone un estudio exploratorio del pensamiento abstracto de profesores de ciencias en formación pertenecientes a una universidad pedagógica nacional chilena. Los procesos de abstracción son inherentes a los humanos, por lo que la presente investigación se desarrolla en el área de las ciencias naturales, su naturaleza (NdC) y epistemología, considerando el cambio curricular chileno, que prescribe el desarrollo de habilidades y competencias científicas desde el enfoque socio-ciudadano y el pensamiento abstracto, como modelo de formación de las ciencias escolares. Adicionalmente, esta investigación considera, la implementación de los nuevos estándares de formación docente (Mineduc, 2021), los cuales explicitan la promoción del pensamiento abstracto. El contexto nacional ha catalizado cambios curriculares en las universidades que forman profesores y en virtud de estos procesos, situados en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Chile, la presente investigación, se aproxima al estado del pensamiento abstracto del profesorado en formación, proponiendo acciones que fortalezcan los procesos formativos. El objetivo de medir el nivel de pensamiento abstracto de los profesores en formación, se aborda desde una metodología exploratoria, mixta y de etapas progresivas, desarrollando un rediseño de instrumento de aproximación, derivado de la línea de investigación previa en esta área. El método de implementación va desde el rediseño del instrumento hasta la aplicación del mismo, considerando el contexto didáctico, curricular y disciplinar de la enseñanza de las ciencias naturales. Como resultados se establecen: los niveles de pensamiento abstracto; un plan de acción tributante a la modificación curricular de la Facultad de Ciencias Exactas, mediante informe de resultados y la necesidad de promover en los profesores en formación el pensamiento abstracto.

Palabras clave: Pensamiento abstracto, ciencias naturales y formación de profesores de ciencias.

ABSTRACT: This research is part of the line of teacher training of the Doctoral Program in Education. This research proposes an exploratory study of abstract thinking of science's teachers in training belonging to a Chilean national pedagogical university. The processes of abstraction are inherent to humans, so this research is developed in the area of natural sciences, their nature (NdC) and epistemology, considering the Chilean

curricular change, which prescribes the development of scientific skills and competences from the social-citizen approach and abstract thinking, as a model of school science training. Additionally, this research considers the implementation of the new teacher training standards (Mineduc, 2021), which explicitly promote abstract thinking. The national context has catalyzed curricular changes in the universities that train teachers and by virtue of these processes, located in the Faculty of Exact Sciences of the Metropolitan University of Educational Sciences of Chile, the present research approaches the state of abstract thinking of teachers in training, proposing actions that strengthen the formative processes and their changes. The objective of measuring the level of abstract thinking of teachers in training, is approached from an exploratory, mixed and progressive stages methodology, developing a redesign of an approximation instrument, derived from the previous line of research in this area. The implementation method goes from the redesign of the instrument to its application, considering the didactic, curricular and disciplinary context of the teaching of natural sciences. As results, the levels of abstract thinking are established and a plan of action contributing to the curricular modification of the Faculty of Exact Sciences, by means of a report of results. As a conclusion, the need to promote abstract thinking in teachers in training is established.

Keywords: Abstract thinking, natural science, and training of science's teachers.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio, aborda los procesos de pensamiento abstracto, como un pilar fundamental del desarrollo de los programas de estudio de las ciencias considerando el contexto de reforma curricular nacional (Mineduc, 2019). Adicionalmente los nuevos estándares de formación de profesores de ciencias en Chile (CPEIP, 2021) dan énfasis a los criterios de habilidades de pensamiento científico, entre ellos, indicadores asociados a pensamiento abstracto, (División Educación General, 2018). El estudio, pertenece a una continuidad investigativa con avances y hallazgos anteriores (Olivares-Petit. C., Merino. C, Quiroz. W. 2013). El estudio trabaja desde la didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo, Morales, Bonan, & Meinardi, 1999), con un fuerte interés social y de contexto. El interés del presente estudio desde la disciplina y su rol en la formación de profesores, se puede reflexionar en torno a: ¿Cuál es la función del pensamiento abstracto en la enseñanza de las Ciencias Naturales?, ¿Cómo medir un proceso de pensamiento abstracto de acuerdo a la naturaleza de las ciencias? Y ¿Cómo podría favorecer una promoción del pensamiento abstracto la enseñanza de las ciencias naturales en el aula?, Y ¿Es necesario implementar secuencias de trabajo que fomenten el pensamiento abstracto en la formación de los futuros profesores de ciencia? Con todo lo expuesto, se define la posición de análisis del pensamiento abstracto de este estudio: “la capacidad de representar los fenómenos no observacionales mediante figuras de interpretación de estas” (Olivares C. , 2011). Desde la postura investigativa, el pensamiento abstracto desde la naturaleza de las ciencias (NdC), se relaciona con la capacidad de representar fenómenos no observaciones, mediante explicaciones observacionales, como consecuencia del cuerpo de conocimiento disciplinar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS

La **pregunta central** de investigación: ¿Cómo aproximarse a la medición del pensamiento abstracto en profesores de ciencias en formación, mediante aplicación de un instrumento descriptivo para propuesta de acciones curriculares en la Facultad de Ciencias Básicas de la UMCE? Y la hipótesis establecida como **H1**: “Estableciendo progresiones del pensamiento abstracto en ciencias mediante el re diseño de instrumentos, se puede medir niveles de esta variable implementando una secuencia disciplinar y transversal del currículum de los profesores de ciencia en formación de la FCB de la UMCE”.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

El **objetivo general** es: Medir el pensamiento abstracto en profesores de ciencias en formación, mediante aplicación de un instrumento descriptivo para propuesta de acciones curriculares en la Facultad de Ciencias Básicas de la UMCE.

Adicionalmente, para el cumplimiento de la investigación, se han establecido los objetivos específicos siguientes¹: **O.E.1**: Rediseñar el instrumento de niveles de pensamiento abstracto, desde las evidencias disponibles; **O.E.2**: Elaborar una secuencia didáctica transversal para medir el pensamiento abstracto de los profesores de ciencias en formación; **O.E.3**: Relacionar los niveles de pensamiento abstracto resultantes del proceso de medición, con acciones curriculares específicas en el marco del rediseño de las mallas curriculares de los profesores de ciencias en formación.

Sistematización e instrumentalización del proceso investigativo

A partir de las investigaciones previas sobre el proceso de abstracción y su caracterización, se sistematizan una serie de ideas asociadas a la revisión bibliográfica del tema. Las revisiones bibliográficas asociadas a los estudios, apuntan a una relación estrecha del pensamiento abstracto en ciencias, con la naturaleza de la ciencia y la lógica de implementación de esta área en contextos de investigación (Bunge, 1980; Isla, 2005; Gómez, 2007), cuya idea es considerada en el presente estudio y se establece como base del mismo.

Para la ejecución metodológica del trabajo, se definieron estructuras denominadas “fases del estudio”, las que permiten avanzar en una modalidad progresiva de investigación, donde cada fase, permite abordar los Objetivos Específicos (O.E) 1,2 y 3 respectivamente. Respecto de la población involucrada en el estudio, corresponde a profesores en formación de la facultad de ciencias básicas perteneciente a la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación fue necesario reestructurar el instrumento utilizado por los investigadores Olivares, Merino y Quiroz, (201 y 2013) al contexto de la muestra. Dicha modificación se presenta en la nueva tabla para medir niveles del pensamiento abstracto:

¹ Han sido redactados de forma abreviada para efectos de esta presentación.

Tabla 1: Instrumento: Descriptores de niveles de abstracción, aplicado al modelo general de pensamiento abstracto en Ciencias Naturales (2021).

Indicador	Patrón
Nivel 0 No se observa trabajo de abstracción	No se presenta el desarrollo de una muestra de trabajo y/o respuesta en el ítem analizado y/o: Se desarrolla una respuesta que no corresponde a las bases disciplinares o es un error conceptual de base sin conexión entre ítem y respuesta.
Nivel taxonómico: no se presenta	
Nivel 1 Abstracción mínima	Se evalúa en la respuesta un patrón de causa, el que esta desarrollado en base a observaciones basadas en la experiencia o generalizaciones básicas sobre el ítem analizado.
Nivel taxonómico: Conocimiento / Comprensión / Recordar	
Nivel 2 Abstracción media	La respuesta evaluada en el ítem se basa en deducciones básicas a nivel disciplinar, las que se presentan como una secuencia de deducción con una consecuencia de efecto relativamente observacional. y/o La respuesta evaluada es un patrón de índice deductivo, es decir, se leen premisas deducidas (simples a nivel disciplinar y didáctico).
Nivel taxonómico: Análisis	
Nivel 3 Abstracción alta	La respuesta evaluada corresponde a un patrón de índice deductivo, presenta una hipótesis con sustento teórico y didáctico (cuando corresponda), es decir, se presenta una hipótesis de nivel bajo de complejidad. (variables y alguna relación). Se levanta una o más predicciones de fenómenos no observacionales, con coherencia y cohesión.
Nivel taxonómico: Aplicación/ Síntesis	
Nivel 4 Abstracción alta proyectiva.	La respuesta evaluada corresponde a un patrón de índice deductivo. Junto a una explicación y formulación de una hipótesis (o más de una) se explicita una predicción de un fenómeno no observacional y observacional simultáneamente, generando campo de conocimiento relativo a criterios de carácter general (universalidad de la hipótesis) y en situaciones diversas y diferentes a la planteada en el ítem a evaluar.
Nivel taxonómico: Creación / Evaluación	

RESULTADOS

En primer lugar, la mayoría de las respuestas están catalogadas en los niveles mínimos (0 y 1) de pensamiento abstracto y poseen un carácter mecánico, lo que permite deducir que los participantes se limitaron a transmitir deducciones básicas sobre algún experimento o hecho científico. Así mismo, carecen de índices deductivos más complejos donde se evidencie una conexión entre una hipótesis construida y su sustento teórico-didáctico, influyendo en la manera en que se utiliza el conocimiento a través de niveles cognitivos mayores. En segundo lugar, se identifica reiteradamente errores conceptuales en los diferentes aportes de los científicos y en la transición histórica entre cada uno de ellos. En tercer lugar, se evidencia una ausencia del rol de la historia de las ciencias en su

aprendizaje y proceso de construcción, ya que no se aprecian los cambios de paradigmas en torno al conocimiento del átomo o las disyuntivas (entendidas como las inconsistencias que movilizan los cambios entre uno y otro modelo) ocurridas en el ámbito científico, reflejando un tipo de ciencias asincrónica y, por ende, influyendo en la reproducción de una enseñanza de una ciencia discontinua y plana. En cuarto lugar, limitan el uso de modelos solo a comprender aspectos que no son visibles, por lo que obvian la importancia de la Naturaleza de las Ciencias en la enseñanza, sin embargo, declaran la importancia de la didáctica en la explicación de los diferentes procesos históricos en ciencias, por lo que existe un desconocimiento en la relación entre la modelización, NdC y la didáctica. Con respecto a la hipótesis de trabajo de la presente investigación, se acepta la hipótesis que establece que si puede medir el pensamiento abstracto empleando instrumento (rediseñado) en niveles progresivos desde la implementación de secuencias de trabajo en profesores de ciencia en formación con mención en Ciencias Naturales de la UMCE.

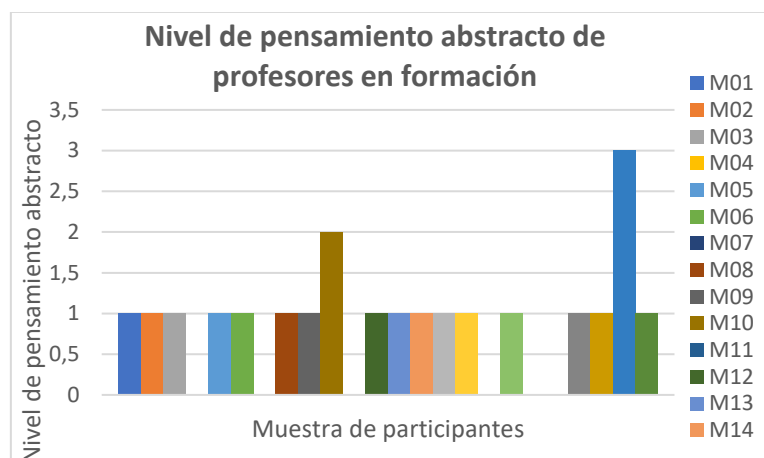


Figura 1. Nivel de pensamiento abstracto promedio de profesores en formación en ciencias. El gráfico expone el nivel de pensamiento abstracto promedio obtenido por los estudiantes. Además, la figura muestra la tendencia de los niveles de pensamiento abstracto obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2002). Un modelo para introducir la naturaleza de la ciencia en la formación de los profesores de ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 315-330.
- Bunge, M. (1997). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Chevallard, Yves (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. AIQUE, Buenos Aires.
- Delval, J. (2001). *Aprender a aprender* (p. 21). Madrid. Alhambra Longman.
- Díaz, Juan José, & Bermejo, Vicente. (2007). Nivel de abstracción de los problemas aritméticos en alumnos urbanos y rurales. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 10(3), 335-364. Recuperado en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362007000300003&lng=es&tlng=es.
- Gorodokin, I. (2006). La formación docente y su relación con la epistemología. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(5), 1-9. <https://doi.org/10.35362/rie3752691>
- Guétmanova, A. (1989). *Lógica* (p. 15). Moscú. Progreso.
- Jaramillo Naranjo, Lilian Mercedes, & Puga Peña, Luis Alberto (2016) (El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 21(2), pp. 31-55.)

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Leyton, F., Olivares-Petit, C. (2019). Niveles de abstracción en contexto de clases de Ciencias Naturales: una propuesta de seguimiento desde la didáctica y la naturaleza de las Ciencias (p. 19). Santiago.
- MINEDUC. (2012). Ministerio de Educación de Chile. Bases curriculares. Santiago, Chile. Recuperado de <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Ciencias-naturales/>
- MINEDUC. (2019). Ministerio de Educación de Chile. Currículun Nacional. Obtenido de <https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-propertyvalue-49397.html>
- OCDE (2006). PISAT M (2006). Science Competencies for Tomorrow's World Volume 1 – Analysis.
- Olivares, C., Quiroz, W., Merino, C., & Bravo, M. (2011). The urgent need for figures of merit in order to evaluate the performance of teaching and learning methodologies: constructive criticism from a scientific metrological discipline. *Quality and Quantity*, 47(1), 367-381. <https://doi.org/10.1007/s11135-011-9523-0>
- Olivares, C. (2011). Una propuesta para promover niveles de abstracción en 1ºciclo básico, fundamentado en la epistemología de las ciencias: Una experiencia exploratoria. Tesis de pregrado.
- Olivares, C., Merino, C., & Quiroz, W. (2012a). Una propuesta para la identificación, caracterización y evaluación de la abstracción en educadoras de párvulos a través del desarrollo de talleres para la promoción de competencias para la valoración de las ciencias.
- Olivares, C., Quiroz, W., & Merino, C. (2012b). Desde el estudio de la abstracción a su relación con las creencias sobre las ciencias. XI Congreso Nacional de Investigación Educativa (págs. 1-10). Mexico: UNAM. 95
- Olivares-Petit, C., Merino, C., Quiroz, W., (2013, 2014). Gowin's V as an Instrument for Systematization of Chemical Knowledge, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 116,2014, Pages 2064-2068, ISSN 1877-0428, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.520>.
- Ruiz, R. (2006). Los procesos de abstracción científica. En R. Ruiz, *Historia y evaluación del pensamiento científico* (p. 109). México.
- Villaón, J. (2009). La operación mental de la abstracción en el pensar lógico y la enseñanza directa de la misma. *Ceiba*, 8 (1), 35-52. Recuperado a partir de <https://revistas.upr.edu/index.php/ceiba/article/view/3726>
- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science education* 87: 112-143.

Evaluando el conocimiento del contenido sobre el bloque IV del currículo de Educación Primaria en el profesorado en formación

Pilar Gema Rodríguez Ortega¹, Alicia Jurado López¹, Mónica Calderón Santiago¹, Alberto Membrillo del Pozo¹

¹ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Córdoba. Dirección de correo electrónico. mrodriguez1@uco.es

RESUMEN: En este trabajo se presentan resultados preliminares y parciales de una investigación enfocada a explorar el Conocimiento del Contenido (CK) del profesorado de Educación Primaria (EP) en formación sobre el bloque IV (Materia y Energía) del currículo de la etapa. Del análisis de resultados se derivan reflexiones diversas en torno a diferentes cuestiones de interés para el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) como: la segregación disciplinar en etapas educativas tempranas, el diseño de los propios planes curriculares del Grado en Educación Primaria (GEP) y la necesidad de establecer exigencias académicas específicas para iniciar los citados estudios de grado.

PALABRAS CLAVE: conocimiento del contenido, conocimiento didáctico del contenido, didáctica de las ciencias experimentales.

ABSTRACT: This paper presents preliminary and partial results of a research focused on exploring the Content Knowledge (CK) of pre-service Primary Education teachers on block IV (Matter and Energy) of the stage current curriculum. From the analysis of results, diverse reflections are derived around different issues of interest for the area of Didactics of Experimental Sciences such as: disciplinary segregation in early educational stages, the design of the GEP's own curricular plans and the need to establish specific academic requirements to start the aforementioned degree studies.

KEYWORDS: content knowledge, pedagogical content knowledge, didactics of experimental sciences.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que han pasado más de tres décadas desde las aportaciones de Shulman (Shulman, 1986) relativas al conocimiento que debe ser considerado como básico para poder enseñar una determinada materia, todavía hoy existe un debate abierto sobre las relaciones existentes entre las diferentes dimensiones del conocimiento del profesorado. Así, en el esquema teórico propuesto por Shulman (Shulman, 1987) se distingue entre el denominado Conocimiento del Contenido (CK, del inglés *Content Knowledge*) y el denominado Conocimiento Didáctico del Contenido (PCK, del inglés *Pedagogical Content Knowledge*). El CK alude al dominio conceptual que el profesorado debe tener

con respecto al tema que pretende abordar, mientras que el PCK se refiere a la demanda disciplinar que la enseñanza de esos contenidos exige, esto es, a la aproximación didáctica que resulte más efectiva para la promoción de un aprendizaje profundo y significativo. A lo largo de los últimos años han sido muchas las investigaciones encaminadas a evaluar las relaciones existentes entre el CK y el PCK y su influencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje. De este modo, la evidencia científica parece indicar que, si bien estos constructos son distintos y, estando además íntimamente relacionados entre sí, el CK se considera un elemento necesario aunque no suficiente para el PCK (Agathangelou & Charalambous, 2021), que debería promoverse a través de rutas concretas no mutuamente excluyentes con el desarrollo puro del CK. Así, aunque el mero dominio conceptual de los contenidos a impartir no sea garantía de virtud pedagógica, sí que existe consenso respecto al hecho de que el CK sea un prerrequisito.

En el contexto de la formación inicial del profesorado y, en concreto, en Didácticas Específicas tales como la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), es tradicional la discusión entre la comunidad docente e investigadora acerca de cómo debe abordarse esta asignatura. Se distinguen así diferentes líneas de pensamiento: (1) las que defienden posturas conceptuales puras de la DCE, enfocadas en el desarrollo de contenidos disciplinares; (2) las que, asumiendo que el alumnado ya debería dominar dichos contenidos de manera previa, defienden posturas meramente didácticas de los contenidos; y (3) aquellas que, aludiendo a la conexión existente entre el CK y PCK, defiende posturas híbridas entre las dos anteriores.

En cualquiera de los casos, el CK parece un elemento importante a considerar en la DCE por varias razones. Por un lado, porque, como se ha comentado, se trata de una dimensión necesaria para alcanzar un correcto PCK (lo cual constituye el fin último de la asignatura). Y por otro, porque la naturaleza comúnmente ecléctica del alumnado repercute en que, dentro de un mismo grupo, existan niveles muy dispares de dominio conceptual de los contenidos que configuran en el currículo de Educación Primaria (EP), lo que puede suponer una barrera importante no solo al desarrollo propio de la asignatura, sino también a la promoción y consecución de los objetivos planteados en la misma.

El análisis del CK de ciencias del alumnado de Grado en Educación Primaria (GEP), además, abre la discusión en torno a diferentes cuestiones de interés para el área de DCE, tales como el sentido de la segregación según itinerarios académicos en etapas educativas previas, el diseño de los propios planes curriculares del GEP en donde puedan tener cabida asignaturas específicas de contenidos al margen de las didácticas específicas o, incluso, la pertinencia de imponer cierto tipo de exigencias académicas más allá de notas de corte para iniciar los estudios de GEP como, por ejemplo, haber cursado asignaturas de matemáticas, química, biología, física, entre otras.

OBJETIVOS

En este trabajo se aborda una investigación enfocada a responder a las siguientes preguntas: (i) ¿Qué dominio conceptual relativo a los contenidos del bloque IV del currículo de EP (Materia y Energía) caracteriza al profesorado en formación inicial?; (ii) ¿Qué implicaciones tiene dicho CK para la DCE? Así, se plantean los siguientes objetivos:

- Obtener, mediante una metodología mixta, datos que informen sobre el dominio conceptual en torno a los temas de la materia (estructura y propiedades), las mezclas y la energía en una muestra de alumnado de GEP.
- Analizar el nivel de CK del profesorado en formación inicial sobre dichos contenidos y sus implicaciones para el propio proceso de formación inicial y la futura práctica profesional.

METODOLOGÍA

Los resultados presentados fueron recogidos durante el curso académico 2020/2021 en el contexto de la asignatura “Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria” que se imparte en 3º de Grado en Educación Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. En el estudio ha participado una muestra de tamaño N=40, la cual, a través de una serie de preguntas de opción múltiple y de naturaleza abierta insertadas en la plataforma virtual del curso, ha plasmado su conocimiento previo sobre cuestiones relacionadas con la estructura y propiedades de la materia, las mezclas, la energía, sus tipos y sus transformaciones. Como se muestra en la Tabla 1, las preguntas han sido formuladas de forma contextualizada en situaciones cotidianas y ligeramente alejadas de un enfoque meramente evaluativo. Las respuestas obtenidas han sido analizadas en términos de frecuencia. El presente trabajo presenta los datos obtenidos únicamente a través de las preguntas de opción múltiple.

Tabla 1. Relación de preguntas planteadas al alumnado

PREGUNTA	Aclaración
Si tuvieras que describir a los átomos que hay en una moneda de euro, de la siguiente lista de propiedades ¿cuáles le asignarías?	
Si tuvieras un instrumento lo suficientemente potente para ver cómo es la estructura de un grano de sal por dentro, ¿qué crees que verías?	
La materia es ...	
Si añades una cierta cantidad de azúcar a un volumen dado de agua ... ¿cuál(es) de las siguientes afirmaciones explican bien el fenómeno que tiene lugar?	
Preparas una vinagreta para tu ensalada con sal, vinagre y aceite ... ¿cuál(es) de las siguientes afirmaciones explican bien el fenómeno que se produce?	
En un día caluroso pones hielo en un vaso de agua. Notas que el hielo se funde y que el agua se enfría ... ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor lo que está pasando?	
De los siguientes objetos, ¿en cuáles hay cargas eléctricas?	
¿Cuántos cables necesitas para encender una bombilla con una pila?	
	Se ofrece una lista de opciones diversas (ver sección de Resultados) entre las cuales el alumnado debía de elegir. Era posible escoger una o varias opciones. Algunas de las cuestiones planteadas iban acompañadas de imágenes asociadas, o bien con la pregunta o bien con las opciones de respuesta.

RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las siguientes figuras muestran, agrupadas por categorías, la frecuencia de las respuestas obtenidas a las preguntas que fueron planteadas y que se han descrito en la sección Metodología.

La Figura 1 recoge la frecuencia de las respuestas dadas a las preguntas del bloque sobre la materia y sus propiedades. Se seleccionaron tres cuestiones fundamentales en relación con el dominio conceptual de este bloque: (1) El concepto de materia y su límite de

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

divisibilidad; (2) la naturaleza atómica de la materia; y (3) las características de los átomos constituyentes de la materia. Con respecto a la cuestión (1) destaca el hecho de que la percepción pre-atomista, esto es, aquella que considera que cualquier porción de materia puede dividirse en fracciones cada vez más pequeñas indefinidamente sin que ello implique pérdida de identidad material (es decir, la materia como un continuo infinitamente divisible), prevalece sobre la visión atomista. Cabe mencionar aquí que, muy probablemente, de haber formulado la pregunta de forma directa, es decir, planteando abiertamente ¿cuál es la unidad fundamental constituyente de la materia?, el resultado hubiera sido distinto. La razón de esta forma de pregunta reside, precisamente, en que lo que se busca con esta cuestión es valorar si el alumnado, además de entender que la materia se constituye de átomos, comprende también que son los distintos átomos, junto con la magnitud y naturaleza de las interacciones interatómicas que se establecen en el seno de los materiales, lo que determina el tipo (i.e., la identidad) y las propiedades macroscópicas observables de la de materia o los materiales.

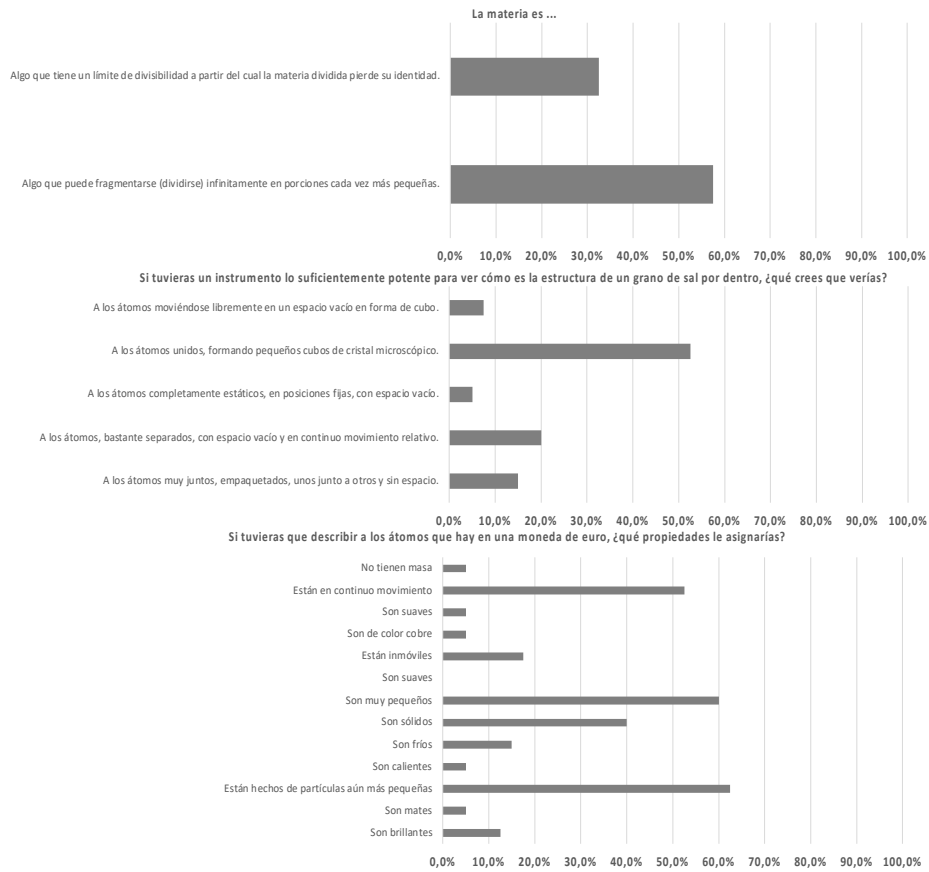


Figura 1. Preguntas y respuestas sobre la materia y sus propiedades.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

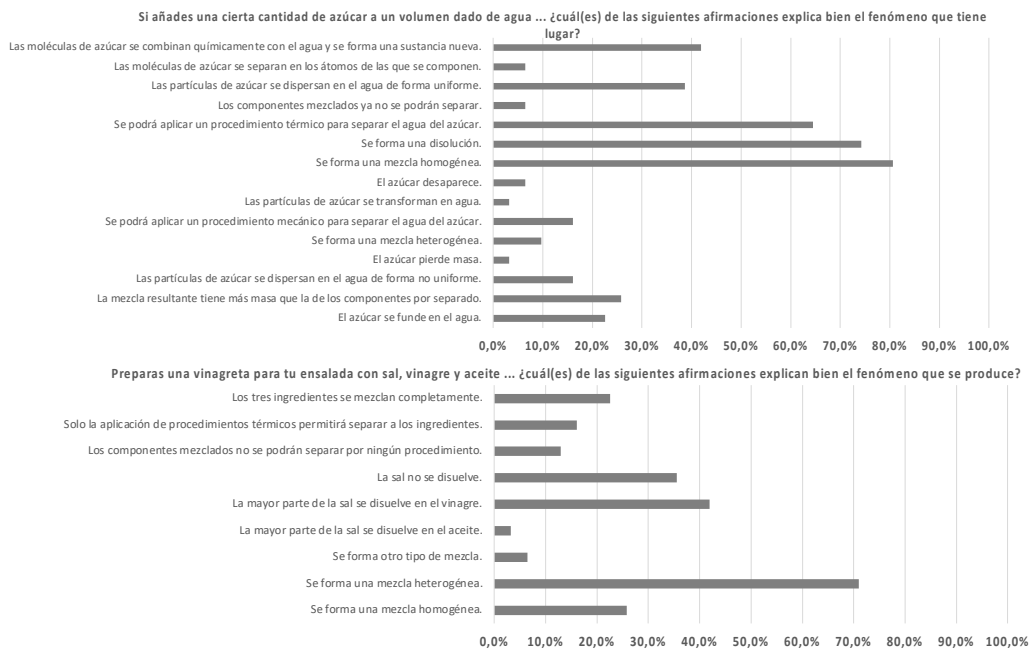


Figura 2. Preguntas y respuesta sobre las mezclas.

La Figura 2 se centra en la temática de las mezclas, incidiendo en aspectos relacionados con la solubilidad, la miscibilidad, las mezclas homogéneas y heterogéneas, así como los procedimientos de separación. En este caso, se destaca: (1) el hecho de que un porcentaje alto de respuestas consideran que en el proceso de disolución de un soluto sólido (azúcar) en agua se produce una combinación química dando lugar a sustancias nuevas; (2) que se confunde el término fundir con disolver; y (3) que se considera que la separación de los componentes de la disolución resultante puede realizarse mediante procedimientos mecánicos.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

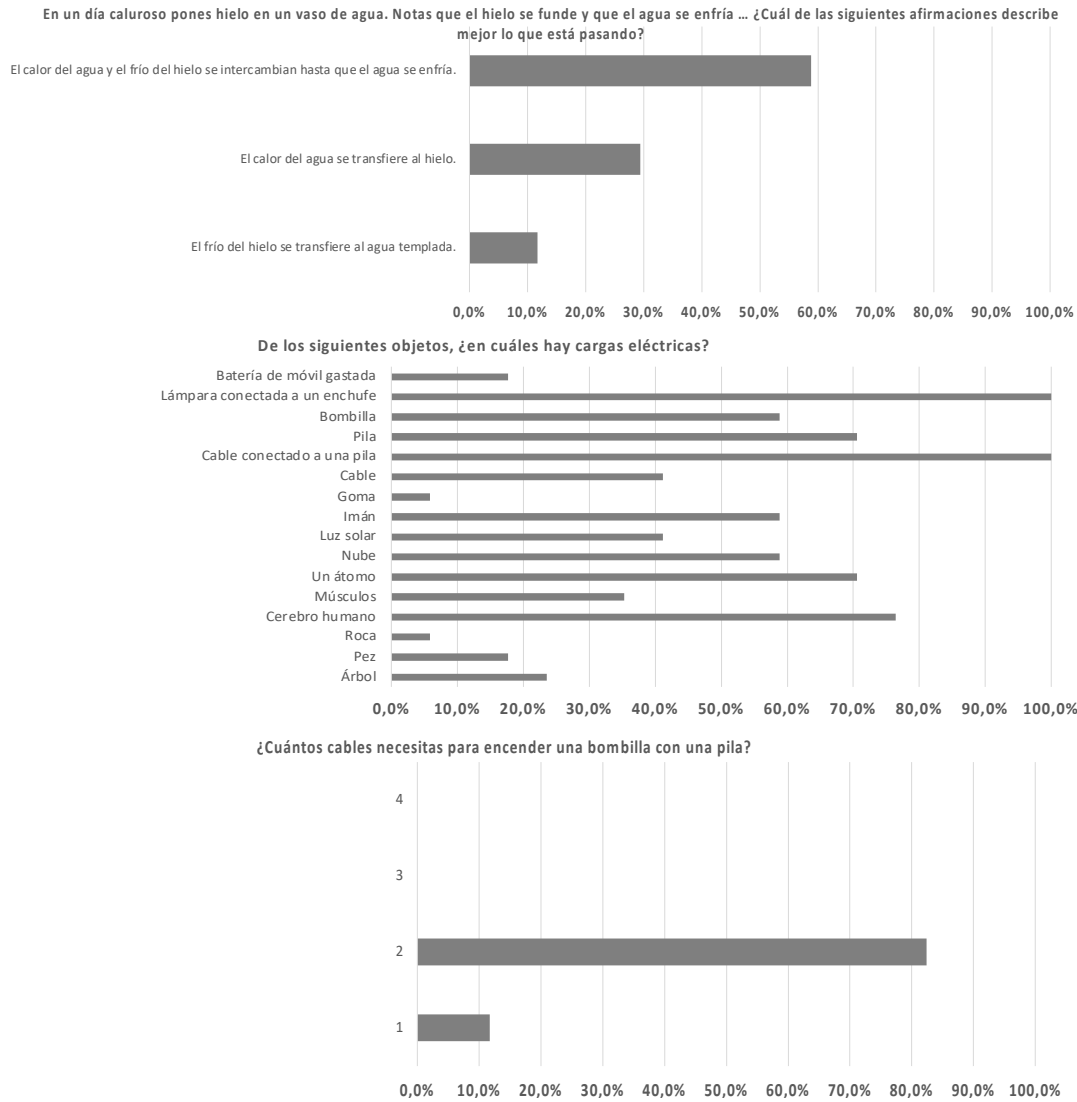


Figura 3. Preguntas y respuestas sobre la energía.

La Figura 3 se centra en la energía. En este caso las cuestiones fundamentales seleccionados en relación con el dominio conceptual de este bloque fueron: (1) el principio cero de la termodinámica; (2) la electricidad y (3) los circuitos. En relación con estos temas destaca que el alumnado considera que el intercambio energético entre dos cuerpos a diferente temperatura se establece de forma bidireccional hasta alcanzar el equilibrio térmico, lo que denota deficiencias conceptuales sobre el concepto de energía, energía térmica e, incluso, la estructura particular de la materia. Por otro lado, con respecto a la pregunta sobre las cargas eléctricas, aunque todas las opciones proporcionadas han sido marcadas por el alumnado encuestado, es reseñable que son los objetos metálicos o típicamente asociados con los fenómenos eléctricos (i.e., presencia de cargas eléctricas con corriente eléctrica – circulación de cargas), tales como pila, cable, bombilla, etc., aquellos que han recibido una mayor frecuencia de respuestas, mientras que otros (goma, roca, pez, etc.) han sido seleccionados en un porcentaje muy inferior. La última pregunta está enfocada a analizar si el alumnado entiende la física de los circuitos eléctricos y conoce los elementos necesarios para cerrar un circuito, siendo llamativo en este caso que la mayoría del alumnado considera que son necesario 2 cables para cerrar un circuito compuesto por una pila y una bombilla convencional.

Con todo lo expuesto, puede decirse que el alumnado participante en este estudio muestra deficiencias conceptuales importantes ligadas a uno de los bloques centrales del currículo de EP de Ciencias Naturales (CC.NN.). Ciertamente, si bien es cierto que sería necesaria una exploración más amplia (que abarcara un mayor número de estudiantes, durante diferentes cursos académicos y centros distintos distribuidos por el territorio nacional, así como el resto de los bloques del área de CC.NN.), si tomamos estos datos como referentes del CK del futuro profesorado de la etapa, se plantea la duda acerca de cuál es el enfoque que la asignatura de DCE debe adoptar para garantizar que el alumnado adquiera las competencias propias según la memoria RUCT, y, por ende, el deseable PCK, para esta asignatura como, por ejemplo:

- CE1. Saber aplicar adecuadamente a la práctica educativa el conocimiento sobre 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.
- CE2. Diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro de educación primaria.
- CE13. Reflexionar sobre las metodologías en el aula para innovar y mejorar la labor docente en la educación primaria, fomentando actitudes positivas hacia modelos de enseñanza por indagación centrados en el estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agathangelou, S. A. y Charalambous, C. Y. (2021). Is content knowledge pre-requisite of pedagogical content knowledge? An empirical investigation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24 (5), 431–458. <https://doi.org/10.1007/s10857-020-09466-0>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://definicion.de/computo/>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1–23. <http://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>

Evolución de los conocimientos de los estudiantes de Magisterio acerca del suelo tras su desarrollo en el aula

Inés Torres Payá¹, Eugenia García García², Alberto Muñoz Muñoz³, Blanca Ana García Yelo⁴, Elena García Buitrago⁵

¹Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP, UCM. mariaint@ucam.es.

²Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP, UCM. euggarci@ucm.es

³Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP, UCM. albemuno@ucm.es.

⁴Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP, UCM. bgyelo@ucm.es.

⁵Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP, UCM. Egar03@ucm.es.

RESUMEN: El presente trabajo expone los resultados que se han recogido tras impartir el tema del suelo en el aula de estudiantes de Magisterio y realizar experiencias sencillas de laboratorio que permitieran completar las explicaciones de clase, para así dar una visión más completa de la composición, formación y función del suelo, incidiendo también en las cuestiones relacionadas con el ecosistema suelo, como son los organismos que en él habitan, la función que realizan, las cadenas tróficas o las transformaciones de la materia orgánica. Tras haber analizado previamente los conocimientos que poseían los estudiantes sobre este tema, se ha podido realizar después un estudio comparativo, comprobando que los conocimientos sobre el suelo habían mejorado lo cual contribuirá a desarrollar conductas de mejora y cuidado del medio ambiente.

PALABRAS CLAVE: Suelo, microorganismos, ecosistema, Magisterio

ABSTRACT: The present work presents the results that have been collected after teaching the subject of soil in the classroom of students and carrying out simple laboratory experiences that allow completing the class explanations, in order to give a more complete view of the composition, formation and function of the soil, also focusing on issues related to the soil ecosystem, such as the organisms that inhabit it, the function they perform, the chains trophic or transformations of organic matter. . After having previously analyzed the knowledge that the students possessed on this subject, a comparative study was then carried out, verifying that knowledge about the soil had improved, which will contribute to developing behaviors to improve and care for the environment.

KEYWORDS: Soil, microorganisms, ecosystem, Pre-service Teachers

INTRODUCCIÓN

La carta de la Tierra se publicó en el año 2000 y en ella se declaran unos principios éticos fundamentales para construir una sociedad global justa, sostenible y pacífica, haciendo hincapié en la adquisición de prácticas sostenibles y de cuidado del medio ambiente. Es la integridad ecológica uno de sus principios fundamentales. Posteriormente La Asamblea General de la ONU declaró 2015 el Año Internacional de los Suelos, con la intención de concienciar a la Sociedad de la gran importancia del suelo para la vida humana, para la seguridad alimentaria, para el cambio climático y para el mantenimiento de los ecosistemas, en definitiva para el desarrollo sostenible, puesto que los suelos producen de forma directa o indirecta el 95% de los alimentos y sostienen la mayor biodiversidad del planeta. También la FAO advierte que el suelo es un recurso finito, por lo tanto su pérdida o su degradación no son recuperables en el transcurso de la vida humana.

JUSTIFICACIÓN Y MARCO TEÓRICO

El suelo es un recurso esencial, en él se producen la mayoría de los alimentos. También proporciona el espacio para el desarrollo de la vida de los seres humanos, abastece de agua, regula el clima, conserva la biodiversidad, etc. Sin embargo los suelos están sometidos a una presión excesiva por el alto crecimiento poblacional lo que lleva a una mayor necesidad de productos alimentarios u otras materias primas (fibras, productos farmacéuticos), de lugares de asentamiento, de uso de combustibles, creando una competencia por el uso del suelo que ha llevado a una degradación progresiva y en muchos lugares de difícil recuperación.

Como ciudadanos responsables hemos de reconocer nuestro papel en el cuidado del medio ambiente y en este caso también conocer cómo nuestras actividades pueden dañar este recurso frágil; se considera que la fertilidad de más del 50% de los suelos de nuestro planeta está en peligro. Prager y Curfs (2016) realizan un gran repaso de los distintos trabajos relacionados con la degradación de los suelos, la gravedad de ésta en todo el mundo, la realidad sociocultural, la difícil percepción por la ciudadanía y la falta de toma de decisiones por parte de las instituciones y políticos. La percepción de esta degradación difiere enormemente entre los distintos sectores de la sociedad.

La enseñanza en los centros escolares parece la única respuesta a esta concienciación. Reyes-Sánchez (2006) argumenta y profundiza sobre la necesidad de desarrollar una conciencia colectiva para proteger y preservar el suelo, y esto pasa por enseñar la ciencia del suelo desde infantil y mantener esta enseñanza en todos los niveles preuniversitarios. *“La enseñanza de esta ciencia, vinculada de forma interdisciplinar a toda la currícula básica, es una prioridad que debemos constituir en estrategia y garantía de futuro”* (Reyes-Sánchez 2012, p. 90), pues es la única vía de alcanzar la sostenibilidad y la solidaridad que asegurará la alimentación a nivel mundial. Adewopo et al. (2014) recoge las cuestiones prioritarias en la investigación del suelo en este siglo 21 y pretende reivindicar así el reconocimiento de la Ciencia del Suelo, promoviendo la investigación del suelo desde diferentes disciplinas.

A pesar de las diversas iniciativas de los últimos años a favor de la enseñanza del suelo no parecen suficientes las investigaciones acerca de las ideas de los estudiantes sobre este tema. Happs ya en 1981 indaga sobre estas ideas, y observa que los estudiantes ven al suelo como una superficie sobre la que el ser humano se desplaza. Fernández, Sesto y

García-Rodeja (2017) investigaron sobre los modelos mentales de alumnos de 4ºESO acerca del suelo y clasificaron estos modelos entre tres tipos: el modelo de suelo primigenio, el geológico y el ecológico.

Más frecuentes son las investigaciones sobre los conocimientos de los estudiantes relacionados con los procesos de descomposición de la materia orgánica en el suelo y los ciclos biogeoquímicos. Los estudiantes muestran un gran desconocimiento sobre estos procesos, asumen a la materia orgánica descompuesta como un fin irremediable sin reflexionar en los procesos y en los intervinientes en dichos procesos (Ero-Tolliver, Lucas y Schauble, 2013 y Çetín, 2007). A menudo les resulta difícil relacionar los procesos biológicos y químicos en la degradación de los restos orgánicos (Laurel et al. 2011).

Muchos autores han señalado que los principios y conceptos de la Ecología son los pilares básicos para la educación de la ciudadanía, Berkowitz et al., (2005), Fernández y Casal (1995), entre otros. Que se adquieran unos conocimientos que permitan al ciudadano interpretar lo que acontece en su entorno y actuar de forma responsable se hace necesario desde edades tempranas. Es la llamada *alfabetización ecológica* que se puede definir como la capacidad de comprender los ecosistemas, su organización y funcionamiento para comprender mejor los problemas ambientales y crear una sociedad más sostenible (Berkowitz, Ford y Brewer, (2005); Capra, (1995)). Entender el ciclo de la materia conlleva entender el proceso de descomposición, que la materia se transforma, no desaparece. Para Bell-Basca, Donis y Shaw (2000) las dificultades que presentan los estudiantes sobre este tema se deben a las ideas preconcebidas o patrones causales que tratan de aplicar para explicar el funcionamiento de los ecosistemas. Para explicar el funcionamiento de un ecosistema es necesario aplicar razonamientos más complejos. En los que se vayan concatenando y propagando los efectos a partir de una causa.

Creemos que los futuros docentes deberían considerar al suelo como un recurso vital, tanto para el ser humano como para los ecosistemas y al mismo tiempo percibirlo como un recurso didáctico con el que aprender y enseñar de forma multidisciplinar. Por todo esto, el principal objetivo de este trabajo es comprobar si existe una mejora en los conocimientos que los estudiantes de Magisterio tienen sobre el suelo, después de haber realizado un seminario/taller formativo acompañado de experiencias prácticas.

METODOLOGÍA

Durante el curso 2020-2021 se realizó un estudio de conocimientos previos sobre el suelo, mediante cuestionarios de respuesta cerrada, en el que participaron 262 alumnos de Magisterio de Primaria e Infantil de la Facultad de Educación-CFP (UCM). El análisis de resultados de estos cuestionarios nos permitió comprobar los escasos conocimientos que poseían estos estudiantes sobre el suelo, detectando errores importantes que, de no remediarlo se los transmitirán después a los niños en un futuro; de ahí nuestra propuesta de que se incluya el tema del suelo en el currículum.

Tras analizar estos cuestionarios se procedió a trabajar en clase con 75 alumnos pertenecientes a diferentes grupos a través seminarios/talleres formativos, explicando los contenidos expuestos en la tabla 1, profundizando sobre el conocimiento del suelo y se realizaron algunas actividades prácticas como la observación de microorganismos, la

comprobación de materia orgánica en el suelo, la identificación de diferentes suelos, permeabilidad, etc.

Tabla 1. Contenidos trabajados en el seminario

BLOQUES TEMÁTICOS	CONCEPTOS	OBJETIVOS
EL SUELO	<ul style="list-style-type: none"> . ¿Qué es el suelo? . ¿Cómo se forma el suelo? . ¿Cuál es su composición . ¿Cuándo se formaron? 	<ul style="list-style-type: none"> . Comprender la naturaleza del suelo e identificar los componentes . Reconocer los procesos y el tiempo de formación
LOS SERES VIVOS DEL SUELO	<ul style="list-style-type: none"> . Los microorganismos del Suelo. Bacterias y hongos . Autótrofos y heterótrofos . Procariota y eucariota . Mesofauna 	<ul style="list-style-type: none"> . Conocer los organismos del suelo y sus funciones en el ecosistema . Distinguir las bacterias y los hongos por su estructura celular y su nutrición
LAS CADENAS TRÓFICAS Y LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS	<ul style="list-style-type: none"> . El ciclo de la materia . Las cadenas tróficas . Transferencia nutrientes . La mineralización . La humificación 	<ul style="list-style-type: none"> . Entender el ciclo de la materia y el movimiento de los nutrientes . Realizar las cadenas tróficas . Comprender la mineralización y la humificación de la materia orgánica

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Bloque 1: El suelo. En este bloque hemos introducido preguntas generales sobre el suelo como *¿qué es el suelo?*, *¿Cuál es la composición del suelo sin contar los seres vivos?* o *¿cuál es la edad del suelo?*, en todas ellas los resultados han mejorado tras haber trabajado en clase los contenidos correspondientes. En el caso de *¿qué es el suelo?* se ha pasado del 78,62 % al 84,72 % de respuestas correctas (fig. 1a), es más llamativo el aumento en el caso de la composición del suelo sin contar los seres vivos, pues se ha pasado del 29,38% al 84,72 % (fig. 1b). En el caso de la edad del suelo se ha pasado del 31,29% de respuestas correctas al 68,05%, se ha duplicado (fig. 1c).

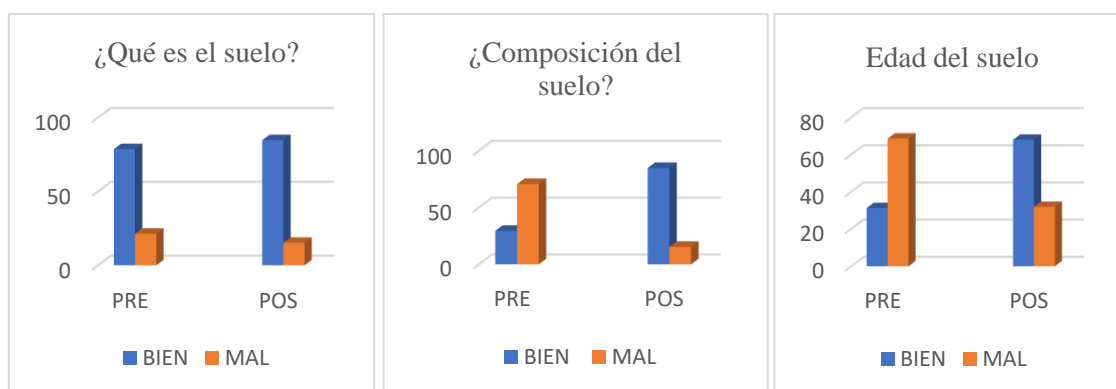


Figura 1: Resultados del Bloque 1 (a, b, c)

Sin embargo, en cuanto a la formación de los suelos, no ha habido ninguna mejora aún después de haber trabajado estos conceptos en clase (meteorización y transformación orgánica) ya que el 65,27% sigue considerando que el suelo se forma por la erosión y sedimentación de materiales, es decir consideran su procedencia alóctona y descartan la acción de los seres vivos como generadores/modificadores del suelo.

Bloque 2: Hemos recogido aquí las preguntas relacionadas con los seres vivos del suelo. En primer lugar se ha preguntado sobre la importancia del suelo para los microorganismos, los vegetales y los animales que en él viven.

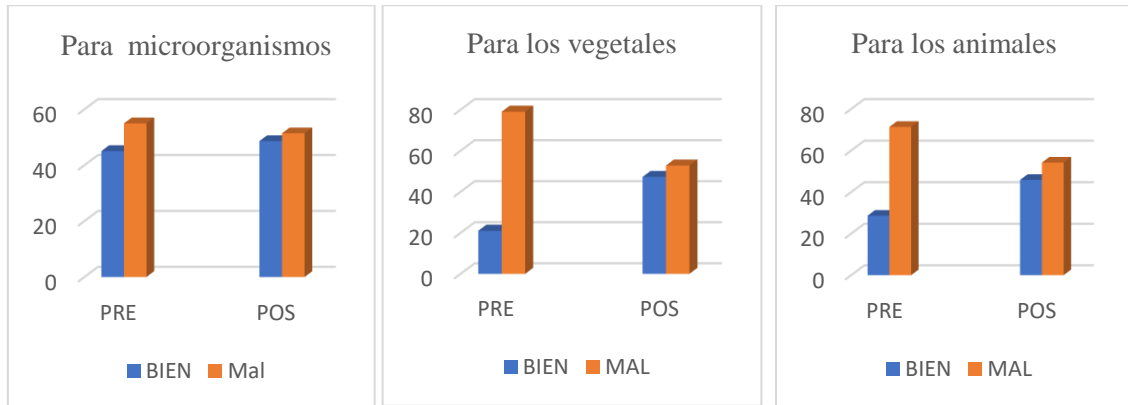


Figura 2. Importancia del suelo para: a) microorganismos, b) vegetales y c) animales

En ninguno de los tres casos se ha llegado a un 50% de respuestas correctas (fig. 2a, b, c). Hay una fracción importante de estudiantes que considera que los microorganismos obtienen materia inorgánica del suelo, esto nos lleva a la reflexión sobre la falta de conocimientos biológicos básicos como organismos autótrofos y heterótrofos, o el tipo de nutrición. En el caso de los vegetales algunos no consideran el CO_2 como nutriente que extraen del aire y en el caso de los animales suponen que se alimentan solo de vegetales.

Se preguntó así mismo sobre la función que realizan los llamados *ingenieros del suelo* mejorando significativamente, de un 38,54% a un 84,72 %, esto indica que los han reconocido como aireadores. En el caso de la función de los microorganismos ha habido una gran mejoría (del 27,48% al 58,33%, fig. 3a) aunque todavía hay casi un tercio que considera que transforman la materia inorgánica en orgánica, como ya señalábamos en el bloque anterior. Hemos de resaltar la gran mejoría en el conocimiento de las características de los microorganismos ya que se ha pasado del 15,26% de respuestas correctas al 70,83% (fig. 3b). Sin embargo esto contradice los resultados anteriores lo que viene que sigue habiendo confusión en los conceptos autótrofo y heterótrofo.

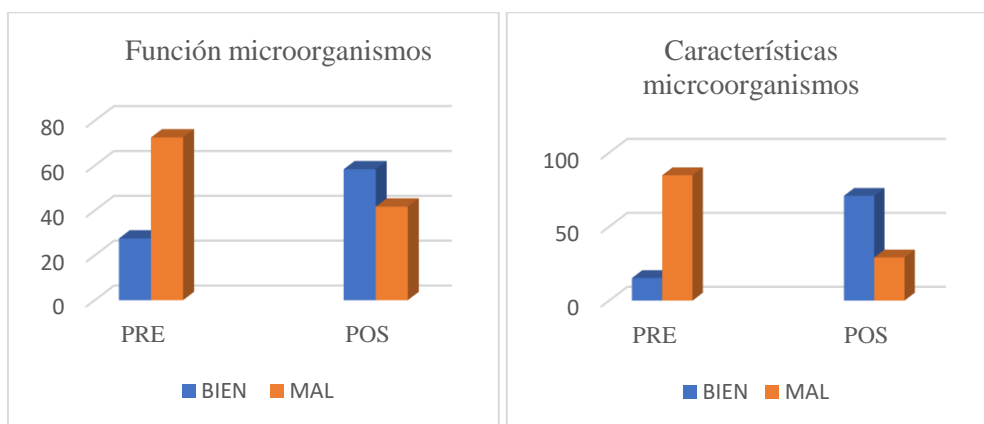


Figura 3. a) Función de los microorganismos b) Características de los microorganismos

Bloque 3: Se trabajan en este bloque los biogeoquímicos haciendo hincapié en el paso de los nutrientes de unos organismos a otros con la consiguiente transformación llevada a cabo. Se realizaron numerosas cadenas tróficas y se explicó la mineralización y la humificación. Un 80,55% de los estudiantes ordenaron correctamente los eslabones de una cadena trófica del suelo, frente a 46,94% que lo había hecho antes.

La mineralización y la humificación fueron los siguientes conceptos preguntados y resulta llamativo las diferencias encontradas en los resultados de ambas cuestiones, en el caso de la humificación se ha pasado de un 43,12 % de respuestas correctas a un 93,05% (fig. 4a), casi la totalidad ha entendido que la humificación es la creación de humus a partir de restos de seres vivos, mientras que en la mineralización se ha pasado sólo del 15,26% al 27,77% (fig. 4b), las respuestas elegidas en mayor número han sido las referidas a la formación de minerales a partir de roca madre. ¿Qué es lo que lleva contestar bien una de las preguntas y mal la otra cuando se han explicado de la misma forma y en el mismo momento?

Este trabajo nos ha permitido reflexionar sobre las carencias científicas que poseen muchos de nuestros estudiantes, futuros docentes. El introducir el tema del suelo de forma multidisciplinar y con metodologías activas ampliará sus conocimientos científicos y supondrá una mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Ambiental y para la Sostenibilidad.

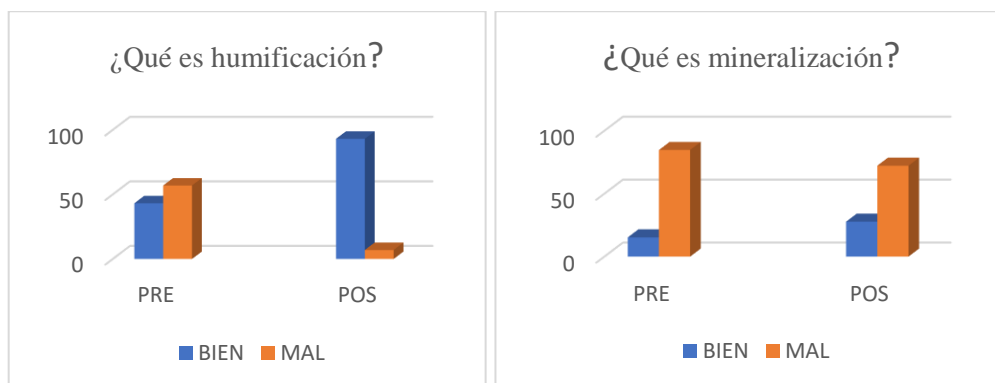


Figura 4 a) ¿Qué es la humificación? b). ¿Qué es la mineralización?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adewopo, J.; VanZomeran, C.; Bhomia, R.; Almaraz, M.; Bacon, A.; Eggleston, E.; Judy, J.; Lewis, R.; Lusk, M.; Miller, B.; Moorberg, C.; Snyder, E.H. y Tiedeman, M. (2014). Top-Ranked Priority Research Questions for Soil Science in the 21st Century. *Soil Science Society of America*, 78(2), 337-347.
- Berkowitz, A. R., Ford, M. E. y Brewer, C. A. (2005). A framework for integrating ecological literacy, civics literacy, and environmental citizenship in environmental education. E. Johnson y M. Mappin (Eds.), *Environmental education and advocacy: Changing perspectives of ecology and education* (227-266). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bell-Basca, B., Grotzer, T. A., Donis, K. y Shaw, S. (2000, abril). Using domino and relational causality to analyze ecosystems: Realizing what goes around comes around. *Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*, Nueva Orleans.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Çetín, G. (2007). English and Turkish pupils' understanding of decomposition. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8 (2), article 5. 24 pág.
- Capra, F. (1995). *The web of life: A new synthesis of mind and matter*. Londres: Harper Collins.
- Ero-Tolliver, I., Lucas, D y Schauble, L. (2013). Young Children's Thinking About Decomposition: Early Modeling Entrees to Complex Ideas in Science. *Res Sci Educ.* 43, 2137–2152
- Fernández, A.; Sesto, V. y García-Rodeja, I. (2017) Modelos mentales de los estudiantes de secundaria sobre el suelo. *Enseñanza de las Ciencias*, 35.2, 127-145
- Fernández, R. y Casal, M (1995). La enseñanza de la ecología: Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 295-312
- Happs, J. C. (1981). Soils. *Science Education Research Unit. Working Paper 201*. New Zealand: Waikato Univ. Hamilton.
- Laurel M. Hartley, Brook J. Wilke, Jonathon W. Schramm, Charlene D'Avanzo, and Charles W. Anderson. (2011). College Students' Understanding of the Carbon Cycle: Contrasting Principle-based and Informal Reasoning. *BioScience* 61, 65–75.
- Prager, K. y Curfs, M. (2016). Using mental models to understand soil management. *Soil Use and Management*, 32,36–44.
- Reyes-Sánchez, L. B. (2006). Enseñanza de la ciencia del suelo en el contexto del desarrollo sustentable. *Terra Latinoamericana*, 24 (3), 431-439.
- Reyes-Sánchez, L. B. (2012). Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro. *Spanish Journal of Soil Science*, 2(1), 87-99. DOI: 10.3232/SJSS.2012.V2.N1.07

Grado de aceptación de ideas “no científicas” entre el alumnado de Magisterio

Blanca A. García Yelo¹, Elena García Buitrago², Eugenia García García³.

¹Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. UCM. bgyelo@ucm.es.

²Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. UCM. Egar03@ucm.es.

³Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. UCM. euggarci@edu.ucm.es.

RESUMEN: El presente trabajo analiza el grado de aceptación de las pseudociencias (categorías: Ámbito de la Salud, Geología, Alimentación o Biología) entre el alumnado de la Facultad de Educación - CFP, UCM. Para ello, se realizó una encuesta a, aproximadamente, 390 alumnos de tres Grados y Dobles Grados impartidos en dicha facultad. El cuestionario constaba de varias preguntas, 30 de ellas planteadas como afirmaciones con las que el alumnado debía indicar si estaba nada, poco, algo o muy de acuerdo. Además, se les preguntó también por el grado de preferencia sobre diversas fuentes de información. Los resultados muestran una preocupante aceptación de varias ideas pseudocientíficas por parte del alumnado encuestado, en todos los ámbitos analizados, siendo más críticos con las afirmaciones relacionadas con la salud. Finalmente, si bien el alumnado reconoce hacer uso de diversas fuentes de información, son familiares y amigos, junto con fuentes científico-técnicas las que consultan más habitualmente.

PALABRAS CLAVE: Magisterio, pseudociencias, fuentes de conocimiento, espíritu crítico.

ABSTRACT: In this study we analyze the level of acceptance of pseudoscience (topics in Healthcare, Geology, Nutrition or Biology) among the students from School of Education, UCM. To do so, 390 students from three different bachelor's degrees were surveyed. The test comprises several questions, 30 of them expressed as statements with which the students must indicate the degree of acceptance (completely disagreed, partially disagreed, partially agreed, completely agreed). The preference over several sources of knowledge was also questioned. The results show an alarming tendency to accept as true several pseudoscientific ideas among the students in all analyzed topics, with higher levels of criticism with those statements related to healthcare. Finally, although the students select several sources, family, and friends, together with technical scientific sources, arise as the main origin of their knowledge.

KEYWORDS: Education degree, pseudoscience, sources of knowledge, critical thinking.

INTRODUCCIÓN

Marco Teórico

En el mundo actual, la ciencia y la tecnología son herramientas fundamentales para el avance y desarrollo de nuestra sociedad. La alfabetización científica es, por lo tanto, de vital importancia para formar ciudadanos críticos, con capacidad para tomar decisiones basadas en la evidencia y la fundamentación científica, como indican numerosos estudios previos (Gil Pérez & Vilches Peña, 2006; Rivadulla-López et al., 2021), y que aparece recogido en la Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico de la UNESCO que tuvo lugar en Budapest:

Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad, así como las capacidades de razonamiento y las competencias prácticas y una apreciación de los principios éticos, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos. (1999, Anexo I - pág. 5)

Uno de los principales escollos en este proceso de adquisición de conocimientos son las denominadas ideas pseudocientíficas: muchos ciudadanos mantienen creencias o ideas erróneas o directamente opuestas a la realidad científica probada y contemplada en el currículo educativo. Son precisamente los centros escolares los pilares fundamentales en los que deberían cimentarse el desarrollo y adquisición de contenidos científicos básicos.

¿Qué ocurre entonces? ¿Por qué parece que las ideas pseudocientíficas están cada vez más extendidas en nuestra sociedad, se hacen más visibles? El acceso a la información de forma inmediata, a través de dispositivos móviles, se ha convertido en un recurso al alcance de todo el mundo. Esa inmediatez y la elevadísima presencia en nuestras vidas de las redes sociales hace que el desarrollo de un pensamiento crítico, de una actitud que cuestiona los datos, artículos o directamente bulos que aparecen en nuestra pantalla sea de enorme importancia para no caer en engaños (Ripoll Gómez, 2020; Jiménez-Tolentino, 2012) que pueden llegar incluso a tener un efecto directo en nuestra salud, como se ha visto por ejemplo en la reciente situación con el SARS COVID19.

Numerosos estudios confirman que la persistencia de preconceptos, ideas erróneas o pseudocientíficas está preocupantemente extendida entre docentes (Solbes Matarredonda et al., 2018; Gulizia & Zazulie 2012; Ripoll Gómez 2020) e incluso aparecen actitudes negativas o de rechazo hacia la ciencia (Rivadulla-López et al., 2021) lo que parece deberse en parte a una falta de confianza en su capacidad para impartir contenidos relacionados con esta.

Objetivos

Dada la influencia que van a tener los docentes en formación en la educación de futuros ciudadanos y en el desarrollo de su espíritu crítico y analítico, es fundamental que sean capaces de identificar ideas erróneas y preconceptos, que sepan razonar y aplicar los conocimientos científicos necesarios para ello. En su proceso de formación debería ser, por lo tanto, un punto fundamental el conocer la presencia de ideas pseudocientíficas, y trabajar sobre ellas con herramientas adecuadas, que fomenten en ellos aquellas habilidades que se pretende que transmitan a su futuro alumnado, procurando establecer

una relación directa con la realidad que les rodea, con fenómenos observables y comprobables (Pozo, 1996; Núñez et al., 2007; de Budapest, 1999).

Este trabajo trata de determinar el grado de aceptación de ideas pseudocientíficas por parte del alumnado de la Facultad de Educación – CFP, de la Universidad Complutense de Madrid, así como esclarecer cuáles son las fuentes de información que consultan con mayor asiduidad.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

Alumnado objeto de estudio

Entre el perfil académico del estudiantado encuestado en el momento en el que se recabaron los datos encontramos que, con un total de 386 alumnos encuestados (82,% mujeres, 17,6% hombres y 0,3% otro), estos cursaban 4 asignaturas diferentes (Conocimiento del Medio Natural, 14,5%; Fundamentos y Didáctica de la Alimentación, 11,7%; Fundamentos y Didáctica de la Química y la Geología, 44,3%; Fundamentos y Didáctica de la Biología, 29,5%), de 4 grados/dobles grados distintos (Maestro en Educación Primaria, Maestro en Educación Infantil; Maestro en Educación Infantil y Primaria y Maestro en Educación Infantil y Pedagogía), y con unos estudios preuniversitarios que varían entre un perfil académico (Bachillerato de Ciencias; 17%; Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales, 80,9%) y un perfil profesional (Formación Profesional de Grado Superior, 2,1%).

Test de conocimientos pseudocientíficos

Para realizar el presente estudio, se desarrolló un cuestionario con un total de 36 preguntas (tabla 1) basadas en el análisis de trabajos previos que estudian el impacto de las pseudociencias en la sociedad actual (Pozo, 1996; Fernández Rivera y Sanjosé López, 2007; Ripoll Gómez, 2020), así como en la propia experiencia docente de las autoras. El cuestionario está disponible en el siguiente [enlace](#).

Las preguntas del cuestionario se han agrupado, a su vez, en siete categorías diferentes. Las primeras preguntas eran de índole demográfica (categoría demográfica). Después encontramos aquellas preguntas agrupadas en cuatro categorías relacionadas con las materias matriculadas por el alumnado durante el presente curso 2021-2022 (Ámbito de la Salud, Geología, Alimentación, Biología). Además, el cuestionario incluye también una serie de preguntas de un ámbito ajeno al de las materias cursadas por el alumnado (categoría Otros), y una pregunta que permite identificar cuáles son las fuentes de información preferentes consultadas por el grupo en estudio (familia y amigos, textos y fuentes científico-técnicas, medios de comunicación y redes sociales).

Cabe destacar que dichas preguntas se plantearon como afirmaciones, lo que permite analizar el grado de aceptación de diversos conceptos erróneos y relacionados con las pseudociencias. El estudiantado podía expresar el grado de conformidad con dichas afirmaciones entre “muy de acuerdo” y “muy en desacuerdo” (valoración de 1 a 4). Así, el alumnado que indicaba estar muy de acuerdo con la afirmación (valor 4), admitía como correctas aseveraciones erróneas.

En dos de estas categorías se incluyeron también una serie de preguntas control, tres en total, cuyas afirmaciones son correctas (preguntas 19 “*La teoría científica de la evolución es la que ofrece una mejor explicación para la variedad de especies que habitan la*

Tierra”, 21 “*Utilizamos prácticamente el 100% de nuestra capacidad cerebral*” y 29 “*Si no fuera por el efecto invernadero, no habría vida en la mayor parte de la Tierra*”). En este caso, el alumnado que indicaba estar muy de acuerdo con la afirmación (valor 4), admitía como correctas aseveraciones correctas. El objetivo de incluir preguntas cuyas afirmaciones fuesen correctas fue el de reducir un posible efecto “patrón”, que podía provocar que el alumnado detectara en el test una tendencia a plantear afirmaciones erróneas, e indicase de forma mecánica estar en desacuerdo.

Análisis del grado de aceptación de teorías pseudocientíficas

Este trabajo se centra en analizar los siguientes puntos:

- Qué afirmación o afirmaciones erróneas son más aceptadas por el alumnado encuestado, y con cuáles es este más crítico.
- En qué categorías se obtienen peores/mejores resultados.
- Cuáles son las principales fuentes de información que maneja el alumnado.

Los dos primeros puntos se analizaron de manera directa, observando los porcentajes totales de alumnado que estaba de acuerdo/muy de acuerdo (valores mayores de 2) de cada pregunta, así como calificaciones promedio de los diferentes grupos en las distintas categorías analizadas. Por su parte, observando los porcentajes de cada tipo de fuente seleccionada podemos detectar cuál es la fuente preferente consultada por el alumnado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conceptos pseudocientíficos más aceptados por el alumnado

La tabla 1 recoge el porcentaje de alumnado que afirma estar de acuerdo o muy de acuerdo con afirmaciones fundamentadas en conceptos pseudocientíficos, para cada una de las preguntas planteadas en el test. En negrita se marcan aquellas preguntas cuyos resultados superan el 30% del alumnado de acuerdo o muy de acuerdo con dichas afirmaciones (en negrita y subrayadas cuando el porcentaje supera el 50%).

Como se puede observar, la gran mayoría de las afirmaciones planteadas es asumida como cierta por un elevado porcentaje del estudiantado, destacando sobre el resto las preguntas 17. “*El uso de aditivos químicos en los alimentos tiene efectos perjudiciales para la salud*” y 20. “*Los seres vivos son capaces de modificar sus características para adaptarse al medio que habitan, y estas modificaciones son heredadas por sus descendientes*”, con más del 80% del alumnado afirmando considerar correctas dichas afirmaciones. Este resultado coincide con las tesis defendidas por Fernández Rivera y Sanjosé López (2007), que afirman que un elevado porcentaje del alumnado apoya ideas lamarkistas. Sólo con la afirmación de la pregunta 3. “*Hay niños que han desarrollado autismo después de recibir la vacuna triple vírica*” es el alumnado más crítico, con tan sólo un 7,8% de las y los estudiantes que muestran estar de acuerdo con dicha afirmación.

La figura 1A resume la mediana de las calificaciones obtenidas por el alumnado de cada uno de los grupos (materias cursadas recientemente) analizados, en cada una de las categorías de preguntas propuestas, así como la mediana de los resultados para todo el alumnado.

Tabla 1. Porcentaje del alumnado que indica estar de acuerdo o muy de acuerdo con las afirmaciones presentadas en el test. La numeración se corresponde con la existente para cada una de las preguntas del test.

CATEGORÍA DE LAS PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO				
AMB. SALUD	GEOLOGÍA	ALIMENTACIÓN	BIOLOGÍA	OTROS
1. 18,13%	7. 61,66	12. 28,24%	18. 12,18%	24. 49,48%
2. 19,69%	8. 39,90	13. 31,35%	19. 12,95%	25. 49,48%
3. 7,77%	9. 59,84%	14. 45,60%	20. 83,68%	26. 40,93%
4. 16,84%	10. 51,55%	15. 46,89%	21. 69,95%	27. 42,75%
5. 27,72%	11. 46,37%	16. 38,86%	22. 52,33%	28. 44,82%
6. 29,27%		17. 80,83%	23. 48,7%	29. 43,52%
				30. 52,33%

Las calificaciones de la mayoría de los grupos oscilan, para todos los ámbitos, entre los 2,1 y 2,5 puntos, indicando que el alumnado está moderadamente de acuerdo con las afirmaciones erróneas o pseudocientíficas propuestas. Como se puede observar, los mejores resultados (mayor grado de desacuerdo con las afirmaciones propuestas) para todos los grupos se obtienen en aquellas cuestiones relacionadas con las vacunas (Ámbito de la Salud), siendo las preguntas de corte geológico las que peores resultados arrojan (afirmaciones con las que el alumnado está más de acuerdo), a excepción del conjunto de estudiantes que cursaron este año la materia de Fundamentos y Didáctica de la Geología. También se observa como es el alumnado de la materia Fundamentos y Didáctica de la Alimentación (D.G. Infantil – Primaria) el que, de forma general, mejores calificaciones obtiene, seguido por los grupos T1 y T6 de Fundamentos y Didáctica de la Química y la Geología (D.G. Infantil – Primaria y Grado Primaria), siendo el alumnado de Conocimiento del Medio Natural (D.G. Infantil – Pedagogía) el que cuenta con las peores calificaciones.

Figura 1. A) Mediana de las calificaciones, por grupo, obtenidas por el alumnado objeto de estudio, para cada una de las categorías de preguntas analizadas. B) Grado de preferencia sobre diversas fuentes de información por parte del alumnado encuestado, indicado por el porcentaje de alumnado que recurre a cada tipo de fuente habitualmente (casi siempre), esporádicamente (a veces) o nunca. *Familia*: familia y amigos; *Fuentes C-T*: textos y fuentes científico-técnicos; *MMCC*: medios de comunicación; *RRSS*: redes sociales.

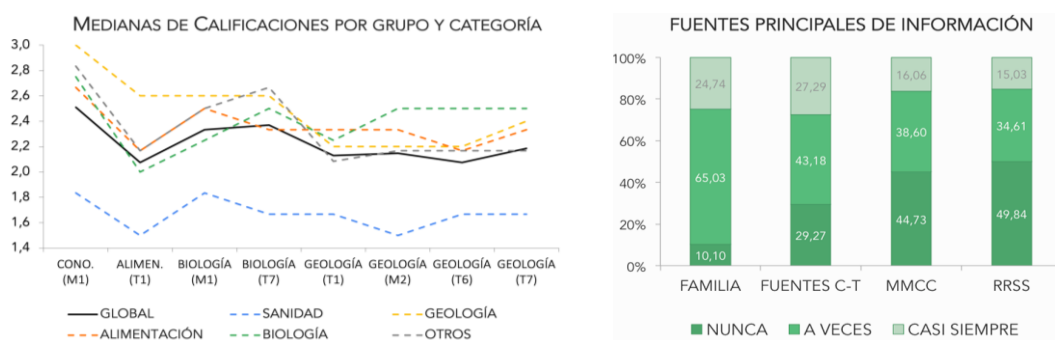


Figura 1. A (izquierda) y B (derecha)

Finalmente, la figura 1B resume el grado de preferencia del alumnado sobre diferentes fuentes de información posibles. El alumnado emplea todas las fuentes de información disponibles, pero con diferente grado de preferencia. Así, familiares y amigos, junto con fuentes científico-técnicas (libros de texto y divulgativos, así como contenidos tratados en los centros de estudios), son citadas como fuente habitual de la información por entre un 25% y un 30% del estudiantado, reconociendo sólo aproximadamente el 15% del alumnado que recurre a los medios de comunicación y las redes sociales de manera habitual. Como ya mencionaran Solbes Matarredonda et al. (2018), hay que tener en cuenta la influencia de la educación no formal, en este caso familiares y amigos, en el aprendizaje del alumnado, dado que condicionan sus opiniones sobre ciencia. Por el contrario, un elevado número de estudiantes (entre el 45 y el 50%) afirma no usar nunca los medios de comunicación (radio, televisión y prensa) y las redes sociales como fuentes prioritarias.

Los resultados obtenidos en este trabajo reflejan el grado de aceptación de ciertas ideas erróneas o pseudocientíficas entre el alumnado, no los conocimientos científicos reales de éstos, que no se han analizado en el cuestionario planteado. Sin embargo, la admisión de ciertas ideas rebatidas por la Ciencia puede suponer un riesgo entre alumnas y alumnos que serán responsables de la educación de las niñas y niños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- de Budapest, D. (1999). Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. In *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: un nuevo compromiso*.
- Fernández Rivera, J. J., & Sanjosé López, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada.
- Gil Pérez, D., & Vilches Peña, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades.
- Gulizia, C., & Zazulie, N. (2012). Ideas previas en el aprendizaje del efecto invernadero y el calentamiento global en estudiantes universitarios de Ciencias Exactas y Naturales. *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 26, 27 y 28 de septiembre de 2012 La Plata, Argentina*.
- Jiménez-Tolentino, D. (2012). Ciencia vs. Pseudociencia: Implicaciones educativas. *Revista de Educación de Puerto Rico (REduca)*, (27), 199-2011.
- Núñez, G., Pereira, R., Maturano, C., & Mazzitelli, C. (2007). Dificultades en la formación disciplinar de docentes de Ciencias Naturales. *Memorias de las I Jornadas Nacionales de Educativa y II Jornadas Regionales de Investigación Educativa (Universidad Nacional de Cuyo), Mendoza, Argentina*.
- 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: Didáctica de las ciencias experimentales*.
- Ripoll Gómez, S. (2020). Análisis de las ideas pseudocientíficas del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.
- Rivadulla-López, J. C., Rodríguez Correa, M., & González Iglesias, Ó. (2021). Actitudes hacia las Ciencias de la Naturaleza de los maestros en formación y en ejercicio de Educación Primaria. *Revista Complutense de Educación*, 32(4), 581-591.
- Solbes Matarredona, J., Palomar Fons, R., & Domínguez Sales, M. C. (2018). To what extent do pseudosciences affect teachers? A look at the mindset of science teachers in training. *Mètode Annual Review*, 2018, vol. 8, p. 188-195.

Ideas del profesorado de secundaria en formación inicial sobre la contaminación y transformaciones energéticas en los coches eléctricos y de combustible

José Manuel Hierrezuelo Osorio^{1, a}, Carolina Pipitone Vela^{2, c}, Carlos Agudelo Carvajal^{2, d}, Àngela García Lladó^{2, e} y Antonio Joaquín Franco Mariscal^{1, b}.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga. jose.hierrezuelo@uma.es, anjoa@uma.es

² Departament d'educació lingüística i literària i de didàctica de les ciències experimentals i de la matemàtica. Universitat de Barcelona. cpipitone@ub.edu; agudelocar@ub.edu; angela.garcia@ub.edu

RESUMEN: El coche es un contexto ideal para trabajar conocimientos y desarrollar competencias en la enseñanza de las ciencias. Este trabajo presenta las ideas iniciales sobre la contaminación y transformaciones energéticas que tienen lugar en los coches eléctricos y de combustible de 52 profesores en formación inicial que cursaban el Máster en Profesorado de Educación Secundaria en la Universidad de Málaga en las especialidades de Física y Química, y Biología y Geología. El instrumento utilizado para la recogida de datos fue un cuestionario de cuatro preguntas que abordaba dicha temática con preguntas de respuesta abierta y cerrada. Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo. Los resultados ponen de manifiesto escasas dificultades en torno a las transformaciones energéticas que tienen lugar en coches eléctricos y de combustible, y graves obstáculos en la identificación de gases como contaminantes (nitrógeno y ozono estratosférico) o el desconocimiento del papel del dióxido de carbono.

PALABRAS CLAVE: enseñanza en contexto, coche eléctrico, coche de combustible.

ABSTRACT: The car is an ideal context to work on knowledge and develop skills in science education. This work presents the initial ideas on pollution and energy transformations in electric and fuel cars of 52 pre-service secondary school teachers, who were studying for the master's degree in Secondary Education at the University of Málaga specializing in Physics and Chemistry, and Biology and Geology. The instrument used for data collection was a four-question questionnaire that addressed the issue with open and closed-ended questions. In addition, a qualitative and quantitative analysis was carried out. The results reveal few difficulties around energy transformations taking place in electric and fuel cars, and serious obstacles in the identification of gases as pollutants (nitrogen and stratospheric ozone) or the lack of knowledge of the role of carbon dioxide.

KEYWORDS: teaching in context, electric car, fuel car.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza en contexto consiste en aplicar la ciencia a una situación del mundo real que se usa como estructura central para la enseñanza (King, 2012). Plantea relacionar la ciencia con la vida diaria de los estudiantes para promover su interés en los ámbitos personal, profesional o social. Así, el contexto del coche es “idóneo para abordar aspectos

de actualidad y esenciales para una adecuada alfabetización científico-tecnológica” (García-Carmona y Criado, 2009, p. 94) porque es un objeto tecnológico influyente en la calidad de vida cotidiana y clave en la economía, pero también ha generado controversias por los efectos de su uso masivo sobre la mortalidad, la salud y el medio ambiente.

La investigación didáctica ha explorado algunos aspectos del automóvil como contexto: la variedad de elementos químicos en sus componentes (Franco-Mariscal, 2015), el impacto sobre las personas y el medio ambiente (Batterham et al., 1996), la influencia de las ideas sobre la distancia de frenado en los accidentes de tráfico, así como la relación de dicha distancia con la velocidad (Hockicko et al., 2014), o los criterios que influyen en la decisión de comprar un coche (Moreno et al., 2015).

También se pueden encontrar algunos trabajos en los que el coche sirve para la enseñanza de la energía (De Pro y Rodríguez, 2014; Krangle y Arnseth, 2012), o para propiciar situaciones de contexto y argumentación alrededor de la contaminación y la influencia de los coches en el cambio climático, así como medidas para mitigarlo (Jafer, 2020; Martín-Gámez y Erduran, 2018).

Aunque el coche eléctrico aparece en algunos trabajos, como alternativa de menor impacto ambiental al convencional, son pocos los que exploran aspectos relacionados con su funcionamiento (Egbue et al., 2015).

Sin embargo, el avance en la tecnología de almacenamiento móvil de energía (González, 2020) que ha puesto el coche eléctrico cada vez más asequible a la ciudadanía, así como el impacto ambiental y social que implica su construcción, hace que éste se convierta en un recurso cada vez más interesante para la didáctica de las ciencias, no sólo para la enseñanza contextualizada de conceptos, sino también para plantear situaciones socio-científicas interesantes para favorecer el pensamiento crítico y la argumentación.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es presentar las ideas iniciales de profesores de secundaria en formación inicial en torno al coche eléctrico y al coche de combustible.

METODOLOGÍA

Este estudio se realizó con una muestra de 52 estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga (Málaga, España), que cursaban la asignatura Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa durante el curso 2021-22.

Los participantes se encontraban en el rango de edades entre 21 y 40 años, siendo el 61,0 % mujeres y el 39,0 % hombres. Estos estudiantes pertenecían a las especialidades de Física y Química (FQ) (N=21) y Biología y Geología (BG) (N=32).

El instrumento utilizado para la recogida de datos fue el cuestionario de la Tabla 1. Las cuestiones 1, 2(a), 3 y 4 se analizaron calculando el porcentaje de respuestas adecuadas en cada caso.

La cuestión 2(b), de respuesta abierta, se analizó estableciendo un sistema de categorías. Para ello, los autores de este trabajo categorizaron las respuestas por separado y en caso de discrepancias, se llegó a un consenso.

Tabla 1. Cuestionario de diagnóstico de ideas previas sobre contaminación y energía

CUESTIÓN	OPCIONES DE RESPUESTA
1. De los siguientes gases, ¿cuáles piensas que son contaminantes al medio ambiente?	Oxígeno, ozono estratosférico, dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno, helio, dióxido de nitrógeno; dióxido de azufre; hidrógeno.
2. a) ¿Piensas que los coches eléctricos emiten CO ₂ ? b) ¿En caso negativo, piensas que emiten otros gases? ¿Cuáles son?	Si/No [Pregunta abierta]
3. ¿Qué tipo de transformación energética se produce en el funcionamiento de un coche de gasolina?	Energía química a energía cinética. Energía cinética a energía química. Energía eléctrica a energía cinética. Energía cinética a energía eléctrica.
4. ¿Qué tipo de transformación energética se produce en el funcionamiento de un coche eléctrico?	Energía química a energía cinética. Energía cinética a energía química. Energía eléctrica a energía cinética. Energía cinética a energía eléctrica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de gases contaminantes

En la cuestión 1, el alumnado seleccionó todos los contaminantes incluidos (figura 1) en el listado, destacando mayoritariamente el dióxido de azufre (98,1%) mencionado por casi la totalidad de estudiantes, seguido del monóxido de carbono (96,2%), el dióxido de carbono (92,5%) y el dióxido de nitrógeno (83,0%).

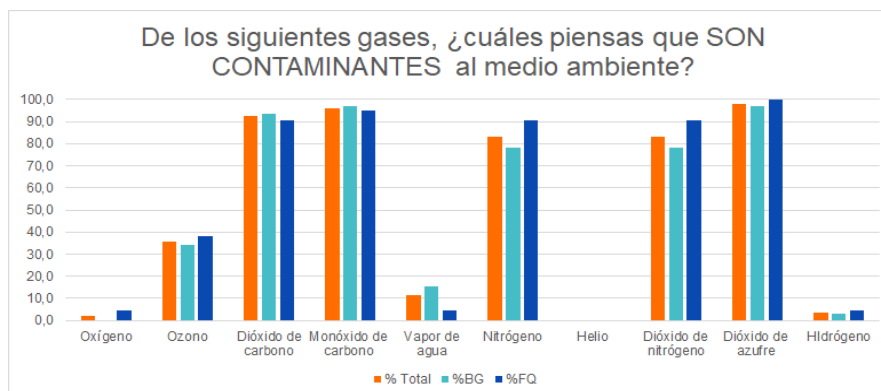


Figura 1. Respuestas a la cuestión 1 sobre gases contaminantes

Sin embargo, también incluyeron en sus respuestas otros gases no contaminantes como el nitrógeno (83,0%) y el ozono estratosférico (35,8%). De forma más minoritaria también identificaron el vapor de agua (11,3%), el oxígeno (1,9%) y el hidrógeno (3,8%). Llama especialmente la atención el elevado porcentaje de estudiantes que mencionan el nitrógeno como contaminante, cuestión que debería ser abordada en mayor profundidad.

Aunque los estudiantes de ambas especialidades mostraron respuestas similares, se observan algunas diferencias. En particular, se detectan para el caso del nitrógeno, indicado como gas contaminante por el 90,5% de los estudiantes de FQ y por el 78,1% de BG. Asimismo, estos porcentajes se repitieron para el dióxido de nitrógeno, lo que hace pensar que los consideran como el mismo gas o, al menos, que un elemento tiene el

mismo efecto contaminante que uno de sus compuestos. Otra diferencia se encuentra en el caso del vapor del agua, seleccionada por un 15,6% de BG y apenas un 4,8% de FQ.

Emisiones de gases de los coches eléctricos

El 30,1% de los estudiantes considera que los coches eléctricos emiten dióxido de carbono durante su uso (cuestión 2), observándose diferencias en los porcentajes según la especialidad del Máster. Así, el 47,6% de los estudiantes de FQ considera que sí emiten CO₂, mientras que sólo el 18,7% de BG lo pensaba. Las respuestas dadas por aquellos estudiantes que indicaban que los coches eléctricos no emiten dióxido de carbono se analizaron emergiendo las categorías recogidas en la tabla 2.

Se observa que la mayoría (40,5%) simplemente reafirmó que los coches eléctricos no emiten ningún gas. Como segunda categoría, el 27,0% del total afirmaba que emiten algún gas, pero no son capaces de identificarlos. Como tercera categoría, solo los estudiantes de BG consideraron que se emite dióxido de carbono de manera indirecta (21,6% del total). El resto de categorías, con porcentajes inferiores al 10%, se consideran minoritarias.

Tabla 2. Categorías emergentes de emisiones de coches eléctricos para estudiantes que respondieron negativamente a la cuestión 2.

CATEGORÍAS	Total (N=37)	BG (N=26)	FQ (N=11)	% Total	% BG	% FQ
No emiten ningún gas	15	10	5	40,5	38,5	45,5
Emiten otros gases, pero no saben cuales	10	5	5	27,0	19,2	45,5
Emiten CO ₂ de forma indirecta	8	8	0	21,6	30,8	0,0
Emiten vapor de agua	3	2	1	8,1	7,7	9,1
Emiten ondas	1	1	0	2,7	3,8	0,0

Transformaciones energéticas en coche de gasolina y eléctrico

La mayoría del profesorado en formación inicial (total: 94,3%; BG: 90,6%; FQ: 100,0%) reconocía que la transformación de energía que se produce en el funcionamiento de un coche de gasolina (cuestión 3) es de energía química a cinética. Sin embargo, se identifican tres estudiantes de BG para los cuales la transformación es otra de las propuestas.

En el caso de la transformación de energía que tiene lugar en el funcionamiento de un coche eléctrico (cuestión 4), se observó que la mayoría de los estudiantes (total: 90,6%; BG: 87,5%; FQ: 95,2%) reconocía la transformación de energía eléctrica a cinética. Asimismo, se identificaron de forma minoritaria algunos estudiantes que seleccionaron la transformación energética de química a cinética (Total: 9,4%; BG: 12,5%; FQ: 4,8%).

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados revelan que no existe una diferencia importante en la identificación de los principales gases contaminantes entre las dos especialidades. Destaca especialmente la idea previa identificada sobre el nitrógeno y el dióxido de nitrógeno como contaminantes,

lo que parece sugerir la dificultad, ya detectada en estudiantes de secundaria, para distinguir entre elemento y compuesto (Linares, 2004), idea que se mantiene en algunos estudiantes del Máster.

Con relación a las emisiones de los dos tipos de coches, se observan diferencias según la especialidad. Mientras que los estudiantes procedentes de estudios relacionados con BG responden de manera significativa que no emiten CO₂, el alumnado de FQ está dividido: prácticamente el 50% opina que sí emiten ese gas y el otro 50% opina que no. Se debe averiguar si el motivo es que consideran también la emisión implicada en la producción de energía eléctrica que posibilita que el coche se mueva, en la fabricación de los coches y las baterías, o en la eliminación de residuos. En el caso de la transformación energética del coche se obtiene un consenso en las respuestas adecuadas entre ambas especialidades.

Como propuestas de mejora del cuestionario utilizado se plantean las siguientes: (a) Proponer actividades donde los estudiantes puedan distinguir entre gases contaminantes y los que no lo son a partir de sus características fundamentales, efectos sobre la salud y el medioambiente, (b) trabajar la diferencia entre elemento y compuesto químico, y (c) trabajar distintos aspectos relacionados con la fabricación, vida útil y eliminación de residuos de un coche, considerando en cuales de ellos se emite dióxido de carbono tanto en coches eléctricos como de combustible.

Como línea de futuro de este trabajo, se pretende diseñar un juego de rol para que los estudiantes tomen una decisión argumentada sobre el impacto medioambiental relacionado con el uso de coches eléctricos y de combustible.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en la convocatoria 2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batterham, D., Stanisstreet, M., y Boyes, E. (1996). Kids, cars and conservation: Children's ideas about the environmental impact of motor vehicles. *International Journal of Science Education*, 18(3), 347-354.
- De Pro Bueno, A., y Rodríguez Moreno, F.J. (2014). Desarrollo de la propuesta “si se necesita más energía... que no se hagan más centrales” en un aula de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 267-284.
- Egbue, O., Long, S., y Ng, E.-H. (2015). Charge It! Translating Electric Vehicle Research Results to Engage 7th and 8th Grade Girls. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 663-670.
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Exploring the Everyday Context of Chemical Elements: Discovering the Elements of Car Components. *Journal of Chemical Education*, 92(10), 1672-1677.
- García-Carmona, A., y Criado, A.M. (2009). ¿Por qué los automóviles son como son? La evolución de un sistema tecnológico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 62, 92-106.
- González, I. (2020). Premio Nobel de Química 2019: Baterías Ion-Li. *Educación Química*, 31(1), 12. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.72730>

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Hockicko, P., Trpišová, B., y Ondruš, J. (2014). Correcting Students' Misconceptions about Automobile Braking Distances and Video Analysis Using Interactive Program Tracker. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 763-776.
- Jafer, Y. J. (2020). Assessing Kuwaiti Pre-service Science Teachers' Greenhouse Effect Perceptions and Misconceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(4), 657-667.
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87.
- Krange, I., y Arnseth, H. C. (2012). Students' meaning making in science: Solving energy resource problems in virtual worlds combined with spreadsheets to develop graphs. *Cultural Studies of Science Education*, 7(3), 585-605.
- Linares, R. (2004). *Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química*. Tesis Doctoral. Barcelona (España): Universidad Autónoma de Barcelona.
- Martín-Gámez, C., y Erduran, S. (2018). Understanding argumentation about socio-scientific issues on energy: A quantitative study with primary pre-service teachers in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 1-21.
- Moreno, G., Blanco, Á., y España, E. (2015). Importancia del ahorro energético en la decisión de comprar un coche. Un estudio en 3º de ESO. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80, 29-37.
- Tolppanen, S., Claudelin, A., y Kang, J. (2021). Pre-service Teachers' Knowledge and Perceptions of the Impact of Mitigative Climate Actions and Their Willingness to Act. *Research in Science Education*, 51(6), 1629-1649.

INFA-CIENCIA, de las niñas de hoy a las científicas de mañana

José Joaquín Ramos Miras¹, Jorge Alcántara Manzanares², Jerónimo Torres Porras³, Rosario Mérida Serrano⁴.

¹ Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. jjramos@uco.es.

² Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. b62almaj@uco.es.

³ Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. jeronimo.torres@uco.es.

⁴ Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. rmerida@uco.es.

RESUMEN: Exponemos una experiencia de innovación didáctica desarrollada en la asignatura de Didáctica de Ciencias Naturales en el Grado de Educación Infantil que se enmarca dentro proyecto de divulgación científica “INFA-CIENCIA. De las niñas de hoy a las científicas de mañana” (FCT-1914421), que persigue un doble objetivo: mejorar el conocimiento sobre científicas relevantes y sus logros en el futuro profesorado; y mejorar sus competencias didácticas para que sean capaces de adaptar las investigaciones realizadas por estas científicas a las aulas de infantil, con la finalidad de promover una educación científica no sexista y de fomentar las vocaciones científicas en niñas y niños.

PALABRAS CLAVE: Género, didácticas Ciencias, Profesorado en Formación.

ABSTRACT: We expose an experience of didactic innovation developed in the subject of Didactics of Natural Sciences in the Degree of Early Childhood Education that is part of the scientific dissemination project "INFA-CIENCIA. From the girls of today to the scientists of tomorrow" (FCT-1914421), which pursues a double objective: to improve knowledge about relevant scientists and their achievements in future teachers; and improve their teaching skills so that they are able to adapt the research carried out by these scientists to children's classrooms, with the aim of promoting non-sexist science education and scientific vocations in children.

KEYWORDS: Gender, Science Didactics, Training teacher.

INTRODUCCIÓN

La educación infantil (en adelante, EI) es la primera etapa de nuestro sistema educativo y tiene gran importancia para el desarrollo y aprendizaje presente y futuro de los niños y niñas de 0-6 años. Además de ser una etapa donde se trabaja el desarrollo integral de las capacidades cognitivas, físicas, emocionales y sociales del alumnado, se ha comprobado que la escolarización en esta etapa es clave para reducir el abandono escolar y la desigualdad, tal como indica el informe sobre “Aprendizaje y ciclo vital. La desigualdad de oportunidades desde la educación preescolar hasta la edad adulta” (Cebolla-Boado et. al, 2014). Resultados semejantes expone el estudio de Bausela Herreras (2019), cuya conclusión es que la no asistencia a la etapa de EI aumenta significativamente el riesgo de tener bajo rendimiento en la competencia matemática evaluada en las pruebas PISA.

Son numerosos las autorías que enfatizan la relevancia de trabajar la ciencia desde las etapas tempranas de la educación, comenzando por EI (Cañal, 2006; COSCE, 2011; Spektor-Levy et al., 2013; Mérida et al., 2017) y se han mostrado numerosas innovaciones para trabajar la ciencia en esta etapa educativa (Briones Fernández y Torres-Porras, 2016; Torres-Porras y Briones-Fernández, 2019), así como en la preparación del alumnado de

grado (Alcántara Manzanares y Torres-Porras, 2016; Alcántara et al. 2019; Torres-Porras, 2021; Torres-Porras et al., 2017; Torres-Porras y Alcántara-Manzanares, 2020).

A pesar de que las Ciencias tienen una fuerte presencia curricular en la etapa de Educación Infantil, su aplicación didáctica en las aulas de Infantil es poco adecuada y coherente con el nivel (Cantó Doménech et al., 2016), siendo el principal obstáculo la falta de formación disciplinar en la materia del profesorado (Cantó Doménech, 2017). El problema de la formación en Ciencias se ha ido agravando con el tiempo, ya Vázquez y Manassero (2008) informaban que se estaba produciendo una disminución en las actitudes del estudiantado hacia las mismas. A pesar de lo que pudiera parecer por el menor reconocimiento de las mujeres en la ciencia, a nivel educativo intermedio las chicas adolescentes tienen mejores resultados en ciencias que los chicos en dos de cada tres países (Stoet y Geary, 2018). No obstante, sigue existiendo el estereotipo de que las chicas tienen menos habilidades en STEM (Hill et al., 2010). Esto contrasta con una motivación muy alta hacia las ciencias en el alumnado de Educación Infantil, los aprendizajes verbalizados manifiestan una significación y adquisición de ciertos hábitos y actitudes muy positivas hacia las Ciencias, no mostrándose diferencias a nivel de género en estos niveles educativos (Gómez-Montilla y Ruiz-Gallardo, 2016), aunque las niñas se vuelven menos propensas a asociar la brillantez intelectual con su propio sexo (Bian et al., 2017) y la mayoría del alumnado de infantil asocia las profesiones de ciencias con los hombres (Miller et al., 2018), lo que tiene un impacto negativo sobre las aspiraciones profesionales de las mujeres.

A otros niveles se puede constatar que la participación femenina en la ciencia es menor que la masculina (Científicas en Cifras, 2021). Para revertir esta situación se debe poner en valor el papel de las mujeres científicas, empezando por los contenidos escolares, los cuales deben superar una visión androcéntrica de la ciencia (Cruz-Guzmán et al., 2017). El profesorado está de acuerdo en que se debe incorporar la perspectiva de género dentro del currículo escolar, aunque no están tan de acuerdo que sea mediante las contribuciones específicas de las mujeres científicas, hecho que puede estar relacionado con la propia inseguridad en Ciencias de gran parte del profesorado en EI (Canto, 2017). Sin embargo, hay otras propuestas que emplean biografías de mujeres científicas en la formación del futuro profesorado, como la de Solís-Espallargas (2018). La introducción de las mujeres científicas en la escuela pretende visibilizar la capacidad de las mujeres en la ciencia con el fin de formar una ciudadanía igualitaria (Solsona, 2015), ya que la sociedad en su conjunto tiene que saber por qué es importante la ciencia y en este proceso tenemos que ser partícipes hombres y mujeres (Brea, 2020).

La innovación aquí presentada es parte del proyecto “INFA-CIENCIA, de las niñas de hoy a las científicas de mañana (FCT-1914421)”, que es el resultado de la colaboración de diversas instituciones, como la Universidad de Córdoba, centros educativos públicos, centros concertados de Educación Especial y Educación Infantil, el Centro de Profesorado de Córdoba, el grupo de investigación INCIDE y el aula de la infancia, y que cuenta con la financiación de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), a través de la convocatoria de ayudas para la Divulgación Científica del año 2020.

En esta comunicación nos centramos en las actividades desarrolladas en la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales en Educación Infantil del tercer curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Córdoba.

DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

Los objetivos de esta innovación educativa centrada en la mejora de la formación del futuro profesorado de Educación Infantil en Ciencias fueron:

1. Hacer más visibles a las mujeres científicas (sus biografías, importancia, investigaciones más relevantes, dificultades en su labor por el hecho de ser mujeres, etc.).
2. Desarrollar la capacidad para generar actividades adaptadas a las aulas de infantil sobre las investigaciones realizadas por las científicas.
3. Promover una actitud positiva hacia la ciencia con perspectiva de género en el estudiantado de formación inicial docente.
3. Difundir, mediante blogs digitales elaborados por el estudiantado universitario, la biografía de científicas en coordinación con los centros educativos de EI.
4. Ofrecer referentes de mujeres científicas para potenciar las vocaciones infantiles de las niñas desde edades tempranas.

Esta innovación consistió en que el estudiantado de la asignatura de tercer curso del grado de Educación Infantil (N=125) “Didáctica de las Ciencias Naturales” organizadas en pequeños grupos debían diseñar un blog sobre una científica actual o pretérita. La elección de las científicas sobre las que se debía trabajar fue realizada por las maestras de infantil, incluidas en el Proyecto, para de esta manera el blog diseñado podía ser utilizado por dichas maestras en sus aulas de EI como apoyo al proyecto educativo en los centros sobre estas científicas, lo cual aportaba mayor motivación y responsabilidad al alumnado universitario.

A cada grupo se le asignó una científica de entre las siguientes: Cristina Romera Castillo (Oceanógrafa), Beulah Louise (Inventora), Wangari Muta Maathai (Bióloga, Ecóloga), Rachel Carson (Bióloga), Mae Jemison (Ingeniera química, Médica), M^a Carmen González García (Bióloga), Cecilia Helena Payne Gaposchkin (Astrónoma), Natacha Aguilar Soto, (Bióloga Marina), Ángeles Alvariño González (Oceanógrafa, Zoóloga, Bióloga Marina), Marisol Izquierdo (Bióloga). En la asignación de las científicas a los grupos de trabajo se procuró que ninguna científica estuviera infrarrepresentada.

El blog debía estructurarse en diferentes bloques. El primer apartado del blog estaba centrado en la científica, y debía contener la siguiente información:

- Breve aproximación epistemológica (pensamiento científico dominante en el momento) en la que la científica desarrolló su trabajo.
- Breve descripción del contexto social e histórico.
- Sucinta biografía, haciendo mención especial a las posibles dificultades para desarrollar su labor científica por el hecho de ser mujer.
- Descripción de la importancia de su trabajo.

En el segundo apartado, el alumnado universitario tenía que diseñar y desarrollar actividades en las que se realizara una adaptación a las aulas de EI de 3 a 6 años del trabajo desarrollado por la científica asignada y sus logros, así como de su figura, en las que se incluyera:

- Objetivos.
- Alumnado destinatario.
- Descripción de las actividades. Debía haber algún video grabado por el grupo explicando las actividades y/o alguien caracterizado de la científica o una marioneta contando su vida o sus descubrimientos.
- Evaluación.

Los blogs realizados por el estudiantado se pusieron a disposición de los centros escolares participantes para su empleo a lo largo del curso escolar y como parte del proyecto INFA-CIENCIA.

En estos enlaces se muestran varios ejemplos de los blogs desarrollados (figura 1):

Wangari Muta Maathai: <https://aprendiendoconinfocienciacordoba.blogspot.com/>

Mae Jemison: <https://infaciencia.blogspot.com/>

Natacha Aguilar de Soto: <https://merymariaainma.blogspot.com/>

Ángeles Alvariño González: <https://edinfantilgrupotic.blogspot.com/>



Figura 1: Ejemplo del blog de Mae Jemison

BALANCE RESULTADOS

Para evaluar la innovación educativa se realizó una escala de valoración diseñada ‘ad hoc’, en la que se evaluaban tanto el diseño del blog, como los contenidos y las actividades desarrolladas por parte del profesorado de la asignatura. Las calificaciones ponderadas de los grupos no muestran diferencias significativas cuando se agrupan por la científica que han trabajado. Las notas obtenidas por los diferentes grupos demuestran un buen nivel de desempeño de las tareas encomendadas para la realización de este proyecto y que estas son independientes de la científica elegida. Por otra parte, en la valoración de los contenidos científicos de los blogs se muestra, en general, el escaso conocimiento que posee nuestro alumnado sobre las científicas y su trabajo en general, que se refleja en las limitaciones de algunas de las actividades propuestas, lo que pone de manifiesto la necesidad de visibilizarlas, justificando la continuidad de esta innovación en años venideros, ya que como afirma Solís-Espallargas (2018), para lograr una educación en ciencias en el profesorado en formación se necesitan, no solo conocimientos científicos, sino además conocimientos sobre la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia, más aún desde un enfoque de género.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Manzanares, J., Torres-Porras, J. (2016). "El Rincón de los experimentos" como práctica en la formación del profesorado de Educación Infantil. En: *Innovación docente universitaria en Educación Infantil*. Serrano Díaz, Noemí (ed.). Pp. 125-140. Editorial Octaedro, Barcelona.
- Alcántara, J., Torres-Porras, J., Mora, M., Rubio, S. J., Arrebola, J. C. y Rodríguez, L. (2019). ¿Son los huertos escolares en educación infantil una realidad o una innovación educativa?

- Estudio de centros escolares de la ciudad de Córdoba (España) y propuestas de cambio desde la Universidad. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 36, 79-96.
- Bausela Herreras, E. (2019). ¿Qué papel tiene la asistencia a Educación Infantil en la predicción del rendimiento matemático en PISA? *Magister*, 31(1), 9-16. <https://doi.org/10.17811/msg.31.1.2019.9-16>
- Bian, L., Leslie, S. J., Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391.
- Brea, O. (2020). Filosofía de la ciencia y educación científica. *Innovación y Educativas*, 45, 1-9.
- Briones Fernández, C.; Torres-Porras, J. (2016). Motivación del alumnado de educación preescolar en la enseñanza de las ciencias. *Revista Digital de Investigación Educativa Conect@2*, 15: 58-81.
- Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, A., Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34, 3, 25-50.
- Cantó-Doménech, J. (2017). ¿Cuáles son los principales problemas para hacer presentes las ciencias en las aulas de educación infantil?: la visión de los maestros en ejercicio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* Extra, 1995-00. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336766>.
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, 33, 5-9.
- Cebolla-Boado, H., Radl, J. y Salazar, L. (2014). Aprendizaje y ciclo vital. La desigualdad de oportunidades desde la educación preescolar hasta la edad adulta. *Colección Estudios Sociales*, 39. Ed. Obra Social La Caixa.
- COSCE (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid.
- Cruz-Guzmán, M., Muñoz-Franco, G., y Illescas-Navarro, M. (2017). Educación científica desde la perspectiva de género: impacto del proyecto “mujeres a con-ciencia” en la formación de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 5571-5577.
- Gómez-Motilla, C., y Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(3), 643-666. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.10http://ruredc.uca.es.
- Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: American Association of University Women.
- Mérida Serrano, R.; Torres-Porras, J.; Alcántara Manzanares, J. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil*. Editorial Síntesis, 268 pp.
- Miller, D. I., Nolla, K. M., Eagly, A. H., Uttal, D. H. (2018). The development of children's gender-science stereotypes: A meta-analysis of 5 decades of US Draw-a-Scientist studies. *Child development*, 89(6), 1943-1955.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2021). *Científicas en Cifras*. Unidad de Mujeres y Ciencia del Ministerio de Ciencia e Innovación.
- OCDE (2011). *Does Participation in Pre-Primary Education Translate into Better Learning Outcomes at School? PISA in Focus*, No. 1, OECD Publishing, Paris.
- Solís-Espallargas, C. (2018). Inclusión del enfoque de género en la enseñanza de las ciencias mediante el estudio de biografías de mujeres científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3602-3613. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3602.
- Solsona, N. (2015). Los saberes científicos de las mujeres en el currículum. *Revista Currículum*, 28, 33-54.
- Torres-Porras, J. (2021). Los gusanos de seda (*Bombyx mori*) como recurso idóneo para el aprendizaje por indagación en el grado de Educación Infantil. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 9, 172-188.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Torres-Porras, J., & Alcántara-Manzanares, J. (2021). Are plants living beings? Biases in the interpretation of landscape features by pre-service teachers. *Journal of Biological Education*, 55(2), 128-138.
- Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J.C., Rubio, S.J., Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14 (1): 258-270.
- Torres-Porras, J., Briones-Fernández, C. (2019). Investigando la diversidad animal del colegio en educación infantil. En: *Inclusión, Tecnología y Sociedad*. Marín Marín, J. A.; Gómez García, G.; Ramos Navas-Parejo, M.; Campos Soto, M. N. (Eds.), pp. 506-515. Editorial DYKINSON, Madrid.
- Spektor-Levy, O., Kesner, Y., Mevarec, Z. (2013). Science and Scientific Curiosity in Preschool. The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35 (13), 2226-2253.
- Stoet, G., y Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological Science*, 29(4), 581-593. <https://doi.org/10.1177/0956797617741719>.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la Ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3),274-292.http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03<http://www.apac-eureka.org/revista>.

Interculturalidad y Educación en Ciencias Naturales: formación docente continua en tiempos de pandemia

Verónica Becerro¹, Natalia Badino², Silvina Cordero³, Christian Camilo Díaz-Barrios⁴, Ana Dumrauf⁵, Raúl Esteban Ithuralde⁶.

¹Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (UNLP-CONICET). vebecerro@gmail.com

²Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (UNLP-CONICET). nataliabadino@gmail.com

³Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (UNLP-CONICET), Departamento de Ciencias de la Educación, FAHCE, UNLP. silvina.cordero.protto@gmail.com

⁴Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (UNLP-CONICET); Escuela Normal Superior 7 "José María Torres"; Bachillerato Popular Chilavert – CEIP; Facultad de Filosofía y Letras - Universidad de Buenos Aires. muiscoso@gmail.com

⁵Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (UNLP-CONICET) Departamento de Ciencias de la Educación, FAHCE, UNLP. gdumrauf@fahce.unlp.edu.ar

⁶Instituto de Estudios para el Desarrollo Social, INDES (FHCSS-UNSE/CONICET) Departamento de Química, FAyA, UNSE Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (UNLP-CONICET) Escuela Normal Superior Manuel Belgrano. ithu19@gmail.com

RESUMEN: En este trabajo presentamos la fundamentación y un primer análisis de una experiencia de formación docente continua, que pretendió pensar la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria desde una perspectiva intercultural. Nuestro análisis indica que la enseñanza vivencialmente significativa deviene una perspectiva fértil para practicar la interculturalidad crítica extendida en espacios educativos respecto a otros modelos didácticos relevados.

PALABRAS CLAVE: Interculturalidad, Educación en Ciencias Naturales, Formación docente continua

ABSTRACT: This paper introduces the underlying perspective and analyzes the first outcomes of an experience of continuous teacher training, which was intended to develop an intercultural approach to the teaching of Natural Sciences in primary school. Compared to other surveyed didactic models, our analysis indicates that meaningful experience-based teaching proved to be fertile grounds for practicing extended critical interculturality in educational settings.

KEYWORDS: Interculturality, Science Education, Teacher training

INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos la fundamentación y primer análisis de una experiencia de formación docente continua orientada a maestros del Nivel Primario de Argentina. Desarrollada en contexto de pandemia de COVID-19, pretendió, entre otros propósitos, pensar la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria desde una perspectiva intercultural.

El “multiculturalismo”, como movimiento de reivindicación de grupos culturales dominados originado en el Norte global (de Sousa, 2011), ha sido insuficiente para cuestionar las relaciones de poder que generan desigualdad. Por ello, nos posicionamos desde perspectivas críticas del multiculturalismo, centradas en los procesos que constantemente generan las diferencias y las reproducen a través de relaciones de poder. De acuerdo con Da Silva (1999), las diferencias no deben ser simplemente respetadas y toleradas, sino que es indispensable enseñar a analizar sus procesos de producción a través de relaciones de asimetría y desigualdad. En un currículo multiculturalista crítico, la diferencia, más que tolerada o respetada, es puesta permanentemente en cuestión. Para enfrentar los desafíos que implica educar en contextos de diversidad cultural, diferencia social y desigualdad económica y avanzar en la interculturalidad es necesario intervenir y actuar en la conflictividad que implican, necesariamente, las relaciones sociales, entrelazando la noción de interculturalidad con la concepción de ciudadanía.

En Argentina, hasta hace unos 30 años, el blanqueamiento, es decir, la invisibilización de pueblos originarios y poblaciones afrodescendientes, fue la principal forma de procesar la diversidad sociocultural, lo cual implicó amplias políticas de homogeneización cultural, en las que el sistema educativo tuvo un rol central. En los '80 y '90, perspectivas multiculturalistas comenzaron a ingresar a la política pública y a fue reconocida formalmente la existencia de diversidad cultural en escuelas y aulas. Algunas jurisdicciones implementaron la Educación Intercultural Bilingüe como espacio diferenciado que, en ocasiones, aborda la diversidad de manera esencialista o folklorizante (a través de actividades relacionadas con comidas y bailes típicos, presentación de usos y costumbres del pasado, sin visibilizar ni recuperar formas culturales actuales). Estas prácticas proponen la coexistencia de culturas, sin hacer referencia a las asimetrías y violencias producidas históricamente entre distintos grupos socioculturales. Díaz y Rodríguez de Anca (2014) denominan interculturalidad relacional (IR) o aún funcional (IF) a estas perspectivas en la educación, mientras que caracterizan como interculturalidad crítica (IC) a aquella que pretende la igualdad, recupera la historia colonizadora de dominación, de luchas y resistencias e identifica asimetrías y desigualdades actuales. Proponen reconstruir la diversidad cultural presente acudiendo a la historia de desigualdades y luchas que llevaron a la constitución de estos grupos sociales, cuyos saberes y tradiciones se van transformando en el devenir del tiempo. Esta IC busca desnaturalizar preconceptos que tenemos sobre lxs otrxs y considera no solo la dimensión étnica, sino que entiende que las diversas experiencias de vida, por pertenecer a distintas clases sociales, generaciones o edades, espacios geográficos e identificaciones de género, también hacen que construyamos sentidos propios y diferentes relaciones con los saberes. Las experiencias personales y comunitarias configuran una particular relación con el conocimiento sobre las Ciencias Naturales, el Ambiente y la Salud (CNAS), atravesada por la diversidad cultural, la apropiación de saberes populares o ancestrales y por la propia historia. La perspectiva de IC se articula con la interculturalidad extendida (IE), que no está solo dirigida a los grupos dominados, sino, sobre todo, a los dominantes o hegemónicos. Este cambio de foco resulta fundamental, ya que mientras los grupos dominados deben ejercer una interculturalidad en acto en sus vidas (comprender prácticas culturales ajenas y relacionarse con ellas: hacer trámites, asistir a la escuela o al sistema de salud), los grupos dominantes no son obligados a comprender y dialogar (asimétricamente) con prácticas propias de clases populares, pueblos originarios, disidencias sexuales u otras. Desde esta perspectiva ICE, entendemos que la enseñanza intercultural es necesaria para construir nuevas resistencias al sistema de dominación en pos de la construcción de un horizonte de igualdad social.

PRESENTACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL CURSO IMPLEMENTADO

Desde marzo de 2020 y hasta fines de 2021, la educación argentina se desarrolló en modo Enseñanza Remota de Emergencia (Dussel, Ferrante y Pulfer, 2020) o en una bimodalidad de clases presenciales y virtuales, en el marco de la pandemia por COVID-19. Como Grupo, diseñamos e implementamos una experiencia formativa para docentes de Ciencias Naturales de nivel primario, de alcance nacional, ofrecida por el Instituto Nacional de Formación Docente. En la educación en contexto de emergencia sanitaria que nos atravesaba, se relevó que las escuelas con mejores resultados trabajaban de forma institucionalmente articulada (Ithuralde et al, 2021), presentando al alumnado propuestas didácticas promotoras de relaciones con los entornos inmediatos y entre áreas en los temas enseñados. Por eso, el curso propuso un recorrido reflexivo que pretendió aportar al diseño de propuestas de enseñanza en CNAS fundamentadas, transformadoras, situadas en los territorios y flexibles según la evolución de la situación sanitaria. En formato tutorizado, comprendió 5 clases virtuales asincrónicas y foros de intercambios (Tabla 1). El esquema de clases se basó en: la búsqueda de articulación teoría-práctica; la valorización de saberes docentes y de posibilidades de construir teoría a partir de ellos; la problematización de los contenidos a tratar y de nuestra relación como docentes y del estudiantado con ellos; el tratamiento de temáticas de CNAS caracterizadas por la complejidad y multidimensionalidad (analizando dimensiones, dinamismo, conflictividad); la idea de situar la enseñanza de CNAS en el territorio que habita, para (re)pensarlo, visibilizar sus diferentes actores, intereses, diálogos y conflictos y producir estrategias de cambio social, teniendo como horizonte el fortalecimiento organizativo de la comunidad; y, finalmente, la decisión de atravesar los contenidos prescriptos de Ciencias Naturales en los diversos diseños curriculares jurisdiccionales, promoviendo diseños de situaciones educativas concretas.

Tabla 1. Estructura del curso

CLASE	CONTENIDOS	ACTIVIDADES
Clase 0	Presentación y familiarización con la plataforma	Foro de Presentación: geolocalización en un mapa (padlet); presentación personal (audio y/o texto)
Clase 1: Enseñanza de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Educación Ambiental, ambiente y conflictos ambientales, Pensamiento Ambiental Latinoamericano. Territorios cuerpo y tierra. Humanidad-naturaleza	Actividades optativas: Foros “¿Qué es el ambiente?” y “Cuerpos y territorios” Actividad de acreditación 1: Foro “Educación Ambiental, virtualidad, presencialidad”
Clase 2: Educación en salud – Alimentación	Alimentación desde la complejidad y multidimensionalidad Alimentación y Educación en salud	Actividad optativa: Foro “La ruta del plato”. Actividad de acreditación 2: Foro “La ruta del plato en los cursos de primaria”
Clase 3: Educación en Salud y enfermedades de transmisión vectorial (ETV)	Educación en Salud Chagas y Dengue como casos para abordar desde una perspectiva situada, integral y actual	Actividades optativas: Foros “La Educación en Salud que soñamos” y “La problemática de las ETV en fotos de mi territorio” Actividad de acreditación 3: Foro: “Repensando prácticas a la luz de lo abordado en clase” Actividad optativa: Foro “Compartires de experiencias didácticas”
Clase 4: Miradas diversas sobre la Tierra y el Cosmos	La Tierra y el Universo Interculturalidad y diversidad cultural	Actividad de acreditación 4: Foro “Contexto sociocultural y Prácticas de Interculturalidad en la Educación Primaria”

En este trabajo analizamos producciones elaboradas en la Clase 4 de la segunda implementación del curso (realizada entre el 30/8 y el 24/11/2021), beneficiada de los ajustes acordados a partir de los resultados de la primera edición y mejor documentada.

Después de un recorrido por propuestas y reflexiones acerca de abordajes interareales de la Educación Ambiental y la Educación en Salud en las Clases 1 a 3, nos centramos en contenidos elegidos de La Tierra, el Universo y sus cambios de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Ciencias Naturales. Desde el punto de vista pedagógico didáctico pretendimos profundizar en nociones referidas a ideas y cosmovisiones con que llegamos docentes y estudiantes a los espacios educativos y lo que sucede con ellas en los procesos de enseñanza. En las Clases 1 a 3 buscamos recuperar en la enseñanza tejidos de relaciones creadoras de identidades, saberes del estudiantado y la posibilidad de conexión con los territorios a través de emociones, sensaciones, vivencias. Planteamos asimismo la diferencia entre diversidad y desigualdad social; se debatieron roles y marcas de género en actividades y elecciones; prácticas culturales, cuidados comunitarios y diálogos con las comunidades.

La Clase 4 propuso pensar la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria desde una perspectiva intercultural. El núcleo conceptual elegido (fenómenos terrestres y celestes), resulta potente para reflexionar acerca de la diversidad de explicaciones, prácticas y vivencias que convergen en los espacios educativos. A su vez, el abordaje de esta temática permite poner en juego en la escuela sensaciones, emociones y, desde luego, modos de conocer. Enmarcamos la Clase en el modelo didáctico que propone la enseñanza vivencialmente significativa (EVS), en la que la persona “se involucra vivencialmente en los fenómenos y situaciones bajo estudio, observando, sintiendo, viviéndolo como propio, identificándose con el proceso” (Camino, 2021, p.22). Vincular al estudiantado con las vivencias y la curiosidad que despiertan estos fenómenos permite también problematizar una imagen del conocimiento científico como pretendidamente neutral, desprovisto de sensaciones, intereses y apreciaciones subjetivas, alejado de los contextos socioculturales y económicos que dan marco a su producción, validación y difusión. Desde la ICE intentamos poner en diálogo y discusión también al conocimiento científico, problematizar su hegemonía y poner de relieve esas otras múltiples explicaciones de la Tierra y del Universo. En particular consideramos construcciones de conocimiento de comunidades indígenas y campesinas, pero también saberes populares que pueblan las aulas, en general, invisibilizados y desconocidos. La clase intentó ser una invitación a pensar cómo diversas culturas, clases y grupos sociales entienden y han entendido históricamente los fenómenos de las Ciencias Naturales enseñados y aprendidos en la escuela. Quisimos así cuestionar que las explicaciones del cosmos sean patrimonio exclusivo del conocimiento científico.

PARTICIPANTES Y METODOLOGÍA

El equipo docente del curso fueron 4 coordinadores y 8 tutores con diversa residencia geográfica en el país, disciplinas (Química, Biología, Ecología, Física, Antropología, Ciencias de la Educación, Ciencias de la Comunicación), edades y trayectorias profesionales. Se inscribieron 999 docentes, pero sólo 488 participaron de alguna actividad, 301 entregaron el Trabajo Final Integrador y 236 aprobaron el curso. El alto abandono se dio, fundamentalmente, por la cambiante situación educativa en cada jurisdicción. Los cursantes residían a todo lo largo del país, en su mayoría tenían entre 20 y 50 años y se desempeñaban como docentes de primaria en la educación común, con una proporción baja pero significativa de modalidades rural y especial.

El análisis realizado constituye un primer paso en la sistematización de la experiencia. La sistematización es una modalidad participativa de investigación interpretativa-crítica, producción situada e intencionada de conocimientos, que reconstruye las prácticas desde las experiencias de sus protagonistas (Barragán Cordero y Torres Carrillo, 2017). Para

este análisis recuperamos las producciones del 50% de las aulas virtuales, consistentes en 128 (47,4 %) de las 270 participaciones en el Foro de acreditación (Clase 4) y realizamos un análisis de contenido (Bardin, 1977). La consigna para la elaboración de dichos trabajos requería el diseño de una propuesta didáctica con contenidos del Bloque “La Tierra y el Universo”, enmarcada en la perspectiva de la EVS y/o la ICE. Además del diseño, solicitaba describir el contexto sociocultural y territorial donde se realizaría, reflexionar sobre cómo se articulaba con dicho contexto y fundamentar por qué creían que se enmarcaba en la perspectiva de EVS y/o en la ICE.

El análisis apuntó a identificar y caracterizar qué recuperaron y qué estrategias didácticas propusieron los docentes al presentárseles este desafío de enseñar la Tierra y el cosmos interculturalmente. Se siguieron las siguientes fases: pre-análisis (una primera lectura, con identificación de categorías generales); elaboración de dimensiones y ajustes de categorías incluidas en las mismas; relectura del material, tratamiento de resultados, inferencias y primeras interpretaciones (presentados en la próxima sección).

MIRADAS DIVERSAS SOBRE LA TIERRA Y EL COSMOS

Con base en una primera lectura de todas las propuestas didácticas presentadas, construimos dos dimensiones de análisis: una asociada a modelos de enseñanza de las Ciencias Naturales (Jiménez Aleixandre, 2000; Camino, 2021) y la otra a características con las que se considera la diversidad cultural (Díaz y Rodríguez de Anca, 2014). Identificamos trabajos que no respetaron la consigna planteada (fundamentalmente respecto de la selección de contenidos) y otros insuficientemente desarrollados como para analizar los modelos didácticos propuestos (Tabla 2; FC: 10 y NC: 9).

Tabla 2. Caracterización de modelos didácticos y perspectivas sobre diversidad cultural. Leyenda: FC: Fuera de consigna; NC: No clasificables por falta de información; MT: Modelo transmisivo; MC: Modelo constructivista (considera ideas previas, observaciones, visitas a centros astronómicos, uso de TIC); EVS: Enseñanza vivencialmente significativa: al MC suma vivencias, sentimientos, testimonios; NI: No hace referencia a lo intercultural; IF: Interculturalidad funcional; IR: Interculturalidad relacional, plantea idea de diálogo entre culturas sin conflicto; ICE: Interculturalidad crítica (idea de conflicto) y extendida (considera otras dimensiones y/o lectura crítica del conocimiento científico).

	NI	IF	IR	ICE	Total
FC	3	4	3	0	10
NC	4	0	4	1	9
MT	3	0	0	0	3
MC	39	7	14	4	64
EVS	16	3	16	7	42
Total	65	14	37	12	128

Fueron ampliamente mayoritarias las propuestas que desde un modelo constructivista de educación en Ciencias Naturales (MC), no se posicionaron respecto de la diversidad

cultural (39). En proporciones similares, hubo trabajos que asumieron la perspectiva EVS, aun no considerando la diversidad cultural (16) y otros que la consideraron desde una perspectiva de interculturalidad relacional (16). Siguen en número los trabajos situados en el MC que asumieron una perspectiva de IR (14) o de IF (7). La perspectiva de la ICE sólo fue identificada en 7 trabajos que tomaron la EVS y en 4 caracterizados como MC. Otras combinaciones fueron poco identificadas o no registradas. A pesar de no ser mayoritario, consideramos el cruce entre las propuestas de EVS e ICE como un resultado relevante del proceso de formación docente pues evidencia la ampliación del universo de posibilidades didácticas y curriculares. Como estrategias didácticas para tal fin, lxs docentes propusieron: incluir en el aula saberes comunitarios y de familias; articular las temáticas con prácticas territoriales (p. ej., entre fases de la luna, siembra o calendarios de pesca); validar el conocimiento de transmisión oral producido en las comunidades; invitar a participar a familias, mayores y referentes comunitarios en las aulas; recuperar lenguas indígenas/originarias, entre otras.

REFLEXIONES FINALES

La transformación de las prácticas educativas requiere de compromiso y de largos procesos de reflexión colectiva, por lo que un curso tutorizado y breve sólo podría abrir a nuevas miradas y perspectivas educativas críticas. Los NAP, junto a los diseños curriculares jurisdiccionales, por su carácter prescriptivo, orientan los contenidos a trabajar. Esto implica un desafío a la hora de interculturalizar la educación, ya que éstos se referencian casi exclusivamente en las ciencias y no prescriben la enseñanza de saberes otros, que entonces deben ser recuperados y pedagogizados por cada docente, labor para la que existen pocos y muy generales recursos disponibles.

Como dijimos, mayoritariamente las propuestas elaboradas, a pesar de posicionarse en un modelo constructivista, no explicitaron su consideración de la diversidad cultural. Este MC recupera los saberes del estudiantado, pero sólo en relación con el conocimiento científico escolar, desvalorizando otros saberes. Se observa una mayor proporción de docentes que retoman alguna perspectiva intercultural entre quienes identificamos dentro de un modelo de EVS que respecto al MC. Por tanto, este primer análisis indicaría que la EVS deviene una perspectiva fértil para practicar la ICE en espacios educativos respecto a otros modelos didácticos relevados. Vinculamos esto al foco puesto en la vivencia del estudiantado en el proceso de aprendizaje, que necesariamente incluye sus saberes y su experiencia social, a la vez que sus emociones y afectividad, lo cual acerca a diálogos de saberes, vivires y sentires (Mercon et al, 2014) propios de la interculturalidad. Sin embargo, para llegar a una ICE es necesario además problematizar la historia colonial y la actual trama de desigualdad social en que se realiza la ciencia. Problematizaciones que, incluso la ciencia escolar difundida en el sistema educativo, a pesar de poner en cuestión la imagen de ciencia enseñada, no ha tomado como desafío en sus formulaciones más extendidas. Asumir estas perspectivas (EVS e ICE), que fueron novedosas para la mayoría de lxs cursantes, y articularlas entre sí, resulta entonces un doble desafío para la formación y la práctica docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (1977). *Análisis de Contenido* (2da ed.). Madrid. Akal.
- Barragán Cordero, D. y Torres Carrillo, A. (2017). *La sistematización como investigación interpretativa crítica*. Bogotá. Editorial El Búho. Corporación Síntesis.
- Camino, N. (2021). Diseño de actividades para una Didáctica de la Astronomía vivencialmente significativa. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(1), 15-37.
- Da Silva, T. (1999). *Documentos de identidad. Una introducción a las teorías del currículum*.

Auténtica editorial.

- De Sousa, B. (2011). Epistemologías del Sur. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 16(54), 17 - 39.
- Díaz, R.; Rodríguez Anca, A. (2014). Activismo intercultural: una mirada descolonizadora, crítica e interseccional. En Villa y Martínez (comps.) *Relaciones escolares y diferencias culturales: la educación en perspectiva intercultural*. (pp. 171-198). Noveduc.
- Dussel, I; Ferrante, P. y Pulfer, D. (comps.) (2020). *Pensar la educación en tiempos de pandemia*. UNIPE.
- Ithuralde, RE; Corbetta, S; Sosa, S. et al (2021). Informe Técnico Final. Programa de articulación y fortalecimiento federal de las capacidades en ciencia y tecnología COVID-19. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2000): Modelos didácticos. En F.J. Perales Palacios y P. Cañal de León, *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. (pp.165-186). Marfil.
- Merçon, J.; Camou-Guerrero, A.; Núñez Madrazo, C.; Escalona Aguilar, MA (2014). ¿Diálogo de saberes? La investigación acción participativa va más allá de lo que sabemos. *Decisio*, 38, 29-33.

La polinización: ¿cómo la han aprendido y como pretenden enseñarla los futuros docentes de Educación Infantil?

Emilio Costillo Borrego¹, Elena Bravo Lucas², José Luis Bravo Galán³, José Antonio Regodón Mateos⁴

¹ Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). costillo@unex.es

² Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). ebravo@unex.es

³ Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). jlbravo@unex.es

⁴ Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). regodon@unex.es

RESUMEN: Las plantas y la polinización son contenidos que se desarrollan en todas las etapas a través de diferentes metodologías. La apuesta por plantear una educación más próxima a la naturaleza con el fin de conectar el aprendizaje con el entorno real del estudiante es cada vez mayor, especialmente en Educación Infantil. Por ello, el presente trabajo analiza la manera en la que los futuros docentes de esta etapa aprendieron y como pretenden enseñar el proceso de la polinización a sus futuros estudiantes. Para ello, se emplea una metodología cualitativa y una muestra de 44 docentes en formación inicial de Educación Infantil. Los resultados muestran que la mayoría ha aprendido estos contenidos mediante metodologías expositivas y que pretenden enseñarlos a través de material audiovisual y dramatizaciones o salidas al medio natural.

PALABRAS CLAVE: polinización, educación infantil, docentes en formación, enseñanza de las ciencias

ABSTRACT: Plants and pollination are contents that are developed in all educational stages through different methodologies. There is a growing commitment to provide an education closer to nature in order to connect learning with the student's real environment, especially in Early Childhood Education. Therefore, this study analyzes the way in which future teachers of this stage learned and how they intend to teach the process of pollination to their future students. For this purpose, a qualitative methodology and a sample of 44 teachers in initial training in Early Childhood Education are used. The results show that most of them have learned these contents through expository methodologies and that they intend to teach them through audiovisual resources and dramatizations or nature field trips.

KEYWORDS: pollination, early childhood education, preservice teachers, science education

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de los contenidos científicos puede trabajarse desde las etapas más tempranas (Prieto y Torralba-Burrial, 2021). Autores como Krapp y Prenzel (2011) y Tonucci (2012) destacan que los niños más pequeños son capaces de observar la realidad que les rodea, formular hipótesis y teorías, e incluso participar en procesos de indagación, lo cual puede fomentar una predisposición duradera y positiva hacia contenidos científicos.

Para conseguir buenos resultados, es imprescindible ajustar los contenidos a la edad y necesidades de los alumnos (Fleer, 1991), aunque no necesariamente hay que emplear un lenguaje demasiado sencillo; es más, Gordon (2006) observó que los niños desarrollaban una comprensión más científica que cotidiana de términos científicos complejos.

Para fomentar estos aprendizajes, es necesario que los docentes tengan una adecuada formación científica en la cual no solo se tenga en cuenta el dominio cognitivo sino también el afectivo: se ha observado que los futuros docentes tienen dificultades para diseñar propuestas didácticas apropiadas para los alumnos de EI (Bravo et al., 2022), pero además también se sabe que suelen experimentar menos emociones positivas y más emociones negativas cuando enseñan contenidos científicos en el aula en comparación con cualquier otro contenido (Bravo et al., 2019).

En este sentido, es importante definir los contenidos a trabajar con los futuros docentes. Contenidos como las plantas o la polinización son adecuados por resultar muy familiares a ellos debido a que lo han estudiado durante toda su escolaridad y eso les ofrece un ejemplo de cómo enseñarlo. Es más, siguiendo la teoría de la apropiación participativa de Rogoff sabemos que las experiencias pasadas pueden influir en las actividades actuales de los docentes (Rogoff, 1990), y concretando aún más, Mellado (1996) afirmó que los futuros profesores tienden a imitar con sus alumnos la formación científica que ellos mismos tuvieron en sus años como alumnos.

Esta es la razón por la que los principales objetivos de este trabajo son analizar cómo aprendieron y cómo pretenden enseñar los contenidos relacionados con la polinización los futuros docentes de EI, y en examinar si los docentes en formación analizados imitarán a sus docentes o no al enseñar estos conceptos a su alumnado.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se ha empleado una metodología cualitativa y un muestreo no probabilístico de conveniencia. Se ha contado con la participación de 44 docentes en formación de que cursaban el tercer curso del Grado en EI de la Universidad de Extremadura durante el curso 2020-2021. El análisis de los datos se ha realizado utilizando el software online webQDA, el cual nos ha permitido el estudio de respuestas escritas sin necesidad de transcribirlos (Neri, Neri, Costa, y Moreira, 2016). Las categorías que utilizamos para el análisis de los documentos están basadas en la técnica del análisis de contenidos (Bardin, 1996) y son las que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías utilizadas para el estudio

	¿CÓMO LO APRENDIÓ?	¿CÓMO PRETENDE ENSEÑARLO?	¿IMITARÁ SU APRENDIZAJE?
CATEGORÍAS	Metodología expositiva	Imágenes o videos	Imita su forma de aprender
	Imágenes o videos	Salidas al medio natural	Imita algunas cosas de su forma de aprender
	Excursiones	Viéndolo en la vida real	No imita su forma de aprender
	No lo especifica	Metodología de investigación	No se puede saber
		Metodología expositiva	
		Creación de materiales específicos	

Dramatizaciones

No lo especifica

El presente estudio se realiza en el contexto de la asignatura “Conocimiento del Medio Natural en EI”, y es una parte del pretest de un estudio más extenso. Para la recogida de los datos se ha empleado un cuestionario de elaboración propia validado por expertos en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales que contenía preguntas abiertas de contenidos relacionados con la polinización y con dos relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de este contenido, las cuales son las que se analizan en este trabajo.

RESULTADOS

En primer lugar, los futuros docentes de EI analizados respondieron a la pregunta “como alumno: ¿cómo has aprendido en clase los conceptos relativos a la polinización?”. Los resultados señalan que más del 90% afirma haber aprendido estos contenidos mediante metodologías expositivas principalmente (Tabla 2), y un 31,8% destaca también haber aprendido estos contenidos mediante ilustraciones o videos explicativos.

Tabla 2. Resultados de la categoría “¿cómo lo aprendió?”

¿CÓMO LO APRENDIÓ?	n	%
Metodología expositiva	40	90,9
Imágenes o videos	14	31,8
Excursiones	1	2,3
No lo especifica	2	4,5

La siguiente pregunta lanzada a los participantes (Tabla 3), “como futuro profesor: ¿cómo trabajarías los conceptos relacionados con la polinización con tus alumnos?”, muestra que pretenden trabajar con metodologías más activas, como las salidas al medio natural (38.6%), la visualización del proceso en la realidad (29.5%) o emplear metodologías de investigación con los alumnos (11.4%). Sin embargo, la opción más señalada por los futuros docentes es la de utilizar videos o imágenes que muestren el proceso de manera clara a los alumnos (47.7%). Otras formas de enseñar la polinización, menos escogidas por los participantes, son la de emplear una metodología expositiva, crear materiales específicos o realizar dramatizaciones (6.8%).

Tabla 3. Resultados de la categoría “¿cómo pretende enseñarlo?”

¿CÓMO PRETENDE ENSEÑARLO?	n	%
Imágenes o videos	21	47,7
Salidas al medio natural	17	38,6
Viéndolo en la vida real	13	29,5
Metodología de investigación	5	11,4

Metodología expositiva	4	9,1
Creación de materiales específicos	3	6,8
Dramatizaciones	3	6,8
No lo especifica	3	6,8

Finalmente, comparando los resultados de las dos preguntas anteriores, se observa que más del 70% de los docentes en formación analizados no imitaría la forma en la que aprendieron este contenido al enseñarlo a su futuro alumnado, seguido de un 18.2% de los participantes que imitarían algunas cosas de su forma de aprender, como visualizar videos o realizar una excursión (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la categoría “¿imitará su aprendizaje?”

¿IMITARÁ SU APRENDIZAJE?	n	%
No imita su forma de aprender	32	72.7
Imita algunas cosas de su forma de aprender	8	18.2
Imita su forma de aprender	1	2.3
No se puede saber	3	6.8

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha examinado la manera en la que los futuros docentes de EI han aprendido la polinización, y como pretenden enseñarlo a sus futuros alumnos. Los resultados destacan que, aunque la mayoría ha aprendido estos contenidos de manera teórica y expositiva, en un futuro lo enseñarían de manera más práctica como a través de salidas al medio natural. Además, con el fin de aclarar los conceptos, muchos de ellos piensan utilizar recursos audiovisuales o incluso proponer actividades donde observar el proceso de la polinización.

Se ha observado además que la mayoría no pretende imitar la forma en la que ellos aprendieron, quizás por el protagonismo que se le dio a la metodología expositiva. Por ello, es importante proponer actividades y recursos apropiados para la enseñanza de las ciencias en la formación de docentes, para que tengan referencias atractivas que poder imitar en su futura labor docente. Sin embargo, debemos tener siempre presente que en algunos estudios como el de Mellado et al. (2007) en el que se observó que habitualmente lo que pretenden hacer los docentes no siempre corresponde con lo que se hace después en las aulas.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por el Proyecto IB16140 del V Plan Regional de I+D+I (2014-2017) y el Proyecto GR21047 de la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional, así como por el Proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa. Elena Bravo Lucas agradece a la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional por la concesión de un contrato FPI predoctoral (PD18045).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Akal.
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J.L., Borrachero, A.B. (2019). Emociones de los futuros maestros de educación infantil en las distintas áreas del currículo. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23(4), 197-214.
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J. L., Mellado, V., & Conde, M. C. (2022). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 106, 172–198. <https://doi.org/10.1002/sc.21689>
- Fleer, M. (1991). Socially constructed learning in early childhood science education. *Research in Science Education*, 21(1), 96–103.
- Gordon, C. (2006). *The starwatcher programme: Learning astronomy science in a socially constructed, family centred environment* (MEd thesis). University of Western Sydney, Sydney.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- 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., Bermejo, M. L., Blanco, L. & Ruiz, C. (2007). The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and of teaching and learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 37-62.
- Neri, F., Neri, D., Costa, A. P., & Moreira, A. (2016). *WebQDA—Manual de Utilização Rápida*. Universidade de Aveiro.
- Prieto López, M. M. y Torralba-Burrial, A. (2021). Aprendiendo con las abejas en el primer ciclo de Educación Infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(2), 55-70. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.2.8262>
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford University Press.
- Tonucci, F. (2012). La ciencia a los tres años. *Aula de Infantil*, 68, 11–15.

La visión de los futuros docentes sobre la enseñanza de las ciencias experimentales y la educación inclusiva

Eva M. García Terceño¹, Ileana M. Greca Dufranc².

¹ Universidad de Burgos. emgterceno@ubu.es

² Universidad de Burgos. imgreca@ubu.es

RESUMEN: Aunque la diversidad de alumnado en los centros educativos es cada vez más significativa, todavía existen muchas dudas sobre cómo gestionar los procesos de enseñanza para garantizar el aprendizaje de todos. Esta situación es peor en la enseñanza de las ciencias experimentales (CCEE), con modelos de enseñanza poco flexibles. Los docentes son uno de los pilares para promover espacios educativos inclusivos, por ello, el presente estudio tiene por objetivo identificar la visión de futuros docentes de educación primaria y secundaria sobre la enseñanza de las CCEE en espacios inclusivos de aprendizaje, a través de un estudio de carácter cualitativo, con vistas a mejorar los programas de formación docente. Los resultados obtenidos muestran que los futuros docentes tienen una visión incompleta y sesgada sobre la inclusión educativa, en parte determinada por la percepción de una dificultad “intrínseca” en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las CCEE, sobre todo cuando en dicho proceso participa alumnado con necesidades educativas especiales.

PALABRAS CLAVE: educación inclusiva, enseñanza de las ciencias experimentales, formación docente, alumnado con necesidades educativas especiales.

ABSTRACT: Although the diversity of students in schools is becoming more significant, there are still many questions about how to manage teaching processes to ensure learning for all. This situation is worse in science teaching, with inflexible teaching models. This study aims to identify the vision of future teachers of primary and secondary education on the teaching of science in inclusive educational setting, as teachers are one of the pillars to promote inclusive educational spaces, through a qualitative study with a view to improving teacher training programs. The results obtained show that future teachers have an incomplete and biased vision of educational inclusion, partly determined by the perception of an "intrinsic" difficulty in the science teaching-learning process, especially when students with special educational needs are involved.

KEYWORDS: inclusive education, teaching science, teacher training, students with special educational needs.

INTRODUCCIÓN

Los cambios legislativos y sociales que se han producido en las últimas décadas han contribuido a una mayor diversidad en las aulas escolares. Aulas que reciben un creciente número de niños y niñas identificados como alumnado con necesidades educativas especiales (ACNEE). Dar respuesta a esta gran variabilidad de perfiles existente en las aulas, se torna una tarea muy exigente que requiere de avances colectivos (Muñoz-Villa et al., 2015), y no de acciones individuales, que promuevan cambios en las creencias sobre la educación inclusiva, en la organización y colaboración en las escuelas; en la formación inicial y permanente (Durán y Giné, 2011); y en los modelos de enseñanza utilizados

hasta el momento (Sharma et al., 2012; Somma, 2020). A este reto, hay que sumarle, además, las dificultades que encuentran muchos docentes para enseñar un área de conocimiento específico como son las CCEE. Dificultades que no solo radican en el contenido científico y en su conocimiento pedagógico, sino también en la falta de formación y experiencia en la enseñanza en aulas con ACNEE (van Garderen et al., 2012).

Este desafío al que nos enfrentamos, y sobre el que no existe demasiada investigación (García-Terceño y Greca, en revisión), recae principalmente en los docentes, quienes se sienten abrumados ante una situación que, en muchas ocasiones, no saben o pueden gestionar. La generación de competencias para abordar con garantías esta situación requiere de una formación sólida que tenga en cuenta la realidad percibida.

Por ello, con el objetivo final de contribuir a mejorar las experiencias de enseñanza y aprendizaje en las aulas, el presente estudio busca conocer cuáles son las ideas que los futuros docentes sostienen sobre la educación inclusiva y la enseñanza de las CCEE, a través de un cuestionario diseñado específicamente para este fin.

METODOLOGÍA

Participantes, instrumento y diseño

La muestra de este estudio está formada por un total de 91 estudiantes, de los cuales 32 proceden del Máster de profesorado que cursan la especialidad de ciencia en biología/geología o física/química; y 59 del Grado en Educación Primaria, dividido a su vez en dos grupos: 25 estudiantes de la mención en educación especial y 34 estudiantes de otras menciones. Con el objetivo de dar respuesta al propósito de investigación previamente definido, se diseñó un único cuestionario que ha sido adaptado a las características de cada grupo en función de su futuro rol docente.

El cuestionario fue diseñado en base a cuatro ideas principales, centradas en (Figura 1): (1) el abordaje de las CCEE en educación primaria y secundaria por los docentes, no especialistas en educación especial, responsables del área; (2) la función del maestro o maestra especialista en educación especial en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las CCEE; (3) la situación del ACNEE en las clases de CCEE, y (4) el sistema de relaciones creado en torno a cuatro elementos clave: docente de educación especial, docente responsable del área de CCEE, el alumnado en su conjunto, y específicamente el ACNEE.

Teniendo en cuenta este planteamiento, el cuestionario consta de 21 preguntas en escala de clasificación tipo Likert, con cinco niveles de respuesta, para conocer cómo los futuros docentes gestionarán un aula, previsiblemente diversa, en la que hay ACNEE y cinco preguntas abiertas para conocer la visión de los participantes sobre la inclusión educativa y sobre su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las CCEE. Finalmente, incluye tres preguntas cerradas para conocer su situación académica y su opinión acerca de la formación docente.

Una vez diseñado y revisado por tres expertas especialistas en educación especial, fue distribuido durante el último trimestre del año 2021, gracias a la colaboración de un grupo de profesorado universitario. Una vez recopilados todos los cuestionarios, la información recabada fue categorizada por una de las responsables de este estudio. Aunque las categorías no fueron determinadas a priori, las respuestas del alumnado fueron organizadas a partir de la discusión sobre inclusión y enseñanza de las CCEE encontradas en la literatura (García-Terceño y Greca, en revisión). La categorización fue supervisada

por la segunda investigadora, sin encontrar diferencias significativas. Después de una reflexión conjunta, se llegó a un acuerdo sobre un conjunto final de categorías.



Figura 1. Esquema para el diseño del cuestionario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan en este estudio son los referentes a la conceptualización de la educación inclusiva y a su influencia en la enseñanza de las CCEE, a través de la identificación de posibles limitaciones y oportunidades. Este estudio, por tanto, permite identificar cuál es la visión de los docentes sobre la inclusión educativa y la enseñanza de las CCEE. Un aspecto que se torna fundamental para el diseño de los programas de formación docente, puesto que, según Bandura, las creencias tienen un gran impacto en la toma de decisiones y en el nivel de compromiso adoptado con una tarea, es decir, las decisiones docentes, a nivel metodológico y organizativo, están fuertemente influenciadas por las creencias. Las respuestas recopiladas hacen referencia únicamente a las siguientes preguntas incluidas en el cuestionario: *¿Qué entiendes por inclusión educativa?*; *¿Cuáles consideras que son las mayores limitaciones o dificultades para enseñar ciencia en espacios inclusivos de aprendizaje?*; *¿Cuáles consideras que son las mayores potencialidades o virtudes de enseñar ciencia en espacios inclusivos de aprendizaje?*

Limitaciones/dificultades y potencialidades/virtudes para enseñar ciencia en espacios inclusivos de aprendizaje

En el caso de la enseñanza de las CCEE, la literatura muestra cómo los futuros docentes tienen una visión de su enseñanza tradicional, centrada en el docente y que requiere de un aprendizaje memorístico. Estas creencias se traducen en la perpetuación de los modelos tradicionales de enseñanza (Mansour, 2013), los cuales han provocado malos resultados académicos y desinterés entre los estudiantes. Una visión de la ciencia fundada en parte por las experiencias previas (Pajares, 1992) que los futuros docentes han vivido como estudiantes. Una de las limitaciones identificadas por los participantes como obstáculo para enseñar CCEE en entornos inclusivos de aprendizaje es, precisamente, la dificultad del contenido, sobre la que se han recopilado 9 referencias: *Personalmente considero que tales asignaturas ya son difíciles de explicar de por sí, debido a que requieren un nivel de atención y madurez más elevado por parte del alumnado* (MST4). Pero, además, también hacen hincapié en las metodologías (8 referencias) que se utilizan:

La manera que hay de enseñarlas actualmente, de manera muy teórica y poco práctica, me parece también una gran limitación (MST9).

Estas percepciones se alinean con las declaraciones de organismos internacionales como la Comisión Europea, a través del grupo de alto nivel sobre enseñanza de la ciencia (2007), la cual insta a buscar modelos de aprendizaje activo que tengan en cuenta los intereses y características específicas del alumnado (Pérez y De Pro, 2013). A pesar de dichas limitaciones, las áreas de CCEE son consideradas por los participantes como una oportunidad para ofrecer espacios de aprendizaje inclusivos (McGinnis y Stefanich, 2006), ya que la ciencia despierta *la imaginación, las ganas de aprender y de conocer el mundo que nos rodea* (EsUBU16) y permite *ser orientada de forma muy manipulativa, activa y participativa; contando con numerosas opciones de trabajo que faciliten la inclusión, el trabajo en equipo y un aprendizaje beneficioso para todo el alumnado* (GrUBU5).

Promover esta concepción cercana, dinámica y flexible de la enseñanza de las CCEE tiene un enorme peso en la promoción de espacios de enseñanza-aprendizaje inclusivos, tal y como detalla la Agencia europea para el desarrollo de la educación del ACNEE (2011). Sin embargo, dejar atrás las prácticas rígidas propias de un modelo tradicional requiere de formación y experiencia, y así, también lo entienden los participantes de este estudio al destacar la limitación que supone la falta de formación al respecto (14 referencias): *La (falta de) capacidad de adaptar los contenidos a todo el grupo de manera inclusiva* (GrUBU1).

A estas limitaciones, se suma la falta de recursos materiales y personales apropiados (12 referencias); la limitación temporal (3 referencias); los prejuicios existentes hacia el ACNEE y hacia la ciencia (3 referencias); y, por último, las características del alumnado (17 referencias): *A diferencia de asignaturas en que se puede memorizar, pero no entender, en las científico-técnicas esto es inviable, pues exigen una comprensión que, en ocasiones, no recae tanto en la figura del profesor, sino en la del mismo alumno* (MST24). Esta última referencia tiene una importancia superlativa, ya que se intuye una visión del ACNEE desde una perspectiva individual, que ‘se caracteriza por centrar todo el quehacer pedagógico en el déficit de los estudiantes, sin considerar los elementos de contexto ni las potencialidades de los niños’ (Muñoz-Villa et al., 2015, p. 72). De esta forma, se relega la responsabilidad docente, institucional y política de crear espacios de aprendizaje para todo el alumnado.

De las aportaciones que ponen el foco de atención en las características del alumnado, alrededor del 70% pertenecen a los futuros docentes de secundaria, no encontrando ninguna referencia en este sentido entre el alumnado de grado que cursa la mención en educación especial. Este resultado denota una visión de la inclusión muy limitada del futuro profesorado de educación secundaria que puede estar relacionada con la falta de atención a este respecto en sus planes de estudio (Manso y Martín, 2014).

Comprensión acerca de la inclusión educativa

Con respecto a las concepciones sobre inclusión educativa aportadas por los estudiantes, estas han sido divididas en seis categorías. Una de las más representativas con 31 referencias, es aquella que identifica la inclusión educativa con el respeto a los derechos fundamentales, una defensa solamente identificada por 3 estudiantes de educación especial: *Hacer que todos los estudiantes, independientemente de las necesidades específicas de cada uno, accedan a una educación de calidad, en la que puedan participar, acceder y aprender* (MST 18). Pero, también destacan las definiciones que

asocian la inclusión educativa con las necesidades del alumnado (36 referencias). Una categoría que, a su vez, se divide en dos subgrupos. Por un lado, aquel que se centra en dar respuesta a las necesidades de un colectivo concreto con 7 referencias, de las cuales 4 pertenecen a alumnado de máster: (MST 24): *Poder adaptar los métodos y técnicas educativos a los colectivos más necesitados y/o vulnerables*. Por otro lado, una interpretación más global, en la que se incluye al conjunto de estudiantes: *Es un modelo educativo que busca atender todas las necesidades de aprendizaje de los niños y niñas* (EsUBU 21).

El resto de las categorías identifican la inclusión como sinónimo de diversidad; como proceso que busca el bienestar emocional: *que todos los alumnos se sientan integrados e iguales en el aula* (GrUBU 19); y como oportunidad para juntar a todo el alumnado en el mismo espacio educativo. La sexta categoría agrupa aquellas definiciones poco específicas que no pueden ser incorporadas en ninguna de las categorías previamente identificadas.

La mayoría de estas aportaciones de forma conjunta son elementos que contribuyen a la generación de espacios de aprendizaje inclusivos. Aunque no existe un consenso unánime sobre cómo abordar este tema, sí existe un acuerdo internacional sobre cuáles son las claves que lo fundamentan. Estas claves, recopiladas por Durán y Giné (2011), se basan en el respeto a las diferencias, el reconocimiento y garantía de derechos, en asegurar la participación real del alumnado, en el desarrollo y capacitación de los centros educativos, en el desarrollo integral de todo el alumnado y en la identificación y reducción de las barreras. Esta práctica global y completa de la inclusión educativa genera una serie de beneficios en el conjunto del sistema educativo que se relacionan con las identificadas por la muestra de este estudio. Los beneficios de enseñar CCEE en espacios inclusivos de aprendizaje están relacionados con la mejora del aprendizaje y la cohesión del grupo; con el desarrollo de habilidades sociales y valores y con el enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, gracias a la inclusión de diferentes puntos de vista.

Aunque aparecen visiones incompletas de la inclusión, nuevamente, se destaca que el alumnado del máster, al menos de la muestra en cuestión, parece tener una visión más “legalista” de la inclusión que los futuros docentes de educación primaria. Esta visión está bien, pero no profundiza en aspectos didácticos concretos que permitan la generación de espacios inclusivos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con este estudio muestran que los futuros docentes tienen una visión incompleta sobre lo que es la inclusión educativa, la cual está sujeta a ciertas percepciones negativas sobre la enseñanza de las CCEE, relacionadas con la dificultad de su enseñanza y su aprendizaje por parte del alumnado, sobre todo de aquel al que se le atribuyen necesidades educativas especiales. Esta visión sesgada sobre lo que implica la educación inclusiva puede influir en las decisiones pedagógicas tomadas para abordar la enseñanza de la ciencia, y repercutir, en última instancia, en el aprendizaje del alumnado. Además, este desconocimiento y la falta de estrategias crea frustración y ansiedad en los docentes (Poblete-Christie et al., 2019).

Asimismo, estos resultados también ponen en evidencia los problemas que lastran y dificultan el aprendizaje de las CCEE en los centros educativos. Problemas ya identificados, como la utilización de metodologías obsoletas e ineficaces. Conocemos la realidad educativa y el valor de la diversidad en los centros educativos, pero, seguimos

topándonos con las mismas dificultades que impiden dar una respuesta satisfactoria a esta situación.

Todo esto demuestra la necesidad de impulsar la investigación educativa para mejorar la formación docente y para desarrollar estrategias más apropiadas para enseñar ciencia a todo el alumnado. Sin olvidar que el sistema es el que debe adaptarse al estudiante y no al revés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia europea para el desarrollo de la educación del alumnado con necesidades educativas especiales. (2011). *La formación del profesorado para la Educación Inclusiva en Europa. Retos y oportunidades*. Comisión Europea. https://www.european-agency.org/sites/default/files/te4i-challenges-and-opportunities_TE4I-Synthesis-Report-ES.pdf
- Grupo de alto nivel sobre enseñanza de la ciencia (High level group on science education). (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Comisión Europea. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5e745fa8-d837-4d9d-bdb0-dd13701c1d81>
- Durán, D. y Giné, C. (2011). La formación del profesorado para la educación enclusiva: Un proceso de desarrollo profesional y de mejora de los centros para atender la diversidad. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 5(2), 153-170.
- García-Terceño, E. M. y Greca, I. M. (en revisión). Teaching science to students with special educational needs: a systematic review of science teaching-learning approaches in regular and special education settings.
- Manso, J. y Martín, E. (2014). Valoración del máster de formación de profesorado de Educación Secundaria: Estudio de casos en dos universidades. *Revista de Educación*, 364, 145-169. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2014-364-258>
- Mansour, N. (2013). Consistencies and inconsistencies between science teachers' beliefs and practices. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1230-1275. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.743196>
- McGinnis, J. R. y Stefanich, G. P. (2006). Special needs and talents in science learning. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 287–318). Routledge.
- Muñoz-Villa, M., López-Cruz, M. y Assaél, J. (2015). Concepciones docentes para responder a la diversidad: ¿Barreras o recursos para la inclusión educativa? *Psicoperspectivas*, 14(3), 68-79. <https://doi.org/10.5027/PSICOPERSPECTIVAS-VOL14-ISSUE3-FULLTEXT-64>
- Pajares, M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of educational research*, 62(3), 307-332.
- Pérez, A. y De Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero y J. A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 495-520). Grupo de investigación DEPROFE.
- Poblete-Christie, O., López, M. y Muñoz, L. (2019). ¿De la frustración a la alegría o de la alegría a la frustración? Significados sobre inclusión educativa construidos por docentes a partir de su experiencia emocional. *Psykhē*, 28(1), 1-14. <https://doi.org/10.7764/psykhe.28.1.1126>
- Sharma, U., Loreman, T. y Forlin, C. (2012). Measuring teacher efficacy to implement inclusive practices. *Journal of research in special educational needs*, 12(1), 12-21. <https://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2011.01200.x>
- Somma, M. (2020). From segregation to inclusion: special educators' experiences of change. *International Journal of Inclusive Education*, 24(4), 381-394. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1464070>

van Garderen, D., Hanuscin, D., Lee, E. y Kohn, P. (2012). QUEST: A collaborative professional development model to meet the needs of diverse learners in K-6 science. *Psychology in the schools*, 49(5), 429-443. <https://doi.org/10.1002/pits.21611>

Las bases del Conocimiento Profesional del Profesorado en formación inicial sobre la Naturaleza de la Ciencia

Bartolomé Vázquez-Bernal¹, M^a Ángeles de las Heras Pérez², Roque Jiménez-Pérez³, Diego A. Retana Alvarado⁴

¹ Universidad de Huelva. bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

² Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

³ Universidad de Huelva. rjimenez@ddcc.uhu.es

⁴ Universidad de Costa Rica. diegoarmando.retana@ucr.ac.cr

RESUMEN: El trabajo analiza las percepciones que el alumnado del Máster de Profesorado de Secundaria (MPS) de Física-Química posee sobre la Naturaleza de las Ciencias (NDC) en su Conocimiento Profesional inicial, basado en lo que se denomina Hipótesis de la Complejidad. El sistema de categorías lo conforman cuatro categorías: Qué es el conocimiento científico, Quién lo construye, Cómo se construye y Para qué sirve. Los resultados indican la existencia de obstáculos que pueden abordarse en este periodo de su formación inicial.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento Profesional, Hipótesis Complejidad, Naturaleza de la Ciencia.

ABSTRACT: The paper analyzes the perceptions that the students of the Master's Degree in Physics-Chemistry have about the Nature of Science (NoS) in their initial Professional Knowledge, based on what is called the Complexity Hypothesis. The category system is made up of four categories: What is scientific knowledge, who builds it, how it is built and what it is for. The results indicate the existence of obstacles that can be addressed in this period of their initial training.

KEYWORDS: Professional Knowledge, Complexity Hypothesis, Nature of Science.

MARCO TEÓRICO

El sustrato teórico del conocimiento del profesorado se ha ido remodelando con el paso del tiempo, con teorías en competición, existiendo en la actualidad un enfoque más integrado (Carlson & Daehler, 2019). Este enfoque que sitúa las Bases del Conocimiento Profesional del Profesorado (BCPP) como sustentación del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), el cual describe las complejas capas de conocimiento y experiencia (Acción, Personal y Colectivo) que dan forma e informan la práctica del profesorado a lo largo de sus carreras profesionales.

En paralelo, se ha venido desarrollando el concepto de Hipótesis de la Complejidad (HC), cuya noción central es el desarrollo de la competencia del profesorado para interactuar, junto con su alumnado, de forma emancipadora con el entorno social y sostenible con el natural, a través de la acción y la reflexión orientada a la praxis (Retana, 2018; Vázquez-Bernal et al., 2021). Esta HC se estructura en torno a tres dimensiones (Técnica, Práctica

y Crítica) de forma jerárquica, con un gradiente de interacción socio-natural, situando los obstáculos en la denominada racionalidad técnica (dimensión Técnica. Para la NDC se parte del trabajo de Wamba (2000) que parte de una concepción epistemológica de carácter empirista-mecanicista-positivista, pasando por estados intermedios, hasta una posición constructivista social y relativista para la ciencia y su desarrollo. Creemos que el trabajo es relevante, pues como expresa García-Carmona (2021) en una revisión desarrollada, en España, la NDC ha sido infra-atendida en la educación científica, en general y, especialmente en Educación Primaria.

METODOLOGÍA

A partir de las nociones de BCPP (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999) y la HC, se ha establecido un sistema de categorías (tabla 1) que incide en el Conocimiento sobre la Ciencia, en concreto sobre la NDC del BCPP y que articulamos en 4 ámbitos: Qué es el conocimiento científico (A), Quién construye el conocimiento científico (B), Cómo se construye el conocimiento científico (C) y Para qué sirve el conocimiento científico (D).

Tabla 1. Sistema de categorías para el análisis de la NDC en las BCCP.

Categorías	Indicadores	Descriptorios	Nivel de Complejidad
Qué es el conocimiento científico (A)	Los conceptos y modelos científicos son fieles reflejos de la realidad.	El conocimiento científico se corresponde con una concepción epistemológica de carácter empirista-mecanicista-positivista	A ₁ (inicial)
	El conocimiento científico es una forma de ver el mundo, organizada y consensuada por una comunidad científica.	Este conocimiento se caracterizaría por ser un reflejo de la realidad externa, el cual permitiría la posibilidad de un conocimiento objetivo y, por tanto, de verdades absolutas y cerradas, lo que conduce a una visión enciclopedista y acumulativa del mismo y a la supremacía del conocimiento científico por encima de cualquier otro tipo de conocimiento	A ₂ (transición)
	La validación del conocimiento científico pasa por ser aceptado por culturas diferentes.	Este tipo de conocimiento es validado a través de niveles intermedios de concepciones. En el nivel intermedio encontramos modelos duales entre positivismo y constructivismo	A ₃ (transición)
	El conocimiento científico es provisional, no puede ser nunca impuesto como la verdad, y tiene carácter temporal.	El conocimiento científico se corresponde con una concepción epistemológica de carácter constructivista-relativista, en el que el conocimiento es considerado como construcción que ocurre en la interacción sujeto-sujeto y sujeto-mundo, estando determinado tanto por las propiedades de la realidad como por las del sujeto que lo construye	A ₄ (referencia)
Quién construye el conocimiento científico (B)	La ciencia es fundamentalmente una construcción individual	La construcción del conocimiento es un acto individual, producto de reflexiones aisladas de la interacción social	B ₁ (inicial)
	La ciencia es fundamentalmente la labor de un equipo de investigación	La construcción del conocimiento se enmarca en las labores de un equipo de investigación	B ₂ (transición)
	La ciencia es el producto del trabajo de la comunidad científica	El conocimiento científico lo construye la comunidad científica, con la actividad de científicos activos, poseedores de un método infalible	B ₃ (transición)

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

	La ciencia es fundamentalmente una construcción social	La construcción del conocimiento no es exclusiva de los científicos, se admite el valor del conocimiento popular, que son individuos subjetivos, pero colectivamente críticos y selectivos, su actividad está condicionada histórica y colectivamente	B ₄ (referencia)
Cómo se construye el conocimiento científico (C)	A menudo, los descubrimientos científicos se han producido por casualidad	Dicha construcción se establece a partir de los hallazgos casuales producto de reproducciones empíricas y trabajos elaborados por individuos	C ₁ (inicial)
	El desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia ha sido un proceso acumulativo de más y más conocimiento	El conocimiento científico se construye a partir de una acumulación de experiencias empíricas, producto de la observación directa de la naturaleza y de los fenómenos, lo que conduce a una formulación de hipótesis y a su posterior contrastación	C ₂ (transición)
	El conocimiento científico empieza con observaciones en la naturaleza, que le llevan a elaborar hipótesis, comprobarlas y finalmente desarrollar teorías	El conocimiento científico es un reflejo de la realidad subyacente y una construcción colectiva que transita entre la subjetividad de quien la produce partiendo además del reconocimiento del mundo y de los aportes de una comunidad científica	C ₃ (transición)
	El conocimiento científico se construye aplicando una lógica universal al mundo de los fenómenos naturales	Dicha construcción se acerca a distintas formas de acercar el mundo fenomenológico con una visión que acerca más al constructivismo social y a no necesariamente partir de las mismas lógicas	C ₄ (transición)
	El conocimiento científico es el resultado del consenso y la negociación dentro de la comunidad científica	Los criterios de construcción del conocimiento parten por el reconocimiento del mundo natural y de los fenómenos como una construcción social, mediada por el trabajo y esfuerzo de una comunidad científica	C ₅ (referencia)
Para qué sirve el conocimiento científico (D)	Los nuevos conocimientos científicos han de tener consecuencias tecnológicas relevantes.	La ciencia debe servir para construcciones empíricas y debe ser siempre aplicable para la producción y consumo de tecnología	D ₁ (inicial)
	Los científicos intentan rigurosamente eliminar la perspectiva humana de la descripción del mundo	El conocimiento científico debe prevalecer frente a otro tipo de conocimiento, otorgando un valor de verdad atribuible a lo explicable desde la razón objetiva	D ₂ (transición)
	Una legítima meta del descubrimiento científico es controlar la naturaleza	Dicho conocimiento transita por el ámbito positivista, como factor de control de la naturaleza misma y de objeto de construcción absoluta	D ₃ (transición)
	El propósito de la ciencia es establecer un control intelectual sobre la experiencia en forma de leyes precisas que puedan estar formalmente organizadas y empíricamente comprobadas	El objetivo de dicho conocimiento es reduccionista y empirista en relación a la construcción de leyes y formulación de teorías	D ₄ (transición)
	El conocimiento científico sirve para acercarse a la verdad y lograr una comprensión plural del mundo en que vivimos	Se aplica más al ámbito de la construcción del conocimiento desde una perspectiva social más comprensible y del mundo	D ₅ (referencia)

El instrumento de recolección consistió en un cuestionario que emana directamente del Sistema de Categorías (tabla 1) con estructura tipo Likert (1: totalmente en desacuerdo, 2: desacuerdo, 3: acuerdo, 4: bastante de acuerdo, 5: totalmente de acuerdo. Se acordó usar un orden subvertido para impedir que el alumnado tuviese evidencias de la HC subyacente. Los individuos participantes fueron 46 estudiantes (27 mujeres y 19 varones), de formación mayoritaria en Ciencias Químicas (39) y unos pocos en Físicas (7) y una edad media de 27 años. Es importante recalcar que el cuestionario se implementó al concluir la docencia del alumnado en el máster.

Respecto a la consistencia interna del cuestionario, se calculó el omega de McDonald (aconsejado para variables ordinales cuando hay menos de siete alternativas elegibles), proporcionando un valor de 0.801, un valor satisfactorio y robusto en una investigación exploratoria.

RESULTADOS

Se aplicaron diversos métodos estadísticos (estadísticos descriptivos, correlaciones y análisis factorial) para encontrar pautas que permitiesen interpretar las percepciones del alumnado hacia la NDC. Ante la disparidad de resultados, básicamente inconsistencias de las respuestas del alumnado entre las dimensiones de una misma categoría (sin pautas concretas) y, para ahondar más en la HC, se decidió agrupar la escala Likert en una escala más reducida, de forma que los valores 1 y 2 se agruparon en el nuevo valor 1 y los valores 3, 4 y 5 con el nuevo valor 2. Estos resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2- Estadísticos descriptivos, correlaciones y factores extraídos.

Ámbitos	Categorías	M	DE	Error (%)	Correl. (+) Intra-ámbitos bivariadas (p <0 .05)	Correl. Inter- ámbitos bivariadas (p <0 .05)	Análisis factorial
Qué es el conocimiento científico	A ₁	1.78	0.417	23.43	-		Factor 1: A ₁ Factor 2: A ₂ -A ₃ -A ₄
	A ₂	2.02	0.494	24.46			
	A ₃	1.65	0.482	29.21			
	A ₄	1.63	0.610	37.42			
Quién construye el conocimiento científico	B ₁	1.35	0.482	35.70	B ₁ -B ₄ B ₂ -B ₃ B ₂ -B ₄		Factor 1: B ₁ -B ₄ Factor 2: B ₂ -B ₃
	B ₂	1.87	0.341	18.24			
	B ₃	1.98	0.147	7.42			
	B ₄	1.76	0.431	2.49			
Cómo se construye el conocimiento científico	C ₁	1.80	0.401	2.28	C ₁ -C ₂	A ₂ -D ₄ B ₁ -D ₄ B ₃ -C ₁ C ₄ -D ₄	No hay reducción factorial
	C ₂	1.98	0.147	7.42			
	C ₃	2.00	0.000	0.00			
	C ₄	1.93	0.442	22.90			
	C ₅	1.78	0.417	23.43			
Para qué sirve el conocimiento científico	D ₁	1.46	0.504	34.52	D ₂ -D ₃		No hay reducción factorial
	D ₂	1.43	0.501	35.03			
	D ₃	1.54	0.504	32.73			
	D ₄	1.76	0.431	24.49			
	D ₅	2.00	0.000	0.00			

A) Estadísticos descriptivos:

a) *Qué es el Conocimiento Científico*

Se observa que en esta categoría, los dos valores medios más elevados corresponden a los niveles intermedio (A₂) e inicial (A₁), es decir, existe una opción no despreciable de entender el conocimiento científico como superior con una concepción epistemológica de

carácter empirista-mecanicista-positivista, aunque existe una opción algo más minoritaria en niveles más complejos de transición (dualismo) y de referencia (constructivista-relativista).

b) Quién construye el Conocimiento Científico

En el caso de quiénes construyen, la opción más elegida en el nivel de transición (B₃) con diferencia. El alumnado percibe que es la comunidad científica la constructora, con la actividad de científicos activos, poseedores de un método infalible.

c) Cómo se construye el Conocimiento Científico

Las tres opciones más elegidas en el caso de cómo es la construcción, corresponden a los niveles de transición, en especial C₃, es decir, el alumnado entiende que este conocimiento es un reflejo de la realidad subyacente, a partir de una acumulación de experiencias empíricas, producto de la observación directa de la naturaleza y de los fenómenos, lo que conduce a una formulación de hipótesis y a su posterior contrastación. La última elección es el nivel deseable, C₄ relacionado con el constructivismo social.

d) Para qué sirve el Conocimiento Científico

En lo referente a la utilidad del conocimiento científico, parece que hay acuerdo entre el alumnado, pues la opción más elegida en la de referencia (D₄), es decir, existe una conciencia global y una perspectiva social más comprensible sobre esta finalidad del conocimiento.

B) Correlaciones

Para sustentar el estudio calculamos los errores asociados (tabla 3), para determinar la potencia estadística. Como se observa, solo dos correlaciones muestran valores superiores al 50 % de potencia, aunque este valor asociado a los “falsos negativos” se considera poco asumible. De estas correcciones, solo interpretaremos dos, asociados a las categorías Quién y Para qué, que nos indican que, previsiblemente, existen correlaciones positivas ente los niveles de transición de ambas categorías (B₂-B₃ y D₂-D₃). La primera, como se ha especificado, asocia la construcción a las comunidades de científicos exclusivamente y un reduccionismo positivista y empirista para la utilidad de la ciencia.

Tabla 3- Correlaciones significativas y errores asociados.

Correlaciones entre dimensiones	ρ Spearman H ₁	Error α	Potencia (1- β)
A ₂ -D ₄	0.354	0.016	0.51
B ₁ -B ₄	0.302	0.041	0.36
B ₁ -D ₄	0.302	0.041	0.36
B₂-B₃	0.385	0.008	0.51
B ₃ -C ₁	0.302	0.041	0.36
C ₁ -C ₂	0.302	0.041	0.36
C ₄ -D ₄	0.299	0.044	0.51
D₂-D₃	0.364	0.013	0.51

C) Análisis factorial

El análisis factorial realizado en cada categoría parece coincidir con los resultados de las correlaciones descritas anteriormente (ver tabla 2). Se observa en la categoría *Qué es el conocimiento científico* que existe una agrupación de variables entre los estados de transición (A₂-A₃) y análogamente con la categoría *Cómo se construye el conocimiento científico* con los estados intermedios B₂-B₃. Por su parte, la asociación B₁-B₄, entre los

niveles iniciales y de referencia parece inconsistente y habría que profundizar en el análisis de sus declaraciones personales.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados podemos concluir que, excepto en la categoría D, el alumnado del MPS se encuentra en el nivel de referencia, mientras en el resto se sitúan en etapas de transición, asumiendo ciertos aspectos de inconsistencias. Parece un resultado aceptable, ahora bien, la recolección de datos es al final del periodo de formación, por lo que parece que su grado de influencia es parcial y mejorable, como algunas experiencias han mostrado (Cobo-Huesa et al., 2022), aunque puede reforzarse con actividades finales reflexivas de autorregulación (Vicente, 2022). Por tanto, los planes de formación del profesorado para la enseñanza de las ciencias deben incluir la NDC (Carmona, 2021), así como investigar cómo los estudiantes perciben la ciencia y sus modelos en cualquier nivel educativo (Oliva y Blanco, 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlson, J. & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (eds.) *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Singapore: Springer Nature.
- Cobo-Huesa, C., Ariza, M. R., & Gallego, A. M. A. (2022). Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3602-3602.
- García-Carmona, A. (2021). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década. *Revista de Educación*, 394, 231-258.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & 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). Boston: Kluwer.
- Oliva, J. M. y Blanco, Á. (2021). Development of a questionnaire for assessing Spanish-speaking students' understanding of the nature of models and their uses in science. *Journal of Research in Science teaching*, 58(6), <https://doi.org/10.1002/tea.21681>
- Retana Alvarado, D. A. (2018). *El cambio en las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia basada en la indagación*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- Vázquez-Bernal, B., Mellado Jiménez, V. & Jiménez-Pérez, R. (2021). The long road to shared PCK: A science teacher's personal journey. *Research in Science Education*, 51(5). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11165-021-10028-4.pdf>
- Vicente, J., Jiménez-Tenorio, N., & Oliva, J. (2022). la Naturaleza de la Ciencia como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. *REIFOP*, 97(36.1). <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92424>
- Wamba, A. M. (2000). *Didactic models and obstacles to professional development: Case studies with teachers of Experimental Sciences in Secondary Education*. Doctoral dissertation. Recuperado el 22 de diciembre de 2021 de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/2717>

Las competencias deseables para enseñar Ciencias según los maestros de Primaria en formación

Juan-Carlos Rivadulla-López¹, Álvaro Martínez López², Óscar González Iglesias³

¹ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. juan.rivadulla@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. alvaro.martinez.lopez@udc.es

³ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. oscar.gonzalezi@udc.es

RESUMEN: Uno de los temas clave dentro de la Didáctica de las Ciencias Experimentales es la formación docente y las competencias profesionales que estos deben tener. Así, el objetivo de este trabajo es averiguar las competencias, habilidades y/o destrezas que, según los maestros en formación, ha de poseer un/a maestro de Primaria en relación a las Ciencias de la Naturaleza. Participaron 88 estudiantes que cursaban el Grado de Educación Primaria. Como instrumento de recogida de información se emplea un cuestionario de carácter cualitativo, conformado por cuestiones referidas a la clasificación de los participantes y a aspectos vinculados con la didáctica de las Ciencias de la Naturaleza. Concretamente, en este trabajo se aborda la pregunta sobre las competencias profesionales. Los resultados muestran que la mayoría se centra en los conocimientos pedagógicos y actitudinales que debe poseer un maestro de Primaria en detrimento de los conocimientos sobre la materia.

PALABRAS CLAVE: competencias profesionales, formación docente, Educación Primaria.

ABSTRACT: One of the key issues within the Didactics of Experimental Sciences is teacher training and the professional skills that they must have. Thus, the objective of this work is to find out the competences, abilities and/or skills that, according to teachers in training, a Primary teacher must have in relation to Natural Sciences. 88 students who were studying the Primary Education Degree participated. As an instrument for collecting information, a qualitative questionnaire is used, made up of questions referring to the classification of the participants and aspects related to the didactics of Natural Sciences. Specifically, this paper addresses the question about professional skills. The results show that the majority focuses on the pedagogical and attitudinal knowledge that a Primary teacher must possess to the detriment of knowledge on the subject.

KEYWORDS: professional skills, teacher training, Primary Education.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, está ampliamente aceptado que el/la maestro/a ha de ser un/a profesional capaz de diseñar, experimentar y evaluar nuevos enfoques teóricamente fundamentados, para lo que debe desarrollar competencias específicas centradas en el diagnóstico, análisis y toma de decisiones necesarias, que le permitan intervenir rigurosamente en las variables que inciden en la enseñanza/aprendizaje. Así, Alake-Tuenter *et al.* (2013), determinaron

tres dimensiones de competencias docentes necesarias para hacer efectiva una enseñanza de las ciencias basada en la investigación: a) Conocimiento sobre la materia, que incorpora las teorías, los principios y los conceptos. Este conocimiento no es suficiente por sí solo, es necesario, también un conocimiento pedagógico; b) Conocimiento pedagógico, que atendiendo a Shulman (1986), hace referencia a analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones. Incluye, también, el conocimiento sobre el currículum, el dominio y uso de estrategias, conocimientos vinculados con la evaluación, las actitudes sobre la propia ciencia y las actitudes sobre el conocimiento del alumnado; y c) Actitud sobre la ciencia y sobre su didáctica. Implica: la importancia que se le atribuye, placer o ansiedad, la percepción sobre la ciencia, autoestima en relación con la didáctica de las ciencias, la actitud en relación al desarrollo de competencias.

Lo anteriormente expuesto resulta coherente con las actuales tendencias en educación, las cuales están orientadas al desarrollo de competencias, tanto en el alumnado como en el profesorado. Así, una enseñanza de las ciencias orientada al desarrollo de la competencia científica de los estudiantes requiere que el maestro disponga de un suficiente nivel de desarrollo de competencia científica y de competencia didáctica (Cañal, 2012). En concreto, el nivel de competencia científica que debe poseer el maestro de Educación Primaria ha de ser superior al que se establece para el alumnado en el currículum de este nivel educativo. El desarrollo de la competencia científica es clave en la formación de los jóvenes, que deberán enfrentarse a situaciones y problemas del mundo globalizado y tecnológicamente avanzado en el que viven (Pedrinaci, 2012). Este desarrollo conlleva la adquisición de conocimientos, habilidades o actitudes (OECD, 2002), es decir, competencias específicas (OECD, 2016). Es evidente que para que las futuras generaciones adquieran la alfabetización científica, el aprendizaje de las ciencias naturales debe ocupar un lugar preferente en la educación de la ciudadanía (Aragón, Jiménez, Eugenio y Vicente, 2016). Además, el desarrollo de la competencia científica depende de cómo la promueven los docentes en las aulas (Lupión *et al.*, 2017) y esto, a su vez, depende de las competencias que estos tengan para poder desarrollarla. De hecho, en el estudio de Cerquera Arias *et al.* (2022), se indica que los docentes no generan habilidades científicas en el aula. Por otra parte, y según Neira-Piñeiro, Sierra-Arizmendiarieta y Pérez-Ferra (2018) y Jiménez-Fontana, Aragón y Albendín (2020), la competencia comunicativa es crucial para cualquier profesional, pero en especial para los futuros docentes. Finalmente, cabe destacar que la competencia didáctica del maestro de Educación Primaria implica la posesión de un conjunto integrado de capacidades didácticas, cuyo desarrollo, exige, a su vez, una serie de aprendizajes básicos de didáctica de las ciencias.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es averiguar las competencias, habilidades y/o destrezas que, según los maestros en formación, ha de poseer un/a maestro de Primaria en relación a las Ciencias de la Naturaleza.

METODOLOGÍA

La muestra de esta investigación está formada por 88 estudiantes del segundo curso de Grado de Educación Primaria de una universidad del noroeste de España. (el 62.5% son mujeres, el 88.64% tienen entre 18 y 25 años y solo el 27.27% accedió al Grado a través del Bachillerato de Ciencias y Tecnología).

Como instrumento de recogida de información se emplea un cuestionario de carácter cualitativo, conformado por cuatro cuestiones de clasificación (relativas al sexo, a la edad

y a los estudios académicos de los/as encuestados/as) y por seis preguntas abiertas que hacen referencia a aspectos vinculados con la didáctica de las Ciencias de la Naturaleza: competencias del profesorado; objetivos prioritarios de esta didáctica; temas y fenómenos a trabajar en el área; metodologías vinculadas con esta disciplina; conocimiento del profesorado en formación; y necesidades de formación. Concretamente, en este trabajo se aborda la pregunta sobre las competencias profesionales que debe poseer un maestro de Primaria en relación a las Ciencias según los maestros en formación.

La recogida de datos se realizó el primer día de clase en el marco de la materia “Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I” en el curso 2020/2021.

Para el análisis de datos se empleó una metodología cualitativa, estableciendo categorías a través en base a las respuestas de la muestra escogida. Así, basándose en Alake-Tuenter *et al.* (2013) se establecieron 3 grandes categorías: a) Conocimiento sobre la materia; b) Conocimiento pedagógico y habilidades; y c) Conocimiento actitudinal. Dentro de estas categorías, se establecieron subcategorías. A continuación, se realizó un análisis individualizado de dichas respuestas, con objeto de identificar el número de conocimientos (sobre la materia; pedagógico y habilidades; y actitudinal) que los participantes consideran que debe poseer un/a maestro de Primaria en relación a las Ciencias.

RESULTADOS

La mayoría de los participantes (73.86%) contemplan conocimientos pedagógicos / habilidades y conocimientos actitudinales (64.77%) a la hora de referirse a las competencias, habilidades y/o destrezas ha de poseer un/a maestro de Primaria en relación a las Ciencias de la Naturaleza. En menor medida, otros alumnos citan en sus respuestas conocimientos sobre la materia (46.59%).

De los 65 participantes que hacen referencia a conocimientos pedagógicos y habilidades, la mayoría se refiere a la propia metodología docente, entre los que destacan el saber implementar indagaciones/experiencias (49.23%) así como la necesidad de poseer habilidades sociales y comunicativas (47.69%). En menor medida también se refieren a que los docentes deben conocer diferentes recursos como libros de texto u otros materiales (15.38%), además de saber distribuir los espacios de un aula para favorecer el aprendizaje de las ciencias (13.84%)

Por otra parte, de los 57 participantes que en sus respuestas se refieren a conocimientos actitudinales, la mayoría aporta referencias genéricas, entre los que destacan la necesidad de que los docentes tengan creatividad (59.65%), así como pasión y entusiasmo por su trabajo (36.84%). Cuando se refieren a actitudes propias de las ciencias, el 24.56% se refiere a que los maestros posean una actitud investigadora, mientras que solo el 12.28% indica la necesidad de tener gusto e interés por la materia que enseñan.

Finalmente, de los 41 futuros maestros que se refieren a conocimientos sobre la materia en sus respuestas, la mayoría hace referencia a los propios conocimientos científicos que deben poseer los docentes para poder desarrollar con éxito el proceso de enseñanza/aprendizaje (92.68%).

Tabla 1. Aspectos incluidos en las respuestas aportadas por los futuros maestros en cuanto a las competencias que estos deben poseer para enseñar ciencias

CATEGORÍAS		RESULTADOS	
Conocimientos sobre la materia	Contenidos conceptuales	38 (92.68%)	
	Conocimientos relativos a la competencia científica	3 (7.32%)	
	Contenidos interdisciplinares	3 (7.32%)	
Conocimientos pedagógicos y habilidades	Recursos	Espacios distintos al aula	9 (13.84%)
		Libro de texto y otros materiales	10 (15.38%)
	Metodología	Currículum	6 (9.23%)
		Indagaciones/experiencias	32 (49.23%)
		Aprendizaje cooperativo/colaborativo	7 (10.77%)
		Metodologías lúdicas	8 (12.31%)
		Aprendizaje significativo	5 (7.69%)
	Habilidades	Capacidad de escucha y atención	8 (12.321%)
		Capacidad de resolución de conflictos	6 (9.23%)
		Sociales y comunicativas	31 (47.69%)
Conocimientos actitudinales	Genéricas	Creatividad	34 (59.65%)
		Pasión y entusiasmo	21 (36.84%)
		Actitudes de respeto	5 (8.77%)
	Referidas a las Ciencias	Autocrítica	2 (3.51%)
		Gusto e interés por la materia	7 (12.28%)
	Actitud investigadora	14 (24.56%)	

Un análisis más detallado e individualizado de las aportaciones que realiza cada participante muestra que el 62,50% del total atiende a dos aspectos, preferentemente a los conocimientos pedagógicos y actitudinales que debe poseer un maestro para enseñar ciencias (61,82%) (figura 1), aunque otros participantes se refieren a los conocimientos de la materia y a conocimientos pedagógicos (23,64%) o a conocimientos de la materia y a conocimientos actitudinales (14,55%). Por su parte, el 20,45% del total de participantes consideran un solo aspecto en sus respuestas, centrándose mayoritariamente en los conocimientos pedagógicos (61,11%), mientras que solo el 22,22% se refieren a los conocimientos de la materia y el 16,67% a los actitudinales. Los demás participantes (17,05% del total) incluyen en sus respuestas aspectos relativos a los tres aspectos: conocimientos de la materia, pedagógicos y actitudinales.

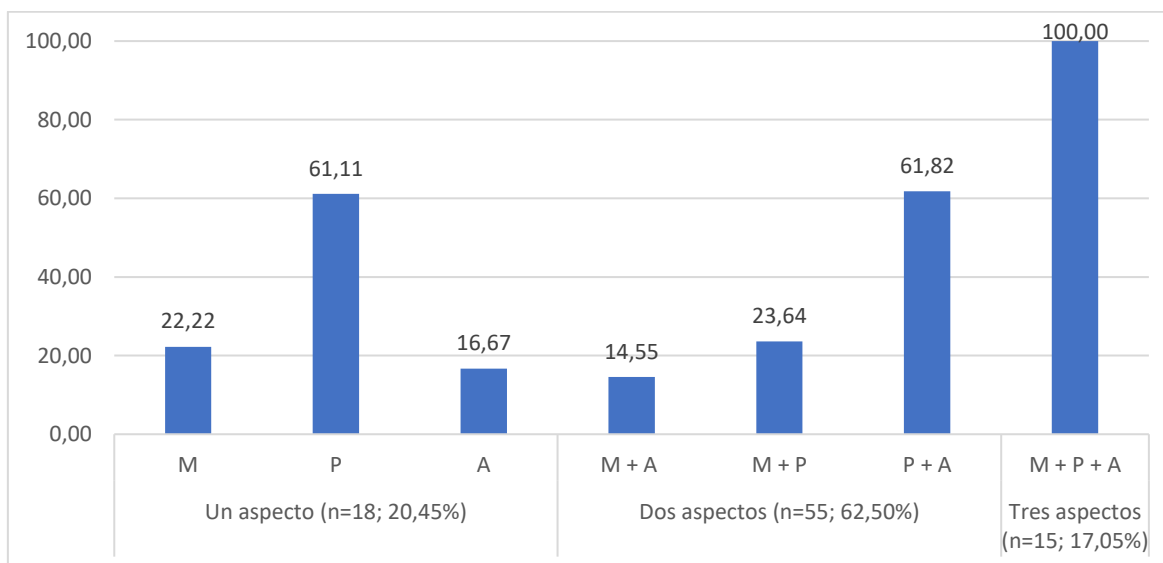


Figura 1. Nº de participantes que en sus respuestas incluye aspectos sobre los conocimientos de la materia (M), pedagógicos (P) y/o actitudinales (A)

CONCLUSIONES

En general, los participantes, cuando se refieren a las competencias, habilidades y/o destrezas que ha de poseer un/a maestro de Primaria en relación a las Ciencias de la Naturaleza, se centran en los conocimientos pedagógicos/habilidades y actitudinales en detrimento de los conocimientos sobre la materia.

Dentro de los conocimientos pedagógicos/habilidades, las más citadas son las habilidades sociales y comunicativas, lo cual resulta coherente con lo indicado por Neira-Piñeiro, Sierra-Arizmendiarieta y Pérez-Ferra (2018) y Jiménez-Fontana, Aragón y Albendín (2020), pues los futuros docentes deben enfrentarse ante situaciones comunicativas no solo con su alumnado, sino también con las familias, las instituciones o con otros docentes. No obstante, cabe destacar que las habilidades científicas no fueron citadas por los participantes, lo cual puede deberse a que a que no es parte en su formación inicial y continua el estudio del uso y formulación de preguntas que logren transformar la visión ingenua de las actividades o preguntas que los futuros maestros tienen en mente para abordar con su alumnado (Cerquera Arias *et al.*, 2022).

Teniendo en cuenta que la mayoría del alumnado que se refiere al conocimiento de la materia cita conocimientos científicos, se puede decir, en la línea de Alake-Tuenter *et al.* (2013), que cuando se refieren al conocimiento de la materia puede deberse a que los futuros maestros consideran que el conocimiento científico ya lo adquirieron a lo largo del sistema educativo en su etapa como estudiantes. En este sentido, y siguiendo a Akerson (2005), a los docentes se les debe dar la oportunidad de mejorar su conocimiento sobre la materia a través de distintas experiencias de la enseñanza de las ciencias, ya que los puntos débiles que pueda tener el profesorado sobre este conocimiento repercute directamente en las aulas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-I00).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alake-Tuenter, E.; Biemans, H. J. A.; Tobi, H.; Mulder, M. (2013). Inquiry – based science teaching competence of primary school teachers: A Delphi study. *Teaching and Teacher Education*, 35, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.04.013>
- Akerson, V.L. (2005). How do Elementary Teachers Compensate for Incomplete Science Content Knowledge? *Research in Science Education*, 35, 245-268.
- Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci; A. Caamaño, P. Cañal; y A. de Pro. *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (217-239). Barcelona: Graó.
- Cerquera Arias, M^a.P., Cuéllar López, Z., Cachaya Polanco, M^a.M., Suárez Leiva, L. A. & Cuéllar Alvira, S. (2022). Un estudio de caso sobre la caracterización de las concepciones y creencias de docentes de Ciencias Naturales en formación continua desde la formulación y uso de las preguntas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 260101-260116. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2601
- Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R. & Blanco-López, Á. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through contextbased teaching? A case study. *International Journal of Science Education*, 39(7), 937-963.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- OECD (2002). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo)*. Online: <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529556.pdf>
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. París: PISA OECD Publishing. Online: <https://bit.ly/2F5pjge>
- Pedrinaci, E. (coord.) (2012). *11 Ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Shulman, L. S. (1986). These Who Understand: Knowledge in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Las mezclas con agua. Una propuesta para la formación de maestros de Educación Infantil

Yolanda Golías Pérez¹, Susana García Barros², Juan-Carlos Rivadulla-López³

¹ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. y.golias@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. juan.rivadulla@udc.es

³ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. susana.gbarros@udc.es

RESUMEN: En este trabajo se presenta una actividad formativa dirigida al alumnado del Grado de Educación Infantil, tomando como tópico el agua. Se analizan, mediante dosieres, las producciones de 10 grupos de alumnos que vivencian, una experiencia – las mezclas con agua - e identifican las ideas clave y las habilidades que permite trabajar considerando cuáles de ellas son adecuadas para Educación Infantil (EI). Los estudiantes señalan los contenidos y las habilidades que la actividad permite trabajar, aunque en este último caso en menor medida de lo esperado. Además, la identificación de estas no siempre conduce a su consideración de idoneidad para ser trabajadas en EI.

PALABRAS CLAVE: formación docente; educación infantil; mezclas

ABSTRACT: This paper presents a training activity aimed at students of the Early Childhood Education Degree, taking water as a topic. The productions of 10 groups of students who deal an experience - mixtures with water - are analyzed through dossiers. They identify the key ideas and skills that the activity allows them to work up, assessing which of them are suitable for Early Childhood Education. The students indicate the contents and skills that the activity allows them to develop, although in the case of the skills a lesser extent than expected. In addition, the identification of these skills does not always lead to their consideration of suitability to be worked on in EI

KEYWORDS: teacher education; early childhood education; mixture

INTRODUCCIÓN

La formación del profesorado constituye una línea de investigación consolidada en la enseñanza de las ciencias, aunque algo descuidada en Educación Infantil (EI) (Roth, Mafra, y Plakitsi, 2013). Asimismo, la investigación ha puesto de manifiesto que esta formación no es una tarea fácil para el estudiante de Grado de Maestro de Infantil y Primaria porque tiene deficiencias en lo que respecta al conocimiento científico (Verdugo, Solaz, y Sanjosé, 2019) y, además, muestran dificultades para analizar actividades de enseñanza e identificar qué permiten enseñar (García Barros, Martínez Losada y Fuentes Silveira, 2016).

Actualmente, existe un amplio consenso respecto a la importancia de comenzar la educación científica en los primeros niveles educativos, donde la diversidad y profundidad de las experiencias vividas repercutirán positivamente en el conocimiento y comprensión del entorno natural, favoreciendo la motivación hacia las ciencias (Mérida, Torres-Porras y Alcántara, 2017), por lo que una adecuada formación docente en el ámbito de las ciencias revertirá en el aula de infantil.

Uno de los contenidos más extendidos en el currículo de escolar en todas las etapas educativas es el agua (Ramírez-Segado et al. 2021). Por otra parte, la vivencia de la experiencia a través de la manipulación de mezclas con agua y con otros materiales es trascendental para los alumnos de las primeras edades (Vega, 2012). Además, el desarrollo de este tipo de experiencias permite visibilizar el pensamiento del alumnado de EI, adquiriendo aprendizajes sobre su entorno más cercano y concienciando sobre el uso del agua (Gil y Manso, 2022). Por esta razón, nos hemos centrado en el estudio de este tópico, concretamente en la descripción y clasificación de las mezclas con agua.

Conforme a lo indicado, en este trabajo se pretende dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿cómo clasifican los/as estudiantes las mezclas?, ¿qué ideas clave (contenidos) y qué habilidades son capaces de identificar en el marco de la experiencia vivida? y ¿cuáles trasladarían al aula de EI?

METODOLOGÍA

Se planteó una actividad formativa para futuros maestros de EI, donde estos debía vivenciar una situación real que podría emplearse en 6º curso de EI, sobre mezclas con agua, empleando: lentejas, café molido, tiza, aceite, arenisca, vinagre, sal gorda y sal fina. En el transcurso de la misma los estudiantes tuvieron que: a) Realizar las mezclas, describir lo observado y plantear una clasificación; b) Predecir qué tipo de mezcla sería más contaminante en un río, considerando la mayor/menor facilidad para separar sus componentes; c) Identificar las ideas clave y habilidades trabajada; d) Señalar que ideas clave y que habilidades serían adecuadas para EI.

En el estudio participaron 40 alumnos (34 mujeres y 6 hombres) que cursaban la materia “Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza”, del 2º curso del Grado de Educación Infantil (2020-2021), en la Universidad de A Coruña. La actividad se desarrolló en grupos de 4 personas, en el transcurso de sesiones prácticas, siendo 10 el número total de grupos participantes.

Se analizaron las producciones de los alumnos empleando categorías de origen empírico. En primer lugar, con relación a la observación y clasificación de las mezclas ensayadas se consideraron dos categorías, mezclas homogéneas y heterogéneas, subdividiéndose cada una en dos subcategorías: descriptiva, que se justifica desde lo observable y académica, que emplea el propio concepto científico. Por otra parte, con respecto a las ideas clave que la actividad permite trabajar y su adecuación a EI, también se utilizaron categorías y subcategorías que se recogen en la tabla 1, junto al significado de cada una.

Por último, en la tabla 2 se muestran las categorías que, siguiendo el trabajo Laya y Martínez Losada, (2019), fueron empleadas para analizar las respuestas del alumnado sobre las habilidades que permite enseñar la actividad vivida y sobre las consideradas más adecuadas para EI. Cabe señalar que la actividad fue dirigida por uno/a de los/as autores/as, pero tanto el diseño como el análisis de los resultados fueron discutidos con el resto de los mismos.

Tabla 1. Categorías consideradas para analizar las ideas clave (contenidos) que permite enseñar la actividad vivida y las que los participantes consideran adecuadas para EI

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	SIGNIFICADO	
Tipos de mezclas	Heterogéneas	Justifica-observable-	Emplea o no el término mezcla heterogénea y se indica que las materias/sustancias se pueden diferenciar a simple vista.
		No justifica	Solo se emplea el término heterogénea
	Homogéneas	Justifica -disolución-	Emplea o no el término disolución y se indica que las materias/sustancias no se pueden diferenciar a simple vista
		Justifica -observable-	Emplea o no el término mezcla homogénea y se indica que las materias/sustancias no se pueden diferenciar a simple vista.
Características	Sin justificar	Solo se emplea el término homogénea	
	Separación de mezclas	Hace referencia a los sistemas de separación -densidad, el peso, polaridad, temperatura, etc.-	
	Cambios observables	Hace referencia al cambio de color.	

Tabla 2. Categorías consideradas para analizar las habilidades que permite enseñar la actividad vivida y las que los participantes consideran adecuadas para EI

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍA
A. Cognitivas básicas	A1. Identificar características; A2. Establecer relaciones; A3. Comparar; A4. Definir
B. Relativas al uso de conocimiento	B1. Describir; B2. Explicar
C. Correspondientes a procesos científicos para resolver problemas	C1. Observar; C4. Plantear hipótesis; C5 Planificar y buscar el mejor diseño; C6. Obtener datos; C7. Manipular
D. Asociadas al uso de pruebas	D1. Analizar e interpretar los datos; D2. Obtener conclusiones; D3. Argumentar

RESULTADOS

Los estudiantes en el transcurso de los ensayos realizaron descripciones y clasificaciones correctas de las mezclas heterogéneas (agua con lentejas, arenisca y aceite), aportando la mitad de los grupos respuestas académicas y la otra mitad descriptivas (figura 1). Asimismo, en las mezclas homogéneas clasifican adecuadamente la sal fina en agua, detectándose algunos errores con el resto de los materiales. Concretamente las mezclas del café molido y de la sal gorda con el agua fueron clasificadas como heterogéneas por 4 grupos, en ambos casos -3 y 2 grupos respectivamente- aportaron el término académico, mientras el resto justificó su opción en la descripción. Los grupos que identificaron la mezcla de la tiza y el vinagre equivocadamente como heterogéneas también utilizaron esta última justificación. Independientemente de la corrección de las clasificaciones realizadas, todos los grupos argumentaron que la eliminación de contaminantes del río sería más sencilla si se aprecian con facilidad los materiales/sustancias contaminantes – mezclas heterogéneas-. Por último, un análisis individualizado permitió observar que solo 2 grupos hicieron una clasificación de todas las mezclas de forma correcta, 4 grupos se equivocan en una mezcla y 4 grupos en dos mezclas.

Los estudiantes, una vez vivenciada la actividad, identificaron las ideas clave que ésta permite enseñar (ver figura 2). Todos señalaron el tipo de mezcla heterogénea, bien enunciando solo el término o explicando su significado desde lo observable - *Las mezclas heterogéneas son aquellas en las que se distinguen los dos componentes* (B34)-, 6 y 4 grupos, respectivamente. Asimismo, todos identificaron como idea clave la mezcla

homogénea, 3 enunciando solo el término y el resto haciendo una justificación, asimilable a una disolución- *Un material soluble es aquel que se disuelve por completo y no permite que se distingan los dos compuestos de la mezcla* (B36)- y/o a una descripción - *Una mezcla homogénea es aquella en la que, tras mezclar dos sustancias, sólo se observa una* (B31)-. Cabe indicar que dos grupos mencionaron estas dos últimas ideas. Por otra parte, varios grupos identificaron ideas clave relacionadas con las características de las mezclas, 6 en relación a la separación de mezclas -*Los materiales más densos que el agua se sitúan abajo. Los materiales menos densos que el agua se sitúan arriba* (B34)- y uno en relación a los cambios refiriéndose al cambio de color -*El agua puede cambiar de color al mezclarse con otro componente* (B24)-.

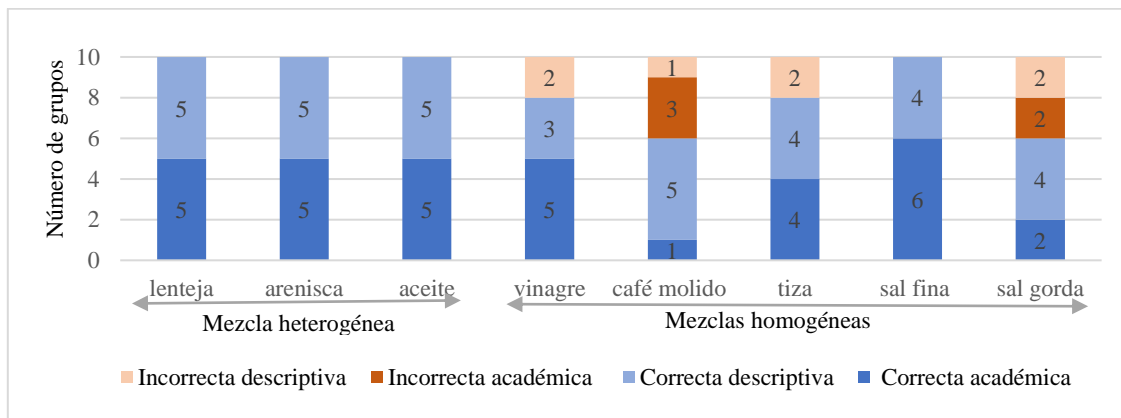


Figura 1. Respuestas del maestro en formación de EI en la clasificación del tipo de mezclas

Nos centramos ahora en las ideas clave consideradas por los estudiantes como adecuadas para EI. En general las correspondientes a los tipos de mezclas fueron valoradas como idóneas por la mayoría de los grupos que las identificaron, aunque algunos de estos justificaron su modificación, dirigida a la omisión del término, pero no de la idea en sí: - *Creemos que introducir los conceptos de homogéneo y heterogéneo puede resultarles difícil de interiorizar. Posiblemente entiendan la idea, pero no lo relacionen con el contenido conceptual* (B24)-. Por el contrario, las ideas clave señaladas en relación a las características de las mezclas, y más concretamente las referidas a su separación, se consideraron poco adecuadas para ser abordadas en EI, solo 2 de los 6 grupos que las identificaron inicialmente las mantendrían para este nivel. Sin embargo, la idea referida al cambio de color fue considerada idónea.

En la figura 3 se muestran las habilidades que identificaron los grupos al vivenciar la actividad. En general se citaron habilidades de los cuatro tipos empleados en el análisis, aunque en menor proporción las asociadas al uso de pruebas (D). Así, analizar e interpretar datos (D1) y argumentar (D3) fueron habilidades identificadas por solo 3 grupos, mientras que identificar características (A1), comparar (A3), observar (C1), manipular (C7) y concluir (D2) lo hicieron más de 7.

Centrándonos ahora en las habilidades que fueron valoradas como adecuadas para trabajar en EI, se aprecia cierta diversidad. Así, algunas como, identificar características (A1) u observar (C1) fueron consideradas idóneas prácticamente por todos los grupos que las identificaron, otras como, definir (A4) y concluir (D2), solo lo fueron por 2 y 4 grupos

respectivamente de los 7 que las identificaron inicialmente. Los estudiantes justifican este particular basándose en las dificultades que supone para los niños de EI. En cualquier caso, algunos grupos, que optaron por mantener las habilidades identificadas, proponen adaptar el lenguaje.

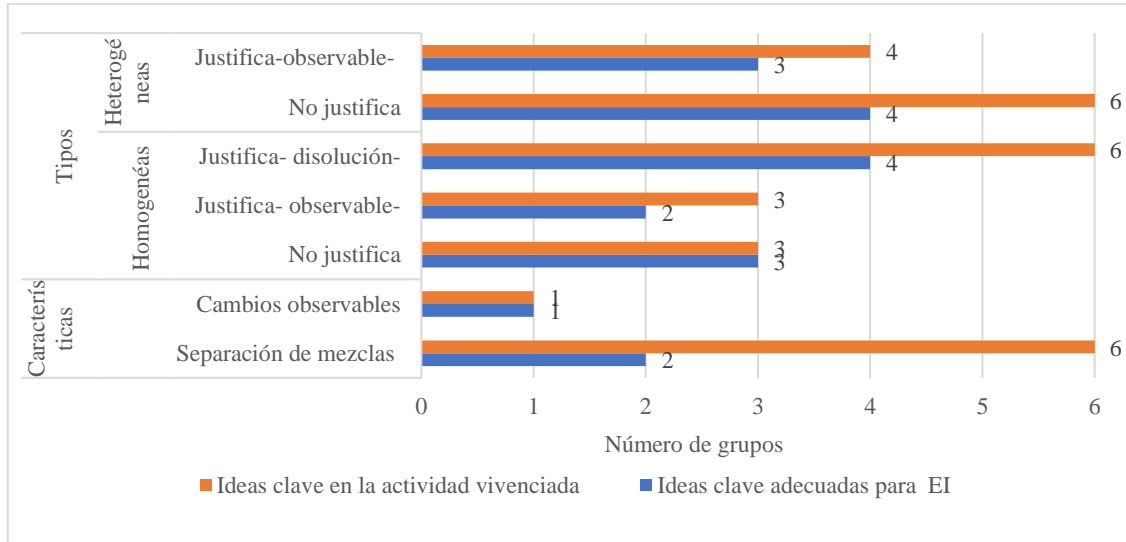


Figura 2. Ideas clave que, en opinión del alumnado, permite desarrollar la actividad vivenciada y las que los participantes consideran adecuadas para EI

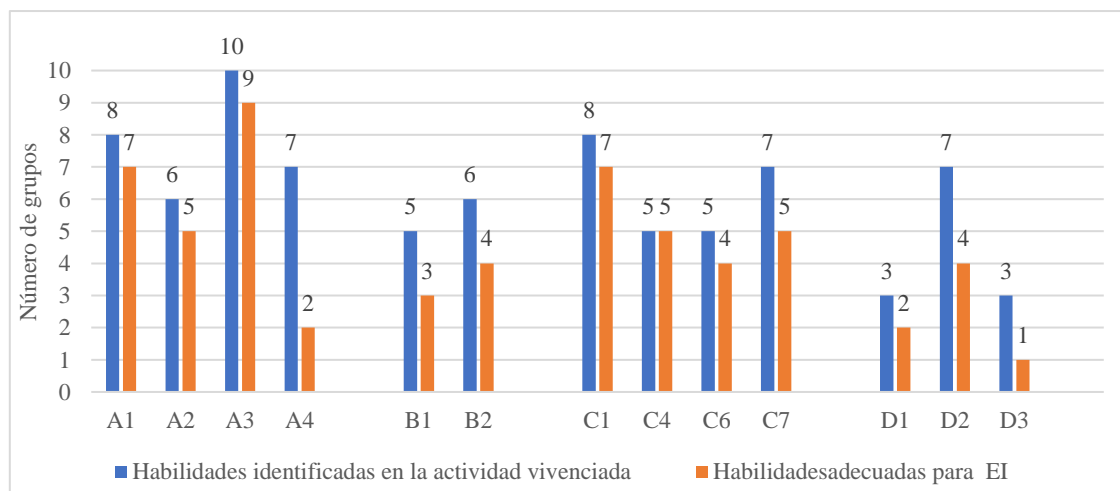


Figura 3. Habilidades/capacidades que, en opinión del alumnado, permite desarrollar la actividad vivenciada y aquellas que se mantiene en la propuesta de enseñanza

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

- Los estudiantes hacen, en su mayoría, una buena descripción y clasificación de las mezclas, mostrando dificultades solo en las homogéneas.
- Los participantes identifican las ideas clave que la actividad vivenciada permite trabajar refiriéndose a los tipos de mezclas y a las características de las mismas. Respecto a las habilidades identifican fundamentalmente los tipos relacionados con las cognitivas

básicas, el uso de conocimiento y los procesos científicos para resolver problemas, mostrando dificultades con las asociadas al uso de pruebas.

- La identificación de ideas clave y habilidades no siempre conduce a su consideración de idoneidad para ser trabajadas en EI por parte de los grupos participantes. Las ideas clave consideradas idóneas para EI están relacionadas con los tipos de mezclas y, en menor medida, con sus características. Las habilidades se centran en aquellas de menor nivel cognitivo, como comparar, identificar características, observar y manipular.

Los estudiantes mostraron algunas dificultades para identificar las mezclas homogéneas, quizás por la distracción que ejerce la aparición de precipitados –posos de café, restos de tiza...- en la apreciación de la mezcla homogénea en el sobrenadante. En cualquier caso, la experiencia condujo a una selección de ideas clave variadas, centradas tanto en el tipo como en las características de mezclas –la separación y cambios-. Sin embargo, estas últimas son poco consideradas para EI a pesar de que en el transcurso de la actividad vivenciada se activó la idea de separación en el marco de una predicción en un río contaminado. Cabe indicar que, en las mezclas, tanto los cambios como la separación son relevantes para EI, pues pueden visualizarse y ejecutarse, ampliando así las experiencias de los niños y contribuyendo al desarrollo de comparaciones y clasificaciones y otras habilidades que fueron valoradas por los futuros maestros. En este sentido conviene advertir de la dificultad de los estudiantes para identificar una habilidad de mayor nivel cognitivo, como la argumentación, empleada en el transcurso de la actividad vivenciada, lo que constituye un problema para considerarla para ser empleada en el aula de EI.

Lo indicado nos conduce a mejorar la actividad diseñada promoviendo la superación de los problemas científicos, pero también la mayor reflexión sobre las ideas clave y las habilidades que la actividad permite trabajar en la EI, manteniendo siempre la idea de que el contenido científico y didáctico han de ir de la mano durante el proceso de formación de los maestros.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-I00).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García Barros, S., Martínez Losada, C., y Fuentes Silveira, M^a. J. (2016). Conjugando el ámbito científico y didáctico en la formación docente. El caso del modelo de ser vivo. *Actas X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Universidad de Sevilla
- Gil Puente, C., Manso Bartolomé, A. (2022). Visibilizar el pensamiento a través de la enseñanza de las ciencias experimentales en Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1)
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1201
- Laya Iglesias, P., & Martínez Losada, C. (2019). La competencia científica en los libros de texto de Educación Primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 71-83.
<https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.5000>
- Mérida, R., Torres-Porras, J., y Alcántara, J. (2017). Didáctica de las Ciencias Experimentales en educación infantil. Un enfoque práctico. Síntesis.
- Ramírez-Segado, A., Rodríguez-Serrano, M. y Benarroch, A. (2021). El agua en la literatura educativa de las dos últimas décadas. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1107.
http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1107
- Roth, W.M., Mafra, M.I., y Plakitsi, K. (2013). Science education during early childhood. A cultural-historical perspective. Springer.

- Vega, S. (2012) Ciencia 3-6. Laboratorios de ciencia en la escuela de infantil. Grao.
- Verdugo, J.J., Solaz, J.J. & Sanjosé, V. (2019). Evaluación del conocimiento científico en maestros en formación inicial: el caso de la Comunidad Valenciana. *Revista de Educación*, 383, 133-162. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-383-404>

Percepciones de los docentes de primaria y secundaria ante el trabajo remoto asistido por tecnologías durante el confinamiento provocado por el Covid-19

John-Jairo Briceño-Martínez¹, Zaida Pérez-Castellanos² y Andrés Bernal-Ballén³.

¹ Universidad Antonio Nariño. Facultad de Educación. decano.educacion@uan.edu.co

² Universidad Antonio Nariño. Facultad de Educación. zaidaperez1984@gmail.com

³ Universidad Antonio Nariño. Facultad de Educación. abernal93@uan.edu.co

RESUMEN: Se realiza un análisis de las percepciones de 24 profesores de educación primaria y secundaria de instituciones educativas de Antioquia (Colombia) acerca del trabajo remoto realizado durante el confinamiento del año 2020 provocado por la pandemia por COVID-19. Estos docentes pertenecen a la Red de Investigación Escolar (RIE) conformada por 250 docentes, la cual es administrada por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA). Para lo anterior, los profesores respondieron un instrumento en línea, conformado por 28 ítems para indagar en diversas cuestiones (acceso, conocimientos en plataformas, desarrollo de las clases, dificultades y comunicación entre jefes y estudiantes). Se evidencia que además de las dificultades de conectividad que enfrentan los estudiantes, hay una emergente necesidad de los profesores por ser formados no solo en el uso pedagógico de las tecnologías sino en estrategias para motivar más a sus estudiantes y, sobre todo, en cómo acompañarlos con metodologías para el trabajo remoto en condiciones de conectividad intermitente.

PALABRAS CLAVE: Investigación escolar, modalidad remota, formación docente, tecnología en educación.

ABSTRACT: An analysis of perceptions of 24 primary and secondary school teachers from educational institutions in Antioquia (Colombia) who implemented the so-called "school research methodology" during the confinement of the year 2020 caused by the COVID-19 pandemic is carried out. These teachers belong to the School Research Network (RIE) which consists of 250 teachers and managed by the Science and Technology Center of Antioquia (CTA). For this purpose, the teachers responded to an online instrument, which consists of 27 items to inquire about different issues (access, knowledge of platforms, development of classes, difficulties and communication between teachers and students). It was evidenced that, in addition to the connectivity difficulties faced by students, there is an emerging need for teachers to be trained not only in the pedagogical use of technologies as well as in strategies to motivate their students more and, above all, in how to accompany them with methodologies for remote work in conditions of intermittent connectivity.

KEYWORDS: School research, remote modality, teacher training, technology in education.

INTRODUCCIÓN

Cuando la educación se lleva a cabo por fuera del marco de la presencialidad, las nuevas formas de educar reciben diferentes nombres que podrían agruparse en educación en línea, virtual, a distancia y, recientemente, por ocasión de la pandemia por COVID-19, educación remota de emergencia (Ibáñez, 2020). Esta última busca adaptar el proceso educativo a las circunstancias más favorables y de más rápido acceso tanto para docentes como para estudiantes. En ese contexto, clases apoyadas por tecnologías como Meet o Zoom, o a través de WhatsApp, llamadas telefónicas, impresión de guías y generación de contenidos digitales han sido reportadas recientemente (Avellaneda & Elizondo, n.d.).

No obstante, a pesar del esfuerzo realizado por los profesores y las instituciones educativas, el proceso de adaptación a estos nuevos escenarios de emergencia ha sido traumático y complejo (SITEAL, 2020). Los profesores en la mayoría de las ocasiones replican sus modelos de enseñanza usando una herramienta—como Zoom, por ejemplo. Asimismo, se ha evidenciado una resistencia al cambio hacia estas nuevas formas de enseñanza, debido a la poca eficiencia de esas herramientas para interactuar con los estudiantes (Zamora-Antuano, et al, 2021), y como consecuencia de las dificultades en el acceso y conectividad a internet (PNUD, 2021). Por lo tanto, es necesario formar a los profesores en metodologías más flexibles en las que se puedan adaptar a los cambios tanto en el uso de tecnologías como en el diseño de materiales educativos digitales (Tejedor et al, 2021). Para lograrlo, es necesaria la identificación de las percepciones de los profesores en ejercicio sobre estas metodologías usadas para enfrentar el trabajo remoto.

Teniendo en cuenta las circunstancias de confinamiento provocadas por la pandemia, los docentes han tenido que adaptar sus enseñanzas a escenarios apoyados por la tecnología, lo que les ha implicado en muchas ocasiones formarse de manera autodidáctica, por lo que esta investigación responde concretamente a la pregunta: ¿cuáles son las percepciones de profesores de primaria y secundaria que tuvieron que pasar de unas enseñanzas presenciales a unas remotas apoyadas por tecnologías?

METODOLOGÍA

Es un estudio cuantitativo en donde se hace un análisis estadístico descriptivo que surge de la aplicación de un instrumento diseñado por Briceño y Castellanos (2021). El instrumento es una escala Likert (1=nunca; 2=pocas veces; 3=casi siempre; y 4=siempre). Las opciones nunca y pocas veces fueron categorizadas como menos favorables; casi siempre como favorables; y siempre como muy favorables. Se indagaron ocho categorías: a) acceso y conectividad – ítems 1 y 2; b) conocimientos en plataformas y tecnologías – ítems 3 al 5; c) hábitos y espacios de trabajo – ítems 6 y 7; d) preparación de las clases – ítems 8 al 12; e) participación y motivación de los estudiantes – ítems 13 al 18; f) desarrollo de las clases – ítems 12 al 23; g) dificultad y disposición de los docentes hacia el cambio – ítems 24 y 25; y h) procesos de comunicación entre docentes y directivos – ítems 26 al 28.

Participantes

De los 24 profesores participantes del estudio, 19 son mujeres y 5 son hombres. Las edades están comprendidas entre 28 y 55 años, con una media de 44. Su experiencia en años está entre 2 y 30, con una media de 15. De ellos, 6 pertenecen al sector privado y 18 al oficial y acompañan los grados escolares así: 5 en preescolar, 10 en primaria y 9 en secundaria. Con respecto a las áreas de enseñanza, 5 son profesores de lengua castellana e idiomas; 3 son de las áreas de matemáticas y física; 4 de las áreas de ciencias naturales; 2 de las ciencias sociales y filosofía; un profesor de ética y religión y un profesor de

educación física. También hay 4 profesores en las áreas de pedagogía infantil y educación especial, así como 4 profesores que acompañan todas las áreas o áreas integradas.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Percepciones de los profesores de básica y media

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos y allí se destaca que los ítems más favorables son los 7, 9 al 13, 19, 21, 27 y 28. Los ítems medianamente favorables son el 1, 3, 4, 6, 8, 14 al 17, 20, y del 22 al 26. Los ítems menos favorables son el 2, 5, y el 18. En un estudio previo usando el mismo instrumento, Briceño y Castellanos (2021) obtuvieron un Alfa de Cronbach de 0,761. No obstante, para el presente estudio el valor aumentó a 0,870. Esto demuestra la pertinencia de este instrumento para identificar las percepciones de los docentes sobre las categorías descritas anteriormente.

Tabla 1. Porcentajes y frecuencias

Ítems	Suma de Escala (-) Favorable		Escala Medianamente Favorable		Escala (+) Favorable		Sin dato SD
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
1	2	8,4	13	54,2	9	37,5	0
2	12	50	10	41,7	2	8,3	0
3	6	25	9	37,5	9	37,5	0
4	5	20,8	10	41,7	9	37,5	0
5	14	58,3	7	29,2	3	12,5	0
6	2	8,3	12	50	9	37,5	1
7	4	16,7	7	29,2	13	54,2	0
8	1	4,2	12	50	11	45,8	0
9	6	25	8	33,3	9	37,5	1
10	0	0	7	29,2	17	70,8	0
11	7	29,2	7	29,2	10	41,7	0
12	0	0	4	16,7	20	83,3	0
13	1	4,2	4	16,7	19	79,2	0
14	2	8,3	12	50	10	41,7	0
15	6	25	12	50	6	25	0
16	4	16,7	17	70,8	3	12,5	0
17	10	41,7	12	50	2	8,3	0
18	15	62,5	9	37,5	0	0	0
19	0	0	3	12,5	21	87,5	0
20	5	20,8	13	54,2	6	25	0
21	3	12,5	6	25	15	62,5	0
22	1	4,2	14	58,3	9	37,5	0
23	4	16,7	16	66,7	4	16,7	0
24	3	12,5	18	75	2	8,3	1
25	3	12,5	11	45,8	9	37,5	1
26	1	4,2	12	50	11	45,8	0
27	1	4,2	6	25	17	70,8	0
28	3	12,5	9	37,5	12	50	0

Análisis por ítems

Acceso y conectividad

Los docentes en la mayoría de los casos manifiestan tener una conectividad intermitente para el desarrollo de las clases remotas (ítem 1), y en el caso de los estudiantes, los profesores perciben que estos tienen muchas dificultades a la hora de recibir o atender algún tipo de actividad que le implique una conexión por internet (ítem 2).

Conocimientos en plataformas y tecnología

Los ítems 3 y 4 evidencian que los docentes tienen un conocimiento y una preparación moderada en el uso de plataformas para el aprendizaje LMS (*Learning Management System*) y de herramientas tecnológicas para la educación (ítem 4). En el caso de los estudiantes, los docentes perciben que requieren desarrollar más habilidades que les permitan responder a las necesidades actuales de uso de la tecnología (ítem 5).

Hábitos y espacios de trabajo

Para el caso de los hábitos y rutinas de trabajo, los profesores expresan que no siempre las tienen bien establecidas y delimitadas, lo que puede significar dificultades para definir su dedicación a los asuntos laborales y personales (ítem 6) pero con relación al espacio de trabajo cuentan con uno adecuado para desarrollar su labor en casa (ítem 7). Las percepciones en esta categoría son medianamente favorables en el ítem 6 y muy favorables en el ítem 7.

Preparación de las clases

Los docentes perciben que preparan las clases con recursividad, tratando de adaptarse a las dificultades y la diversidad de las instituciones educativas (ítem 8). Con relación a las herramientas virtuales, sus percepciones son favorables, lo cual es comprensible debido a que en la medida que transcurren los meses surgen más herramientas en la web que buscan facilitarle la labor a los profesores (ítem 9). A pesar de los cambios que implicó retomar desde el escenario remoto, los docentes buscan ceñirse al modelo curricular definido por la institución educativa (ítem 10) y, procuran hacer uso de las herramientas virtuales que las instituciones educativas han puesto a su disposición para el desarrollo de su labor docente (ítem 11), buscando adaptar la enseñanza y generar empatía con los estudiantes para facilitar su proceso de comprensión de los contenidos curriculares ofrecidos a través de la modalidad disponible para cada caso (ítem 12).

Participación y motivación de los estudiantes

Los docentes fomentan la participación de los estudiantes en las clases (ítem 13), aunque la respuesta de estos no siempre respalda estos esfuerzos (ítem 14). Así mismo, la motivación de los estudiantes es moderada frente a las clases remotas (ítem 15), y con relación a su desempeño académico expresan que este ha sido regular en las clases remotas (ítem 16). Se destaca que, para los docentes, la participación de los estudiantes es medianamente mayor en las clases remotas o virtuales que en las clases presenciales (ítem 17). En lo relacionado con la deserción por parte de los estudiantes, los profesores evidencian una relación entre el cambio de modalidad y el retiro de éstos de las instituciones educativas (ítem 18).

Desarrollo de las clases y proceso de evaluación

Con relación a la comunicación establecida por los profesores con sus estudiantes, la mayoría de los profesores perciben que existe claridad a la hora de emitir los mensajes, dar instrucciones y recibir realimentación de las actividades en ambos sentidos (ítem 19); pero a la hora de atender las clases de manera virtual, los profesores perciben que sus estudiantes no siempre son puntuales a la hora de conectarse (ítem 20). En el cumplimiento de los horarios establecidos para las clases virtuales, este se cumple de acuerdo con lo determinado por la institución educativa (ítem 21) y los compromisos de entrega de tareas por parte de los estudiantes, el cumplimiento en las fechas pactadas es muy regular por parte de los estudiantes (ítem 22). Finalmente, con respecto a los procesos de evaluación, los profesores manifiestan haberlas realizado en cierta medida, aunque no tal cual como se tenían planeados para el año escolar (ítem 23).

Dificultad y disposición de los docentes hacia el cambio

La percepción hacía el cambio de modalidad de presencial a virtual o remota, los docentes la establecen de manera muy evidente como algo que representó cierto grado de dificultad ya que no todos han logrado adaptarse a estos nuevos escenarios (ítem 24, ítem 25).

Procesos de comunicación entre docentes y directivos

Las respuestas recibidas por parte de los directivos (rector y coordinador), cuando los docentes han solicitado apoyo administrativo o tecnológico, no han sido totalmente satisfactorias y pertinentes (ítem 26), aunque cuando se trata de otros temas de índole pedagógico, sí se da de manera fluida y sin ningún inconveniente (ítem 27). Es importante resaltar que los profesores se sienten acompañados pedagógicamente por sus respectivas instituciones educativas considerando lo que significa este nuevo reto para toda la comunidad académica (ítem 28).

Estadísticamente se encuentra que las percepciones medianamente favorables son mayores que las más favorables. Y estas a su vez fueron identificadas en mayor medida que las menos favorables.

Percepciones más favorables

- Los espacios de trabajo adecuados que cada docente encontró en su hogar (ítem 7).
- La recursividad para usar diferentes herramientas tecnológicas para mejorar la comunicación (ítem 9, ítem 11), así como el cumplimiento de los contenidos de los cursos (ítem 10) y la adaptación de diferentes estrategias para que el estudiante comprenda mejor los temas (ítem 12).
- Se procura con esfuerzo promover la participación (ítem 13), así no participen tanto los estudiantes como ya se analizó anteriormente.
- El docente se esfuerza porque haya buena comunicación con el estudiante (ítem 19), asimismo, cumple con la jornada laboral definida por la institución (ítem 21).
- Hay buena comunicación entre directivos y docentes (ítem 27, ítem 28).

Percepciones medianamente favorables

- El acceso y la conectividad de los docentes no es óptima (ítem 1).
- Los conocimientos en plataformas y tecnología pueden fortalecerse aún más con futuros procesos formativos (ítem 3, ítem 4).
- Los hábitos pueden ser mejorados, sobre todo, los tiempos para planear las clases y dedicar momentos para la vida privada como el compartir con la familia (ítem 6).
- La preparación de clases remotas puede realizarse enfrentando las diversas dificultades que se presenten (ítem 8), posiblemente, superando los obstáculos antes referidos.
- La participación de los estudiantes puede mejorar (ítem 14, ítem 17), al igual que la motivación de los estudiantes hacia las clases remotas (ítem 15) así como su rendimiento académico (ítem 16).
- El desarrollo de las clases puede realizarse de manera más puntual (ítem 20).
- Se requiere más responsabilidad para la entrega de trabajos y tareas y se cumpla con una mejor evaluación (ítem, ítem 22, 23).

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Se puede fortalecer la asesoría de directivos a docentes sobre el uso de la tecnología a usarse en el trabajo remoto (ítem 26).
- Por todo lo anterior, puede entenderse por qué ha habido dificultad hacia el cambio de modalidad presencial a remota (ítem 24, ítem 25).

Percepciones menos favorables

- Los estudiantes tienen pésima conectividad (ítem 2) y les falta bastante preparación para manejar la tecnología, específicamente aquella que está enfocada para su aprendizaje (ítem 5).
- La deserción a las clases aumentó con la modalidad remota (ítem 18).

DISCUSIÓN FINAL Y CONCLUSIONES

Las percepciones medianamente favorables son consideradas dentro de este estudio como oportunidades de mejora que la institución educativa puede realizar con los docentes para que puedan ser tenidas en cuenta en futuros procesos de formación. Las percepciones menos favorables, por el contrario, son aquellas que hicieron evidente las barreras de acceso a la conectividad y se alejan de la gestión que un rector pueda realizar en su colegio, pues requieren intervención de un gobierno local o nacional para que garantice puntos de acceso y conectividad. Aunque la educación remota es una alternativa para evitar que se suspendan los servicios educativos, se requiere de un esfuerzo del docente tanto en el diseño de guías y contenido digital como en la forma en que deberá hacer llegar a sus estudiantes ese material, bien sea por *whatsapp* o correo electrónico, herramientas que son menos difíciles de acceder en estos momentos en Colombia. Estas últimas iniciativas mencionadas que pueden realizar los docentes fueron valoradas dentro del estudio como percepciones más favorables y se convierten en una fortaleza del profesorado de la institución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avellaneda, D. L., & Elizondo, N. (n.d.). Implementación de políticas educativas en contexto de la pandemia de Covid-19 en Chile y Colombia. *Efectos Sociales, Económicos y de La Salud Ocasionados Por La Pandemia Del COVID19*, 321. DOI: <https://doi.org/10.54674/ess.v33i2.455>
- Briceño-Martínez, J. J., y Saavedra, M. P. C. (2021). Percepciones de docentes universitarios frente al cambio de modalidad presencial a remota por la COVID-19: comparación entre profesores presenciales y virtuales. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 33(2), 351–376.
- Ibáñez, F. (2020). ¿Educación en línea, virtual, a distancia y remota de emergencia? Cuáles son sus características y diferencias. *Observatorio de Innovación Educativa*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (18 de marzo de 2021). *PNUD América latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/presscenter/director-s-graph-for-thought/you-are-on-mute--because-internet-access-is-not-enough-for-the-.html>
- SITEAL. (12 de octubre de 2020). *Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina*. Obtenido de https://siteal.iiep.unesco.org/respuestas_educativas_covid_19
- Tejedor, S., Cervi, L., Pérez-Escoda, A., Tusa, F., & Parola, A. (2021). Higher education response in the time of coronavirus: perceptions of teachers and students, and open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 43.
- Zamora-Antuñano, M. A., Rodríguez-Reséndiz, J., Cruz-Pérez, M. A., Rodríguez Reséndiz, H., Paredes-García, W. J., & Díaz, J. A. G. (2021). Teachers' Perception in Selecting Virtual Learning Platforms: A Case of Mexican Higher Education during the COVID-19 Crisis. *Sustainability*, 14(1), 195.

Prácticas de aula en la enseñanza de las ciencias del profesorado de Infantil y Primaria y relación con la especialidad de acceso

Elena Thibaut Tadeo¹, Jordi Solbes Matarredona², Oscar Raúl Lozano Lucia³

¹ CEFIRE Científico, Tecnológico y Matemático. e.thibauttadeo@edu.gva.es.

² Facultat de Magisteri. Universitat de València. Jordi.Solbes@uv.es.

³ Facultat de Magisteri. Universitat de València. Oscar.Lozano@uv.es.

RESUMEN: Para evaluar el impacto de un curso de formación permanente para docentes en activo en colegio públicos sobre enseñanza de las ciencias en Infantil y Primaria de la Comunidad Valenciana se consideró necesario investigar sobre la frecuencia de uso de ciertas prácticas de aula. Mediante un cuestionario se recabó esta información antes de la realización del curso. Los datos se analizaron estableciendo tres categorías según la especialidad mediante la que accedieron a su puesto de trabajo y aplicando la prueba de Kruskal-Wallis. Las diferencias entre la frecuencia de uso de las prácticas de aula del docente tutor generalista de Primaria y el docente de Infantil fueron significativas. En cambio, no se encontraron diferencias entre los docentes de primaria, a pesar de que algunos de ellos procedían de otras especialidades.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las ciencias, formación permanente, profesorado de infantil y primaria

ABSTRACT:

In order to evaluate the impact of a training course for in-service public schools teachers about science teaching in Early Childhood and Primary in the Valencian Community, it was considered necessary to investigate the frequency of use of some classroom practices. This information was collected through a survey before the beginning of the course. The data were analysed by establishing three categories according to the teachers access speciality and applying the Kruskal-Wallis test. The differences in frequency of use of the classroom practices between primary and early childhood teachers were significant. Nevertheless, no differences were found among primary school teachers, despite the fact that some of them came from other specialties.

KEYWORDS: Science education, permanent training, early childhood and primary education

MARCO TEÓRICO

En la enseñanza de las ciencias las prácticas de aula tienen características concretas derivadas de la propia naturaleza del conocimiento científico. La variedad de estas prácticas, que se pueden denominar como experimentales, es amplia (Caamaño, 2006). La frecuencia de uso del laboratorio (Escobar y Vílchez, 2006) es la más representativa, pero también se pueden incluir las observaciones de fenómenos naturales y de construcción de objetos tecnológicos. Otras prácticas habituales entre los docentes de

primaria e infantil son el uso del libro de texto y fichas, por ser recursos de fácil acceso en las aulas. Si bien no son propios de las materias de ámbito científico y tecnológico, hay que considerarlas como objeto de estudio si se quiere estudiar el cambio de hábitos entre el profesorado y la adecuación de las prácticas para la enseñanza de las ciencias.

Si bien la frecuencia de estas prácticas no es un indicio de efectividad en el aprendizaje, e incluso hay resultados en la investigación que pueden conducir a conclusiones contradictorias (Abrahams y Millar, 2008), es un punto de partida para comenzar a construir una programación de aula coherente con el carácter del conocimiento científico. Un enfoque puede ser aquel que explicita el propósito de la práctica, teniendo en cuenta en el diseño instruccional a quién va dirigido, el tiempo en el que tendrá lugar y el cómo se llevará al aula (De Pro, 2011). O también puede ser de tipo indagativo, guiado por el docente con estrategias argumentativas (Fitzgerald, 2012; Hofstein, 2017; Lozano y Solbes, 2021).

La elección de unas prácticas de aula adecuadas a las materias de carácter científico y tecnológico parece un requisito necesario a la hora de enseñar ciencias, por lo que el docente que imparta estas materias debería ser especialista en las mismas. Sin embargo, la legislación vigente (RDL 1594/2011, de 4 de noviembre) especifica las especialidades de acceso a la enseñanza en las etapas de primaria e infantil, e indica que los docentes de otras especialidades diferentes a tutores generalistas (audición y lenguaje, psicología terapéutica, música, educación física, e idioma extranjero), podrán ser tutores bajo ciertas condiciones, pero no a la inversa.

Los resultados del estudio de Thibaut, Solbes y Lozano (2021), revelan que 2/3 del profesorado que ejercía de tutor en primaria había accedido a su plaza con otra especialidad.

A la vista de la cantidad de docentes en esta situación, surge la pregunta de si esta condición influye en el uso de las prácticas de aula de manera significativa.

METODOLOGÍA

La pregunta de investigación es: ¿Existen diferencias en la frecuencia de uso de ciertas prácticas de aula entre docentes que ejercen en la especialidad de acceso a su puesto laboral y aquellos que ejercen en una especialidad diferente?

Para poder contestar a esta pregunta se pasó un cuestionario a docentes en activo, con la finalidad de recabar información respecto a su situación laboral y las prácticas de aula relacionadas con la enseñanza de las ciencias.

A este cuestionario contestaron 197 docentes en activo de primaria e infantil, de los cuales 161 trabajan como tutores de primaria o en infantil. Los ítems de este cuestionario son:

- A.-Indica la especialidad de acceso a la función pública (de interinidad como de oposición)
- B.-Indica la especialidad en la que trabajas actualmente en tu CEIP.
 1. Además de las horas semanales de Ciencias Naturales, ¿cuántas horas extra durante la semana, de media, empleas a enseñar contenidos de ciencias?
 2. ¿Con qué frecuencia realizas experimentos científicos en el aula?
 3. ¿Con qué frecuencia realizas observaciones de fenómenos naturales?

4. ¿Con qué frecuencia construyes objetos tecnológicos?
5. ¿Con qué frecuencia realizas fichas de ciencias?
6. ¿Con qué frecuencia utilizas el libro de texto para los contenidos de ciencias?
7. ¿Con qué frecuencia das clase en el laboratorio?

C.-Hacéis alguna actividad complementaria dedicada a las ciencias en el CEIP. Descríbela.

La respuesta a los ítems A y B fue contestada en formato texto.

La respuesta al ítem 1 tenía formato numérico.

Los ítems 2 hasta el 7 se contestaban en un formato de escala numérica con el significado: 1=Nunca 2=Una o dos veces al año 3=Cada dos o tres meses 4=Una o dos veces al mes 5=Todas las semanas.

La respuesta al ítem C era abierta en formato de texto, y no obligatoria.

Combinando las respuestas de los ítems A y B, se han establecido tres categorías:

P: Primaria cuya especialidad de acceso ha sido Primaria.

I: Infantil cuya especialidad de acceso ha sido Infantil

Q: Primaria cuya especialidad de acceso ha sido otra

El análisis realizado ha consistido en una comparación de las distribuciones entre categorías en los ítems 1 al 7. Las muestras son independientes, ya que las personas en cada categoría son diferentes. La distribución de las respuestas de los ítems no es normal (prueba de Kolmogorov-Smirnov) por lo que se ha utilizado la prueba de Kruskal-Wallis para ver si las distribuciones de cada ítem son iguales entre categorías. Se ha comprobado la homocedasticidad en la distribución de cada ítem, aunque la falta de normalidad ya sugiere el uso de técnicas no paramétricas.

RESULTADOS

La prueba de Kruskal-Wallis para cada ítem nos dice que las tres distribuciones no presentan diferencias significativas en la construcción de objetos tecnológicos y en el uso del laboratorio. Tampoco hay diferencias significativas entre el profesorado de primaria, sea cual sea su especialidad de origen. Sin embargo, sí hay diferencias significativas en el resto de ítems entre el docente de Infantil y el que ejerce de tutor en Primaria.

Una representación de las medias de las puntuaciones obtenidas en cada categoría y cada ítem se puede ver en la Figura 1.

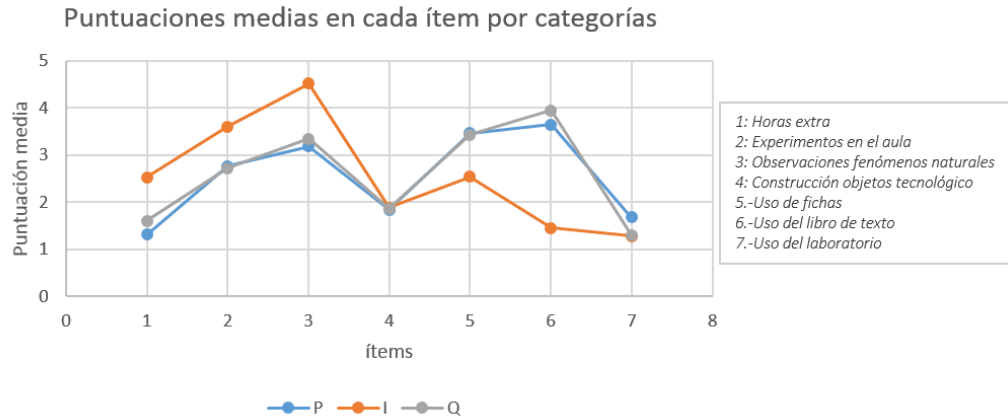


Figura 1: Gráfica con las puntuaciones medias en cada ítem por categorías

Respecto a las horas extra, el docente de Infantil emplea de media una hora más a la semana en enseñar ciencias que el docente de Primaria.

La experimentación en el aula también es mayor en Infantil, cuya práctica es estimada mensualmente en lugar de anualmente como ocurre en Primaria.

La observación de fenómenos naturales es alta en Infantil, siendo de frecuencia semanal en lugar de mensual como ocurre en Primaria.

La construcción de objetos tecnológicos es de frecuencia anual en todas las categorías.

En el uso de fichas, el docente de Infantil hace un uso anual y el de Primaria mensual, invirtiendo la tendencia de los ítems 2 y 3.

Ocurre lo mismo en el caso del uso del libro de texto, que es semanal en el caso del profesorado de Primaria, presentando la mayor diferencia con Infantil que solo lo usa esporádicamente al año.

El uso del laboratorio es casi inexistente en las tres categorías.

En el ítem C, se han obtenido una gran diversidad de respuestas, en las cuales se repiten algunas pautas. En el siguiente listado están las encontradas:

1.-Sobre el uso de laboratorios, hay 5 respuestas que indican no disponer de este espacio en el centro. Sin embargo, hay 7 respuestas que indican el uso del laboratorio explícitamente, o un aula de ciencias, o que disponen de un lugar en el aula para hacer experimentos (rincón, mural...). No obstante, hay un 12% que manifiesta realizar experimentos o talleres, sin especificar el lugar.

2.-Se hacen las que les ofrecen desde otras entidades, gratuitas, o lo hacen las familias. 13%

3.-Se trabaja ocasionalmente, por proyectos u organizando semanas de la ciencia, exposiciones o ferias. 24%

4.-Salidas extraescolares. Por ejemplo, a museos, parques naturales... 12%.

5.-No se hacen o han dejado la respuesta en blanco. Hay 22 respuestas que afirman que no se hacen actividades relacionadas con las ciencias en su centro y 116 que están en blanco, lo que supone un 70% de los encuestados.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las diferencias encontradas entre los niveles de Primaria e Infantil se pueden explicar por la tendencia en Infantil a trabajar de forma globalizada y lúdica ciertos contenidos (Altimir, 2017; Fernández-Oliveras, Molina y Oliveras, 2016) en oposición a la separación en asignaturas de Primaria. La orientación de los currículos también es distinta, lo cual puede influir en la elección de las prácticas habituales de aula. En general se puede decir que, en esta muestra, el profesorado de infantil se inclina más por actividades más experimentales y observaciones de fenómenos naturales, que el profesorado de primaria, que prefiere trabajar con fichas y libro de texto.

El hecho de no encontrar diferencias entre el profesorado de Primaria cuya especialidad de acceso fue distinta, se puede interpretar dentro de lo que Tyack y Tobin (1994) vinieron a llamar la “gramática de la escolaridad”. Este constructo hace referencia a las estructuras estables y las normas que rigen la instrucción docente dentro de una escuela. La organización en asignaturas diferenciadas, la gradación en niveles según edades o la existencia de un profesor por aula, son algunas de las características de esta gramática. Pero también lo es la forma de impartir una clase, los contenidos que se seleccionan, el tipo de exámenes... Esta estructura presenta resistencias al cambio y se convierte en preceptiva y no cuestionada. Es posible que el docente de otras especialidades que se ve obligado a trabajar como tutor en Primaria, decida adoptar los usos y costumbres que adopten sus compañeros y compañeras, sin cuestionarse si son efectivos o no.

La poca frecuencia de uso del laboratorio se puede explicar por la ausencia de estos espacios en los centros, tal y como expresan algunos de los docentes en el ítem 10. Sin embargo, no todos ponen de manifiesto este hecho, e incluso hay quien sí manifiestan usarlo o realizar experimentos.

Por otro lado, la realización de objetos tecnológicos, que presenta una media de frecuencia de uso baja y en la que coinciden tanto el profesorado de Primaria como el de Infantil, se puede explicar por el desconocimiento de este tipo de construcciones. En las respuestas al ítem C, solo hay 3 respuestas que hagan referencia a mecanismos o máquinas simples.

Las respuestas al ítem C concretan el tipo de actividades relacionadas con las ciencias que se realizan en los centros, matizando los resultados cuantificables de frecuencia de uso. Indican que en la mayoría de centros no se realizan actividades o no se conocen, o que no son diseñados ni llevados a cabo por el profesorado, o que son ocasionales y sin conexión curricular.

Estas conclusiones proporcionan una primera orientación a la hora de diseñar la formación permanente para la enseñanza de las ciencias, que debería contener la realización de experimentos de manera sencilla en el aula y con elementos cotidianos, variados y diversos, que puedan ser integrados en el currículo desde cualquier nivel, etapa y bloque.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto “Estudio sobre la enseñanza de las ciencias en educación infantil y primaria. Propuestas de mejora” PID2019-105320RB-I00, financiada por MCIN / AEI / 10.13039 / 501100011033

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altimir, D. (2017). *Com escoltar els infants?* Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat.
- Escobar, T. y Vílchez J.E. (2006). Uso del laboratorio escolar en educación primaria: la visión de los estudiantes de magisterio durante el prácticum. *Actas XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39.
- Abrahams, I. y Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science *International Journal of Science Education*, 30:14 1945-1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- De Pro, A. (2011). Aprender y enseñar con experiencias... y ahora para desarrollar competencias. *Investigación en la Escuela*, 74 , 5-21. <https://doi.org/10.12795/IE.2011.i74.01>
- España. Real Decreto 1594/2011, de 4 de noviembre, por el que se establecen las especialidades docentes del Cuerpo de Maestros que desempeñen sus funciones en las etapas de Educación Infantil y de Educación Primaria reguladas en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 9 de noviembre de 2011, núm. 270, pp. 116652 a 11657.
- Fernández-Oliveras, A., Molina, V. y Oliveras, M. L. (2016). Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática globalizada en infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 373-383. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.10
- Fitzgerald, A. (2012). *Science in Primary Schools: Examining the Practices of Effective Primary Science Teachers*. BRILL. 2012
- Hofstein A. (2017) The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning. En: Taber K.S., Akpan B. (eds) *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*. Sense Publishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_26
- Lozano, O. R. y Solbes, J. (2021). Promoting Inquiry Based Learning through entertaining science activities. *International Journal of Research in Education and Science*. 7(4), 1117-1135. <https://doi.org/10.46328/ijres.2390>
- Thibaut, E., Solbes, J y Lozano, O. R. (2021) Especialidades de acceso y de ejercicio de los docentes de ciencias de infantil y primaria. *En Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, (págs. 523-526). Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-4-1
- Tyack, D. y Tobin, W. (1994). The “Grammar” of Schooling: Why Has it Been so Hard to Change? *American Educational Research Journal*, 31(3), 453-479. <https://doi.org/10.3102/00028312031003453>

Preferencias de co-docencia del profesorado de Tecnología en formación

Enric Ortega Torres.

Universitat de València – Florida Universitària. enric.ortega@uv.es

RESUMEN: Se muestra una práctica de co-docencia diseñada y ejecutada por el alumnado de la especialidad de Tecnología del Máster de Secundaria y se analiza el estilo de co-docencia implementado en la fase de diseño e intervención así como las diferencias entre una y la otra. Los resultados muestran una convergencia hacia tipologías de co-docencia más convencionales en la fase de aplicación y ponen de manifiesto la necesidad de mejorar la formación de los futuros docentes en esta modalidad de docencia colaborativa.

PALABRAS CLAVE: (Co-docencia, Máster de Secundaria, Profesorado en formación Tecnología)

ABSTRACT: A co-teaching practice designed and executed by the students of the Technology specialty of the Master's Degree in Secondary Education is shown and analysed. The analysis assigns the co-teaching style implemented in the design and intervention phase and the differences between one and the other. The results show a convergence towards more conventional co-teaching typologies in the application phase and highlight the need to improve the training of future teachers in this collaborative teaching modality.

KEYWORDS: (Co-teaching, Master Degree in Secondary Education, Teacher in training, Technology)

INTRODUCCIÓN

La dificultad de conectar el conocimiento del contenido con el conocimiento pedagógico en la formación de los futuros docentes (Rivero et al., 2020) pone de manifiesto la necesidad de diseñar sesiones que pongan a prueba la diferencia entre el diseño didáctico y su aplicación en el Master de Secundaria. La comunicación que aquí se presenta muestra un ejemplo de este tipo de intervención centrada en poner de manifiesto la dificultad de planificar y ejecutar una sesión de co-docencia en la especialidad de Tecnología.

La importancia de generar equipos de docentes que trabajen de forma coordinada no es nueva (Ortega, 2018, Arandia, 2004). Existen administraciones como la Conselleria de Educación Valenciana que la promueven por norma [RESOLUCIONES sobre el Trabajo por ámbitos EN SECUNDARIA DE MAYO 2020]. Además los beneficios de dicha colaboración se han descrito por diversos autores (Fernández Enguita, 2020; Chanmugam y Gerlach, 2013). La modalidad de co-docencia (co-teaching) definida como práctica de enseñanza cooperativa desarrollada por dos o más docentes en el aula tal y como cita Zubizarreta (2017) a partir de Beamish, Bryer y Davies (2006) es una modalidad que amplía la formación e interacción entre los participantes y favorece la generación de un marco de retroalimentación entre los docentes (Rodríguez, 2014).

Des de esta perspectiva y siguiendo los principios descritos por Villa et al. (2008) y Rodríguez (2014) los objetivos establecidos en esta intervención didáctica se centraron

en (1) mejorar la coordinación del trabajo entre los futuros docentes, (2) el reconocimiento de la valía del otro y (3) la utilización de un liderazgo compartido entre los co-docentes. De un modo general se pretende que los docentes en formación de puedan conocer otras perspectivas que faciliten el intercambio de reflexiones (Chanmugam y Gerlach, 2013) gracias a la oportunidad de compartir un diseño y aplicación generada en equipo .

En este sentido y siguiendo con los objetivos generales que se establecen en el Máster de Secundaria se pretende incidir en la formación profesionalizadora centrada en el pilar pedagógico esencial para la docencia de especialistas que provienen de una formación técnica. Siguiendo con la descripción de Shulman (1987) se busca mejorar el conocimiento pedagógico es el de los futuros docentes sobre los procesos y prácticas o métodos de enseñanza y aprendizaje centrándonos en las habilidades generales de gestión del aula y la planificación de sesiones didácticas.

METODOLOGIA

Participantes

Participan un total de 51 alumnos de la asignatura “Aprendizaje y enseñanza de las materias correspondientes a las especialidades de tecnología y procesos industriales” de la especialidad de Tecnología del Máster de Secundaria durante el curso 19-20 [24 estudiantes organizados en 8 grupos de 3] y el curso 20-21 [27 estudiantes organizados en 9 parejas y 3 grupos de 3].

Procedimiento

Se realiza una sesión sobre los principios teóricos de la co-docencia de una duración de 4h estructurada en 3 bloques: (1) Principios que guían las prácticas de co-docencia, (2) Beneficios de las prácticas de co-docencia, (3) Buenas prácticas de co-docencia.

Al final de la sesión se presenta la propuesta de trabajo al alumnado que se concreta en la siguiente demanda: “En parejas o grupos de 3 deberán planificar y poner en práctica una sesión de 45 minutos de clase sobre alguno de los contenidos de la asignatura según el currículo de Tecnología de Educación secundaria establecido en la Comunidad Valenciana.

Tabla 1. Listado de contenidos propuestos para la planificación de la sesión de co-docencia

Contenidos propuestos
Materiales específicos: Uso y aplicaciones
Artefactos específicos: Uso y aplicaciones
Estructuras y mecanismos
Electricidad: conceptos y aplicaciones
Hardware vs. Software
Autómatas y robótica
Neumática e hidráulica
Sostenibilidad: O.D.S y otras implicaciones
Croquis, bocetos y Escalas
Uso de las TIC para colaborar y comunicarse
Recursos energéticos
Lenguajes de programación y aplicaciones
Otros elementos transversales a propuesta del grupo de alumnos

El documento con la planificación de la sesión debe presentar los apartados siguientes:

Documento #1 – Máximo 5 páginas -

- a) Nivel educativo al que se dirige la sesión: conexión con el currículum
- b) Contenidos y criterios de evaluación específicos sobre los que se va a trabajar
- c) Materiales didácticos a usar en el aula: presentaciones, recursos, artefactos
- d) Metodología prevista: justificación
- e) Distribución del alumnado en el aula: justificación
- f) ***Roles de cada uno de los docentes***
- g) Previsión de la distribución de los tiempos de la sesión
- h) Evaluación: como se evaluará al alumnado durante la sesión

Se presenta el documento en un plazo de 2 semanas para recibir el feed-back previo del profesor y hacer una nueva presentación integrando las mejoras propuestas.

Tras la presentación definitiva del documento se establece un calendario de puesta en práctica de la sesión con el resto de alumnado del Máster.

Las prácticas son evaluadas por los compañeros del Máster a través de una rúbrica entregada previamente (Fig.1) para generar una sesión final donde se realiza un debate sobre los diferentes modos de aplicación de las sesiones por parte de los grupos participantes.

RÚBRICA coevaluación sesión

Los materiales didácticos usados durante la sesión muestran una calidad *

	1	2	3	4	5	6	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

Se aprecia que el planteamiento metodológico se ha previsto con intención de un modo *

	1	2	3	4	5	6	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

La organización del aula y el alumnado se ha realizado con una coherencia respecto a la sesión *

	1	2	3	4	5	6	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

Los roles de los docentes participantes están organizados de un modo *

	1	2	3	4	5	6	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

Los tiempos en los que se ha distribuido la sesión tienen una estructura *

	1	2	3	4	5	6	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

En general considero que la sesión ha mostrado un nivel *

	1	2	3	4	5	6	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

Describe brevemente una idea propuesta de mejora para la sesión *

Figura 1. Rúbrica para coevaluación de la sesión de co-docencia

Des de la mirada investigadora se hace un análisis basado en asignar un estilo de co-docencia a la propuesta realizada por cada grupo en dos momentos distintos. Primero en la propuesta presentada en el documento escrito (documento #1 antes descrito) y más tarde en su aplicación en el aula.

Esta asignación parte de la revisión realizada por Rodríguez (2014) de los modelos de co-docencia propuestos por Friend y Cook (1996), y Hughes y Murawski (2001) que se presentan en la Tabla.2 que se muestra a continuación

Tabla 2. Modelos de co-docencia

TIPOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Uno enseña, el otro observa o Co-docencia de observación.	Mientras uno enseña el otro recoge información de interés. Requiere la coordinación en la información a recoger y el análisis posterior de la información.
Uno enseña, el otro circula o Co-docencia de apoyo.	Mientras uno es el responsable principal de la enseñanza el otro profesor circula ofreciendo ayuda puntual al estudiante que lo demande.
Co-docencia en grupos simultáneos o Enseñanza paralela.	Los profesores enseñan y comparten los mismos materiales didácticos, pero dividen la clase en dos y asisten simultáneamente a los estudiantes.
Co-docencia en rotación con/sin Estaciones de enseñanza	Los profesores dividen el contenido y la clase en dos, cada uno enseña el contenido que le correspondió a su grupo, luego el mismo contenido al otro. Además, se puede establecer un tercer grupo “estación” para que los estudiantes trabajen independientemente.
Co-docencia complementaria	Consiste en que un profesor del equipo realiza acciones para mejorar o complementar la enseñanza provista por el otro profesor (e.g. parafraseo, enseñanza con un estilo diferente, enseñar previamente las habilidades sociales requeridas para el aprendizaje cooperativo).
Enseñanza alternativa o diferenciada Equipo docente	Un profesor es responsable del grupo más amplio, y el otro del más pequeño. Los docentes brindan la misma instrucción de forma simultánea, en un flujo de acción invisible que impide distinguir a un líder. Es el enfoque más complejo y que más se ajusta a la idea de co-enseñanza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizan los obtenidos durante el curso 20-21 y no se incluyen los del curso 19-20 debido a que se tuvo que realizar un cambio en la fase de aplicación de la sesión de co-docencia debido al cambio a modalidad on-line por la situación de confinamiento.

En el curso 20-21 se presentan un total de 12 trabajos con una elección de contenidos que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Elecciones de contenido por parte de los grupos participantes

Contenidos trabajados (Nº de trabajos)
Materiales específicos: Uso y aplicaciones
Artefactos específicos: Uso y aplicaciones
Estructuras y mecanismos (1)
Electricidad: conceptos y aplicaciones (2)
Hardware vs. Software
Autómatas y robótica (1)
Neumática e hidráulica
Sostenibilidad: O.D.S y otras implicaciones (3)
Croquis, bocetos y Escalas (1)
Uso de las TIC para colaborar y comunicarse (2)
Recursos energéticos (1)
Lenguajes de programación y aplicaciones
Otros elementos transversales a propuesta del grupo de alumnos (1)

En relación a la elección de los contenidos se aprecia (Tabla.3) una variedad alta existiendo solamente tres propuestas de contenido que se repiten siendo el más escogido

el relacionado con los ODS y Sostenibilidad (3 grupos) que permite una interpretación más diversa.

En relación a la tipología de co-docencia aplicada por el alumnado en sus propuestas didácticas, se realiza una clasificación a partir de la denominación mencionadas anteriormente (Tabla.2). Siguiendo este criterio se asigna a cada grupo una numeración (de G1 hasta G15) y a continuación se muestran en la tabla.4 los tipos de co-docencia aplicados asignando un máximo de dos tipologías a cada sesión según la descripción realizada en la propuesta didáctica (G#D) y la posterior aplicación de la sesión diseñada (G#A).

Tabla 4. Tipos de co-docencia asignados a cada grupo en la fase de diseño (D) y aplicación (A)

Tipos de co-docencia (Nº de trabajos)
Uno enseña, el otro observa o Co-docencia de observación (0)
Uno enseña, el otro circula o Co-docencia de apoyo. (7) [G7A, G3DA, G1DA, G9A, G10A, G11A, G5A, G12A]
Co-docencia en grupos simultáneos o Enseñanza paralela (4) [G8DA, G9D, G5D, G6D]
Co-docencia en rotación con/sin Estaciones de enseñanza (5) [G7D, G2DA, G4DA, G12D]
Co-docencia complementaria (4) [G10D, G11D, G6A]
Enseñanza alternativa o diferenciada (0)
Equipo docente (0)

La tabla muestra el número de grupos que aplican cada tipo de docencia y el momento de su aplicación, ya sea en el diseño D o bien en la ejecución posterior A. La denominación G1D significa que el grupo 1 ha planteado el tipo de co-docencia correspondiente en su diseño. La denominación G1A significa que el grupo 1 ha llevado a cabo el tipo de co-docencia correspondiente en el momento de su ejecución en el aula. En el caso que un grupo no haya cambiado su tipo de co-docencia desde la propuesta didáctica hasta su aplicación se incluyen ambas letras G1DA.

Los resultados muestran como solamente 5 grupos de trabajo han ejecutado el tipo de co-docencia planteado en el diseño. El resto de grupos han variado el tipo de co-docencia con una tendencia alta a realizar una co-docencia de apoyo durante la ejecución. Solamente 4 grupos no han realizado la co-docencia de apoyo en el momento de la ejecución.

CONCLUSIONES

La experiencia ha permitido que los-as estudiantes trabajen de forma coordinada en el proceso de diseño y aplicación de una sesión de co-docencia sobre contenidos del currículo de Tecnología. Esta práctica ha facilitado que identifiquen las dificultades de integrar visiones diferentes en un diseño común y de vivenciar la dificultad de poner en

práctica una sesión de co-docencia en una modalidad que vaya más allá de la co-docencia de apoyo. Esta convergencia hacia el modelo de apoyo experimentada por la mayor parte de los grupos de trabajo pone de manifiesto la necesidad de seguir formando a los futuros docentes en prácticas de co-docencia y evidencia la distancia entre el diseño didáctico y su aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arandía, M. (2004). La formación de educadores y educadoras desde la mirada de Freire. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 18(2), 59-77
- Beamish, W., Bryer, F. y Davies, M. (2006). "Teacher reflections on co-teaching a unit of work". *International Journal of Whole Schooling*, 2(2), 3 - 18.
- Castro Zubizarreta, A., Briones Pérez, E., & Izquierdo Magaldi, B. (2017). La co-docencia en el contexto universitario como estrategia para la innovación docente. In In-Red 2017. *Actas III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red*. (pp. 670-682). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Cook, L. y Friend, M. (1995). "Co-teaching: guidelines for creating effective practices". *Focus on Exceptional Children*, 28(3), 1-25.
- Chanmugam, A. y Gerlach, B. (2013). "A Co-Teaching Model for Developing Future Educators". *Teaching Effectiveness International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 25(1), 110-117. <http://www.isetl.org/ijtlhe/pdf/IJTLHE1412.pdf>
- Fernández Enguita, M. (2020). 2a/2p<< a/p–Del aislamiento en la escuela a la co-docencia en el aula: Enseñar es menos colaborativo que aprender o trabajar, y debe dejar de serlo. *Participación educativa.*, 7(10), 15-32
- Hughes, c. y Murawski, W. (2001). "Lessons from another field: applying coteaching strategies to gifted education". *Gifted Child Quarterly*, 45(3), 195 - 203.
- Ortega Torres, E. (2018) Què saben de STEM els futurs docents de tecnologia?. *Actas II Congrés internacional CTEM: "STEM per a la ciutadania"*. Genralitat Valenciana, CEFIRE, Burjassot.
- Rivero, A., Hamed, S., Delord, G., & Porlán, R. (2020). Las concepciones de docentes universitarios de ciencias sobre los contenidos. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(3), 15-35.
- Rodríguez, F. (2014). La co-enseñanza, una estrategia para el mejoramiento educativo y la inclusión. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 8(2), 219-233.
- Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.
- Villa, R. A., Thousand, J. S. y Nevin, A. I. (Eds.). (2008). *A guide to co-teaching: practical tips for facilitating student learning*. Thousands Oaks, CA: Corwin Press.

Promoción de la discusión productiva en las prácticas profesionales de docentes de química en formación.

Ana María Herrera-Melin¹, Mario Quintanilla Gatica¹, Mónica Iturra Toledo¹, Jecsan Zambrano Abarzua¹, María Beatriz Sepúlveda Pérez¹.

¹ Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Educación. anherrerae@uc.cl.

RESUMEN: La presente investigación basada en un estudio de casos colectivo de tipo descriptivo, analiza las planificaciones de clases, con foco en la práctica generativa discusión productiva, elaborada por catorce docentes de química en formación que cursaron durante el segundo semestre del 2021 su práctica profesional en distintos centros educativos de la Región Metropolitana (Chile). La matriz diseñada para el análisis de las planificaciones pondrá énfasis en las preguntas-enunciados, la estrategia/enfoque didáctico seleccionado y su vinculación con los planos del desarrollo en el que se aborda el problema científico en el aula (Quintanilla, 2019). Con esta investigación se espera aportar evidencia empírica que permita caracterizar aspectos ligados al desempeño docente en la promoción de esta práctica generativa considerando la dimensión didáctica de los planos del desarrollo, generando un instrumento de análisis que permita a partir de las instancias de reflexión de los talleres de práctica, robustecer el conocimiento didáctico del contenido.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial docente, Educación científica, Discusión productiva, Didáctica de la Química.

ABSTRACT: The present research, based on a descriptive collective case study, analyzes the lesson plans, focusing on the generative practice productive discussion, elaborated by fourteen chemistry teachers in training who studied during the second semester of 2021 their professional practice in different educational centers of the Metropolitan Region (Chile). The matrix designed for the analysis of the plans will emphasize the questions/statements, the didactic strategy/approach selected and its linkage with the developmental levels in which the scientific problem is addressed in the classroom (Quintanilla, 2019). With this research it is expected to provide empirical evidence that allows characterizing aspects linked to the teaching performance in the promotion of this generative practice considering the didactic dimension of the planes of development, generating an instrument of analysis that allows from the instances of reflection of the practice workshops, to strengthen the didactic knowledge of the content.

KEYWORDS: Pre-service teacher education, Scientific Education, Productive discussion, Didactic of chemistry.

ANTECEDENTES

Discusión productiva en la clase de ciencias: contribución del CPC.

La discusión productiva, definida como una de las diecinueve prácticas generativas del modelo de la Universidad de Michigan (Ball & Forzani, 2009, citado en la UNESCO -

OREALC, 2018), se caracteriza por incentivar el logro de metas de aprendizaje a través de la aproximación de tipo dialógica en el aula (Meneses, et. al 2016). Esta práctica pedagógica basada en el diálogo entre individuos o grupos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, ha sido foco de interés ya que aquellas interacciones denominadas efectivas, específicamente las categorizadas “de elaboración” (a través de preguntas de razonamiento, indagación, postura personal, entre otras), invitan al estudiantado a participar y reflexionar en función de los contenidos de su asignatura, lo cual da cuenta de la intencionalidad dialógica y reflexiva desde el profesorado en el proceso de aprendizaje del estudiantado (Agencia de Calidad, 2018). Sin embargo, a pesar de la relevancia y evidencia empírica de este tipo de intervenciones en el aprendizaje, investigaciones sobre las prácticas de docentes en Chile dan cuenta del predominio de las clases frontales centradas en el docente, o con bajo potencial cognitivo, por medio de preguntas cerradas o asociado a procesos mecánicos, siendo muy baja la participación verbal del estudiantado (Meneses et. al, 2016; Agencia de Calidad, 2018).

En este sentido, desde la formación inicial y particularmente durante el desarrollo de la práctica, se espera que un docente desarrolle habilidades, seleccionando temáticas relevantes, las cuales a través de actividades problematizadoras, considerando el contexto, estimule al estudiantado a construir conocimiento científico escolar con las teorías que se proponen, propiciando la interacción. Para lo anterior, la aproximación a esta práctica es desagregarla en tres etapas para facilitar su apropiación (Sistema de prácticas UC, 2016, p.32): 1) preparación o planificación; 2) ejecución, donde se conduce la discusión, implementando movidas pedagógicas del discurso (Edwards-Grove, 2014); y 3) reflexión, donde se analiza y evalúa la ejecución con el propósito de mejorar o potenciar la práctica. Ahora, si bien es relevante para la evaluación de esta práctica el análisis de videos que plasman las situaciones de interacción durante la ejecución, durante la preparación/ planificación, es posible identificar las creencias del profesorado (epistemológicas y socio científicas) acerca de la ciencia, su naturaleza, método y enseñanza (Quintanilla, 2019). Por tanto, las decisiones que toma en cuanto a la selección de estrategias, actividades, recursos, promoviendo aprendizajes que respondan a las características del estudiantado y su contexto, conforma lo que se denomina conocimiento pedagógico del contenido, CPC o PCK por sus siglas en inglés (Shulman, 1987), constructo clave en los nuevos estándares disciplinarios para las carreras de pedagogía en Chile (MINEDUC, 2021), dada la vinculación que se da entre el campo teórico de la didáctica específica, la enseñanza, y la práctica, lo que permite evaluar el desempeño docente, además de promover la reflexión en la mejora de la misma. En esta investigación nos posicionamos en la etapa de preparación de la discusión productiva, vinculándola con la dimensión didáctica de los planos de desarrollo del pensamiento científico en el abordaje de problemas científicos en aula (Labarrere y Quintanilla, 2002), de manera de conformar un esquema de análisis que permita identificar e interpretar las formas de intervención pedagógica que promueve el profesorado en formación de química, desde un marco teórico propio de la didáctica de las ciencias.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Planos de desarrollo del pensamiento científico.

Los planos del desarrollo del pensamiento científico, enunciados por Labarrere y Quintanilla (2002) corresponde a los movimientos en los distintos planos de la actividad cognitiva cuando un sujeto se enfrenta, resuelve problemas y toma decisiones que dependen del pensamiento químico, diferenciables entre ellos, a partir de las acciones que orientan la enseñanza y sus finalidades, caracterizados en la tabla 1.

Tabla 1. Pauta de diseño y evaluación de los planos de desarrollo.

Dimensión didáctica/ planos	Descriptorios estructurantes	Finalidades didácticas
Instrumental u Operativo (I-O)	Centrado en aspectos como el <i>contenido</i> , las <i>soluciones</i> posibles, las estrategias y procedimientos. Los instrumentos que posibilitan la solución esperada son las fórmulas, cálculos, gráficos, tabla de datos, entre otros.	Énfasis en la actividad (sin sujeto). Énfasis en objetos, acciones, materiales.
Personal o Significativo (P-S)	Centrado en procesos y estados personales, adquiriendo sentido el por qué y para qué de la solución del problema. Se construyen los significados y representaciones vinculados a la experiencia y el contexto cotidiano de la solución del problema científico	Direccionada al sujeto que aprende (yo, tú, él/ella). Intención de abordar un problema.
Relacional o Social (R-S)	Centrado en la solución grupal de problemas, en la interacción colectiva y colaborativa a través de procesos comunicativos, de conocimiento y representación, donde los sujetos son conscientes de dichas interacciones.	Orientada al sujeto colectivo (nosotros, ellos). Intención de abordar un problema cooperativamente.

Nota: Adaptada de Quintanilla, 2019.

Por medio de los planos de desarrollo se caracteriza la carga teórica que emerge de las preguntas/enunciados plasmados en la planificación, en la promoción de la discusión productiva.

METODOLOGÍA

El diseño metodológico se enmarca en un estudio de casos colectivo de tipo descriptivo, caracterizado por el estudio intensivo de varios casos, que acentúa su adecuación y pertinencia al estudio de la realidad socioeducativa (Álvarez, C.; San Fabián, J., 2012). Las generalizaciones surgen del examen de los mismos datos que corresponden a las planificaciones elaboradas con foco en la discusión productiva por catorce docentes en formación en química que cursaron durante el segundo semestre del 2021 su práctica profesional en distintos centros educativos de la Región Metropolitana (Chile).

Recogida de datos y descripción de la tarea.

Cada uno de los docentes en formación durante su práctica profesional, diseñó e implementó dos intervenciones con foco en la práctica discusión productiva para el logro de aprendizajes que tributaron a objetivos de aprendizaje (OA) del currículum nacional, donde solo dos docentes realizaron solo una clase debido al contexto pandemia, por lo que se contó con un total 26 planificaciones para analizar. De las 26 planificaciones elaboradas, 23 corresponden al formato proporcionado por la universidad, que incluye los objetivos, recursos y descripción de las actividades de cada uno de los momentos de la clase, acciones del docente y del estudiantado a modo de guion conjetural, estrategias evaluativas e indicadores de logro; de las tres restantes, dos presentaban un formato similar al descrito anteriormente, solo que no realiza el desglose de objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y la última se presenta a modo de ruta o pasos a presentar al estudiante: objetivo, pregunta problemática, introducción al contenido, ejercitación. Estas planificaciones fueron codificadas con números para resguardar la identidad del profesorado participante.

Análisis de los resultados.

Se llevo a cabo en primera instancia el análisis de las preguntas/enunciados destacado en las planificaciones como promotoras de la discusión productiva, utilizando la matriz de análisis elaborada para esta investigación (figura 1), la cual integro el OA curricular, el

objetivo de la clase (conceptual, procedimental y actitudinal), las estrategias/enfoques bajo el cual se desarrolló la discusión productiva (Naturaleza de la Ciencia NOS, Contextos CTSA, Historia de la Química HdQ, u otro) y el plano de desarrollo identificado. De aquellas en las que se identificó las estrategias/enfoques distintos de “otro”, se realizó el análisis exhaustivo de la planificación completa utilizando el software atlas ti (versión 2021).

OA curricular	OA 4: Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.			
Identificación de problemática que gatilla la discusión productiva (Planificación)	Enfoque didáctico bajo la cual sitúa la temática (marque con X)			
	NOS	CTS-A	HdQ	otro
Problema científico (concepto-idea-pregunta problematizadora)	Noticia sobre contaminación del agua en Valle Grande por altas concentraciones de arsénico en el año 2013. Se plantean las siguientes preguntas: ¿Escucharon o recuerdan esta situación?, ¿Quiénes lo recuerdan ¿qué hicieron en sus casas para enfrentar esta situación?, ¿dejaron de beber agua? ¿Por qué?, ¿Qué efecto tiene el nivel excesivo de arsénico en el agua?, ¿Ustedes o sus padres corroboraron esta información?, ¿A qué creen que se debe este aumento de arsénico?, ¿Creen que existen formas de eliminar o disminuir el arsénico en el agua?, ¿Afectará a las plantas y animales? ¿Afectará al ciclo del agua?			
OA de la clase	Conceptual - No aparece (formato de planificación)			
	Procedimental - Construir, usar y comunicar argumentos científicos.			
	Actitudinal - Participar activamente en las actividades que propone el profesor - Respeto hacia los compañeros y el profesor - Comunicación asertiva			
Plano de desarrollo en el que está formulado el problema científico	Niveles (marque con una x el/los niveles que identifica).			Observaciones/Justificación de la clasificación:
	I-O	P-S	R-S	
	X	X	X	

Figura 1: Extracto de matriz de análisis planificación 20.

RESULTADOS

De las 26 planificaciones revisadas con la matriz (ejemplo figura 1) se encontró que 3 de ellas se sitúan en algunas de las estrategias/enfoques didácticos específicos, como se resume en la tabla 2, cuyo análisis de la planificación completa, se realizó utilizando el software atlas ti, cuyos resultados se presentarán durante la realización del Congreso.

Tabla 2. Caracterización de planificaciones a partir de las preguntas/enunciados.

Planificación	E. Didáctica	Planos	Tipos de objetivos	Nivel
20	CTS-A	I-O, P-S y R-S	Procedimental y actitudinal	3° Medio electivo
21	NOS, CTSA y HdQ	I-O, P-S y R-S	Procedimental y actitudinal	3° Medio electivo
23	NOS y HdQ	P-S y R-S	Conceptual, procedimental, actitudinal	1° Medio

De las 23 planificaciones restantes, categorizadas en “otro” de acuerdo con el enfoque didáctico, 3 desarrollan un ejemplo de CTS-A, sin utilizar dicho contexto en la pregunta/enunciado promotor de la discusión, y 20 utilizan la contextualización con lo cotidiano. Respecto a la presencia de los distintos planos del pensamiento, se identifican 5 planificaciones que desarrollan únicamente el plano I-O, 10 que desarrollan el plano P-

S y 3 que desarrollan los tres planos del pensamiento (I-O, P-S y R-S). Las otras 8 planificaciones, desarrollan la combinación de 2 dos planos del pensamiento (P-S y R-S o I-O y P-S).

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Es posible reconocer el impacto de la didáctica específica en la construcción del CPC del futuro profesorado de química caracterizado en este estudio, que bajo un objetivo de aprendizaje asociado a una temática disciplinar del eje de química del currículo nacional, contextualiza la enseñanza, abordando más de un plano de desarrollo al momento de preparar la práctica de discusión productiva. Esto se condice con la literatura (Quintanilla, 2019), que, si bien se categoriza los planos del pensamiento de forma aislada, señala que todo proceso didáctico integral debería promover el tránsito por los tres planos, para que los procedimientos alcancen significado y sentido, y el acceso al conocimiento sea realizado desde la interacción, superponiendo y complementando estos tres planos en función y estructura.

De lo evidenciado, si bien se presenta un importante avance vinculado a los actuales propósitos de la educación en ciencias, teniendo solo 5 planificaciones que abordan únicamente el plano I- O (asociado a una enseñanza tradicional), es importante la implementación de estrategias/enfoques como NOS, HdQ y CTS, ya que es posible identificar que promueven el tránsito por los tres planos de desarrollo, lo que es deseable desde la preparación de la clase, fomentando oportunidades de aprendizaje en el aula bajo la dinámica de interacción de la práctica discusión productiva. Con más detalle durante la realización del Congreso, se especificarán los resultados del análisis de la planificación de la clase completa realizado con el software atlas ti, además de especificar los resultados en cuanto a la frecuencia relativa con la que identifican objetivos conceptuales, procedimentales o actitudinales (Rodríguez, Gil y García, 1999).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de la Calidad de la Educación. (2018a). Estudio de las interacciones pedagógicas dentro del aula. Agencia de la Calidad de la Educación. Disponible en: http://archivos.agenciaeducacion.cl/Estudio_de_las_interacciones_pedagogicas_FINAL.pdf
- Álvarez, C.; San Fabián, J. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 28(1) artículo 14. En: <http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Ball, L. D., Forzani, F. M. (2009) The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of teacher education*, 60(5), 497-511
- Edwards-Grove, C. (2014). Talk moves: A repertoire of practices for productive classroom dialogue. *Primary English Teaching Association Australia PETAA Paper*, 195, 1-12.
- Labarere, A. & Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo*. Vol. 30, 121-137
- Meneses A, A., Müller A, M., Hugo R, E., & García M, A. (2016). Discusión productiva para la comprensión de textos: habilidades y conocimientos específicos en la formación inicial de profesores. *Estudios Pedagógicos*, 42(4), 87-106.
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2021). *Marco para la buena enseñanza*. Santiago de Chile.
- Quintanilla, M., (2019). El lenguaje como problema y oportunidad de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia. En: Cabrera, G. Promoción y desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas. Programa Editorial de la Universidad del Valle. Colombia. Cap. 2, 49-74.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Rodríguez, G., Gil, J., García, E. (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. (2da ed.) Aljibe.
- Sistema de Prácticas UC. (2016). *Manual sistema de prácticas*. Educación UC. Pontificia Universidad Católica de Chile. <http://practicapedagogicas.uc.cl/images/manuales/Manual%20Sistema%20de%20Prcticas%20UC.pdf>
- UNESCO-OREALC. (2018). Formación Inicial Docente en Competencias para el Siglo XXI y Pedagogías para la Inclusión en América Latina: Análisis comparativo de siete casos nacionales. Documento de trabajo. Chile: OREALC.

Promoviendo competencias para la enseñanza de la NdC y el PC en docentes en formación inicial de Educación Primaria

Cristina Cobo Huesa¹, Ana María Abril Gallego², Marta Romero Ariza³.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. cchuesa@ujaen.es

² Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. amabril@ujaen.es

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. mromero@ujaen.es

RESUMEN: En este trabajo, se presentan los resultados de implementar una intervención diseñada para promover las competencias para enseñar sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) y el pensamiento crítico (PC) en una muestra de estudiantes del Grado en Educación Primaria, siguiendo el modelo de consenso del conocimiento didáctico del contenido (CdC). Los datos se recogieron mediante instrumentos cuantitativos y la Representación del Contenido (ReCo). Los resultados sugieren su utilidad para construir aspectos cognitivos y afectivos del CdC sobre la NdC y el PC en futuros docentes.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento didáctico del contenido, Formación inicial de profesorado, Naturaleza de la ciencia, Pensamiento crítico.

ABSTRACT: In this work, the results of developing an intervention designed to promote competencies to teach the nature of science (NOS) and critical thinking (CT) in a sample of Elementary Education Degree students are presented, in line with the pedagogical content knowledge (PCK) summit consensus model. Data were collected using quantitative instruments and the Content Representation (CoRe). Results suggest its usefulness to build cognitive and affective domains of PCK for NOS and CT in future teachers.

KEYWORDS: Pedagogical content knowledge, Preservice teacher education, Nature of science, Critical thinking.

INTRODUCCIÓN

Promover las competencias docentes para la alfabetización científica requiere incidir en el conocimiento didáctico del contenido (CdC) de, no solo contenidos científicos, sino también de la naturaleza de la ciencia (NdC) y del pensamiento crítico (PC), elementos centrales de las formas de conocimiento epistémico y procedimental, respectivamente, requeridos para el desarrollo de las competencias científicas (OCDE, 2019).

El concepto de CdC introducido por Shulman, como el conocimiento profesional docente resultante de combinar el contenido y la didáctica para organizar la enseñanza de un contenido particular, ha ido evolucionando hasta el actual modelo de consenso (Figura 1). En este modelo, se diferencian tres niveles de conocimiento docente: (1) las bases del conocimiento profesional, que integran el conocimiento general requerido para planificar y desarrollar la enseñanza; (2) el conocimiento profesional específico de un tema (CPET), equivalente a la definición original de Shulman de CdC, por tanto, resultante de aunar las bases generales en el aprendizaje de determinadas temáticas; y (3) el CdC en torno a la práctica en el aula, que incluye el conocimiento, razonamiento y planificación (CdC personal) y el acto de enseñar (CdC y destrezas) en relación a contenidos concretos para

un grupo particular de estudiantes. Además, en él se destacan las creencias docentes, mediadoras entre el CPET y la práctica en el aula, lo que reconoce la relevancia de aspectos tanto cognitivos como afectivos en la construcción adecuada del CdC.

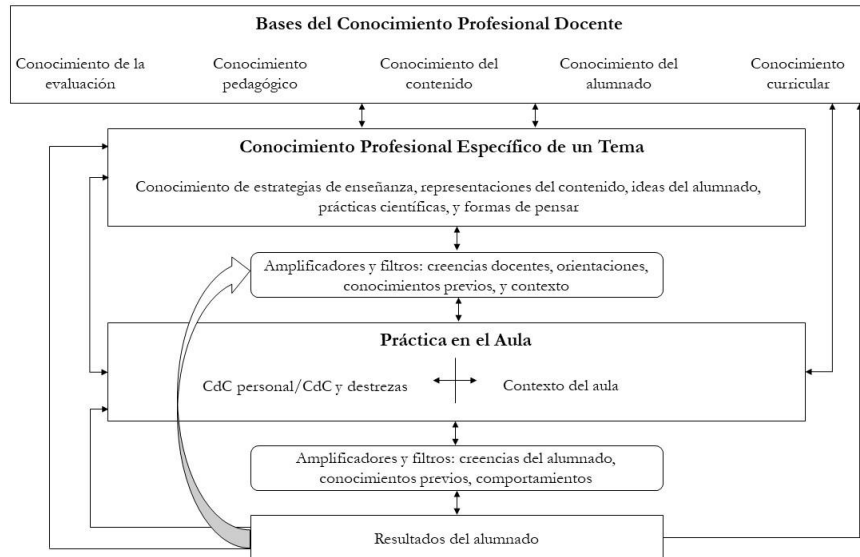


Figura 1. Modelo de consenso del CdC. Traducido de Gess-Newsome (2015)

Pese a la existencia de trabajos que analizan el CdC sobre un contenido científico determinado (Nilsson y Loughran, 2012), la investigación sobre la NdC y el PC es más reducida. Por ello, en este trabajo, se presenta el análisis de distintos aspectos del CdC sobre la NdC y el PC de futuros docentes de Educación Primaria, tras participar en una intervención didáctica dirigida a guiar la enseñanza de la NdC y el PC en ciencias.

METODOLOGÍA

Contexto de la intervención didáctica y muestra de estudio

La intervención se desarrolló en estudiantes de tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Jaén, en el contexto de las prácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I (ver detalles de la intervención en Cobo-Huesa et al., 2021). Con ella, se pretendían trabajar diferentes aspectos del modelo de consenso del CdC (Figura 1): (1) el conocimiento de los contenidos (en este caso, NdC y PC), (2) los conocimientos para planificar la enseñanza de la NdC y PC, y (3) las creencias docentes de importancia y autoeficacia, sobre la integración de la NdC y el PC en ciencias.

Por una parte, para valorar la mejora del conocimiento de la NdC y del PC, se empleó una metodología pre-post test con grupo control. El grupo experimental, partícipe de la intervención, constó de 81 estudiantes (47 mujeres), mientras que el grupo control lo formaron 72 estudiantes en el pre-test (39 mujeres) y 37 estudiantes (25 mujeres) en el post-test (edad media: 21 años). Por su parte, para valorar los conocimientos sobre la planificación didáctica de la NdC y del PC y las creencias docentes, se analizó el producto que cada estudiante del grupo experimental elaboró tras la intervención (ReCo, ver más adelante), que mostraba la reflexión didáctica seguida en el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje que integraba, al menos, un contenido científico, una idea sobre la NdC y una destreza del PC (Cobo-Huesa et al., 2022). De los 81 estudiantes, se analizó

una submuestra de 56 ReCo, que representaban los individuos que entregaron debidamente dicho instrumento (32 mujeres, edad media: 22 años).

Instrumentos de evaluación

Primero, para analizar el efecto de la intervención en el dominio de los contenidos sobre la NdC y el PC, se empleó un cuestionario cuantitativo (Tabla 1). Con los datos recogidos en los grupos control y experimental, un mes y medio antes (pretest) y después (postest) de la intervención, se calculó el tamaño del efecto (Cobo-Huesa et al., 2021).

Tabla 1. Ideas de la NdC y destrezas del PC evaluadas

Dimensión NdC	Item_Idea de la NdC (Vázquez-Alonso et al., 2006)	Categoría PC	Situación_Destreza del PC (Halpern, 2010)
Epistemología	10113_Definición Ciencia.	Comprobación de hipótesis	S1_Diferenciar correlación y causa-efecto.
	90111_Observaciones.		S2_Evaluar información y validez convergente.
	90411_Provisionalidad.		S3_Evaluar toma de datos y generalizaciones.
Sociología	90651_Papel de los errores.	Análisis de argumentos	S4_Diferenciar pruebas contrastadas y opiniones.
	20821_Influencia de la Sociedad en la Ciencia.		S5_Evaluar conexión entre pruebas y conclusiones.
	60111_Motivaciones.		S11_Evaluar validez de las pruebas.
	60211_Características de los/as científicos/as.		S12 y S13_Reconocer componentes clave de los argumentos: prueba, conclusión, contraargumento.
	70211_Desacuerdos.		S14_ Identificar falacias.
	70221_Toma de decisiones.		S15_Diferenciar opiniones, argumentos y hechos.
	70411_Competencia.		

En segundo lugar, para conocer los conocimientos para planificar la enseñanza de la NdC y el PC, se usó una versión adaptada de la Representación del Contenido (ReCo) de Nilsson y Loughran (2012) (Tabla 2) y se diseñó y aplicó una rúbrica para su evaluación (ver Cobo-Huesa et al., 2022). La ReCo fue completada de manera individual por cada estudiante del grupo experimental en la última sesión de la intervención.

Tabla 2. ReCo adaptada de Nilsson y Loughran (2012)

Ciclo educativo:	Contenido científico	Idea NdC	Destreza PC	¿Cuán importante es esta pregunta para planificar mi enseñanza? 1 (bajo)-10 (alto)	¿Cuán seguro/a me siento al responder?
1. ¿Qué pretendes que aprenda el alumnado sobre estos contenidos?					
2. ¿Por qué es importante para el alumnado aprender estos contenidos?					
3. ¿Qué más debería saber sobre estos contenidos (pero que no pretendo que el alumnado conozca aún)?					
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones de enseñar estos contenidos?					
5. ¿Cuál es mi conocimiento de las ideas/habilidades previas del alumnado que pueden influir en la enseñanza de estos contenidos?					
6. ¿Cuáles son los métodos para enseñar estos contenidos y la justificación de su empleo?					
7. ¿Cuáles son los métodos para evaluar la comprensión y desarrollo de estos contenidos?					

Por último, la ReCo también permitió conocer las creencias docentes sobre la importancia concedida a este instrumento para planificar una enseñanza de las ciencias que integrara la NdC y el PC, y la seguridad experimentada durante su desarrollo (Tabla 2).

RESULTADOS

En relación a la eficacia de la intervención en promover el conocimiento sobre la NdC y el PC, en la Figura 2 se presenta el tamaño del efecto de su implementación en cada caso.

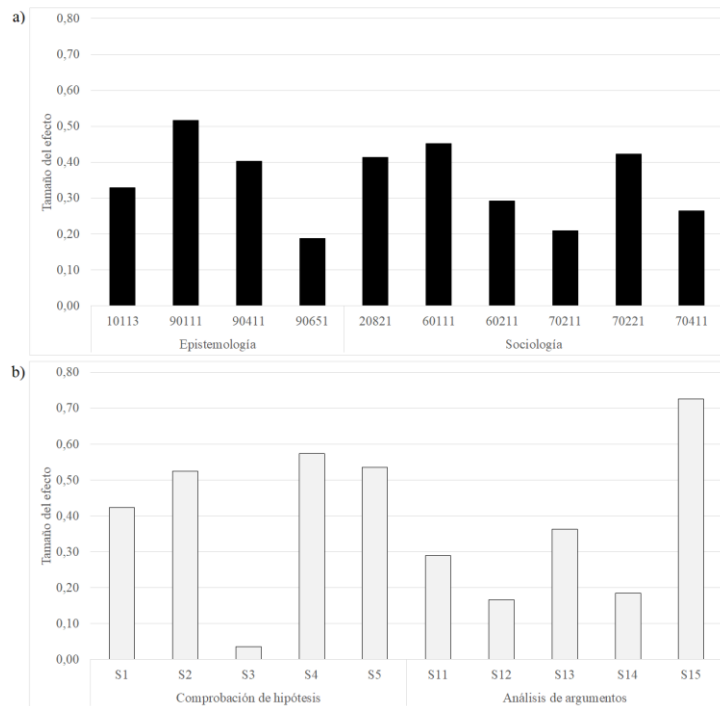


Figura 2. Tamaño del efecto de la intervención en la mejora de la visión sobre la NdC (a) y el PC (b) de la muestra de docentes en formación inicial

Destacaron los tamaños del efecto positivos de la intervención en las ideas y destrezas evaluadas, siendo relevantes ($\geq 0,3$) en 6 de ellas, en cada caso. Respecto a la NdC (Figura 2a), resaltó una mejora equitativa en sus dimensiones epistémica y social. Los menores efectos se detectaron en el papel de los errores (90651) y los desacuerdos en ciencia (70211). Para el PC (Figura 2b), en general, el efecto fue superior en las destrezas sobre la comprobación de hipótesis, salvo para la evaluación de datos y generalizaciones (S3).

En cuanto a los conocimientos implicados en la planificación didáctica de la NdC y el PC, la Figura 3 muestra las puntuaciones medias obtenidas en cada pregunta de la ReCo (rango: 1-4 puntos) en la submuestra de 56 estudiantes del grupo experimental.

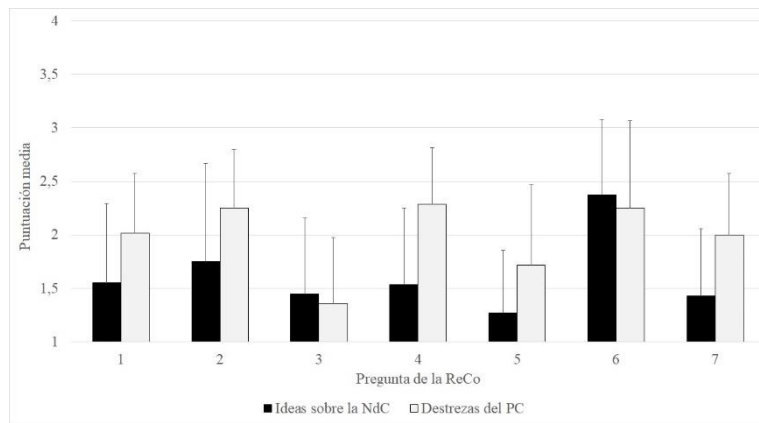


Figura 3. Puntuación media obtenida para cada pregunta de la ReCo en relación a la planificación de la enseñanza de ideas sobre la NdC y destrezas del PC

Si bien los conocimientos evaluados fueron bajo-moderados, revelaron aspectos de interés para entender el CdC sobre la NdC y el PC de los futuros docentes tras la intervención.

Por una parte, para ambos constructos destacó el conocimiento sobre los métodos de enseñanza (6). Aunque esta orientación hacia metodologías recomendadas para enseñar la NdC y el PC (p.ej. la indagación) no implica su adecuada implementación, supone un primer paso para considerar la integración coherente de la NdC y el PC en materias científicas. En cambio, los conocimientos menos desarrollados fueron los referentes a la graduación de los contenidos sobre la NdC y el PC (3) y a las concepciones sobre la NdC y el PC por parte del alumnado de Educación Primaria (5). Estos resultados sugieren ser razonables en la muestra bajo estudio, sin experiencia docente y con un conocimiento aún incipiente sobre la NdC y el PC, ya que estos conocimientos (3 y 5) requieren un mayor dominio de los contenidos para establecer progresiones en su aprendizaje, y experiencia en el aula para conocer el desempeño del alumnado durante su enseñanza.

Por otra parte, por lo general, se identificaron unas puntuaciones superiores en relación al CdC sobre el PC. Al respecto, el proceso de evaluación de las ReCo evidenció dificultades en los futuros docentes para diferenciar la promoción de visiones adecuadas sobre las características y el funcionamiento de la empresa científica (NdC) (aprender sobre ciencia), y el fomento de habilidades propias de los procesos científicos (aprender a hacer ciencia), lo que habría obstaculizado focalizar la reflexión sobre su planificación didáctica (ver ejemplos en Cobo-Huesa et al., 2021 y Cobo-Huesa et al., 2022).

Finalmente, la Figura 4 muestra las puntuaciones medias obtenidas para las creencias docentes sobre importancia otorgada y seguridad personal (rango: 1-10 puntos).

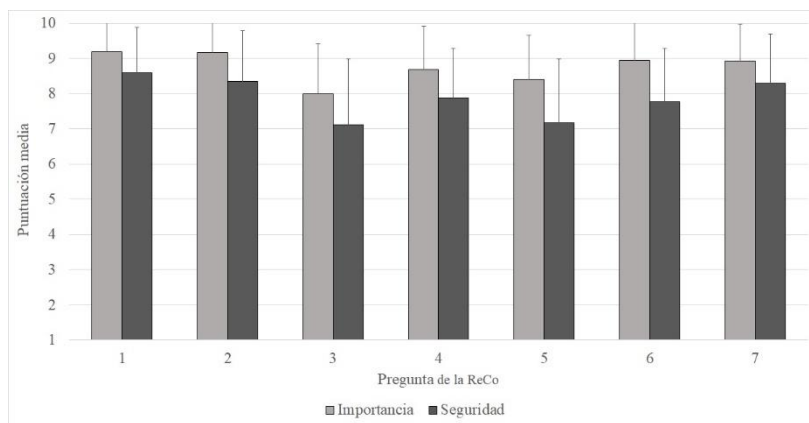


Figura 4. Puntuación media obtenida para cada pregunta de la ReCo en relación a la importancia otorgada y la seguridad experimentada durante su cumplimentación

Para ambos constructos, se observaron unas puntuaciones medio-altas en cada pregunta, superiores para el de importancia, que contrastan con las obtenidas en relación a los conocimientos requeridos para planificar la enseñanza (Figura 3). Esto sugiere que, a pesar de sus limitaciones, los futuros docentes consideraron importante reflexionar sobre la ReCo y mostraban seguridad para abordar su desarrollo.

Este análisis también reveló que las cuestiones menos valoradas fueron las referentes al conocimiento sobre la graduación de los contenidos (3) y sobre el alumnado de Educación Primaria (5). De modo que, las cuestiones para las que los futuros docentes reconocieron tener una menor seguridad en abordar resultaron ser también las que aludían a los conocimientos menos desarrollados tras la intervención (Figura 3).

CONCLUSIONES

Este trabajo presenta los resultados de desarrollar una intervención didáctica en la formación inicial de docentes a fin de mejorar las competencias para enseñar la NdC y el PC, siguiendo el modelo de consenso del CdC (Gess-Newsome, 2015). Los resultados muestran su eficacia para guiar la planificación didáctica de la NdC y el PC en ciencias.

En relación al dominio de los contenidos, la intervención contribuyó a mejorar el conocimiento sobre la NdC y el PC y permitió identificar aquellos aspectos que presentan una mayor resistencia al cambio, tales como el papel de los errores y el origen de los desacuerdos en ciencia, en el caso de la NdC, o las destrezas argumentativas, que tan importantes son en la construcción de conocimiento científico. Por otra parte, las puntuaciones moderadas asociadas a la planificación de la enseñanza de la NdC y el PC deben entenderse como esperanzadoras, teniendo en cuenta la ardua tarea de satisfacer la ReCo en docentes en formación inicial (Cobo-Huesa et al., 2021). Junto a ello, los resultados sobre las creencias docentes sugieren una disposición en los futuros docentes a planificar su enseñanza a través de la ReCo, lo que apoya futuros comportamientos y actuaciones en el aula dirigidos a integrar la NdC y el PC en la enseñanza de las ciencias.

Así pues, la intervención implementada se presenta como una estrategia para comenzar a construir el CdC sobre la NdC y el PC de docentes en formación inicial en el contexto de los planes de estudio universitarios. En línea con las directrices del modelo de consenso del CdC (Gess-Newsome, 2015), posteriores estudios abordarán la reflexión, no solo sobre la planificación didáctica, sino también sobre su desarrollo en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2022). Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 3602.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28–42). Routledge Press.
- Halpern, D. F. (2010). *Halpern Critical Thinking Assessment*. Schuhfried.
- Nilsson, P. y Loughran, J. (2012). Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699–721.
- OCDE (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. y Acevedo-Díaz, J. A. (2006). An analysis of complex multiple choice science-technology-society items: methodological development and preliminary results. *Science Education*, 90(4), 681–706.
<https://doi.org/10.1002/sce.20134>

Propuesta de simulación docente ante situaciones de confinamiento en los Maestros/as en formación

Rafael Miguel Maroto Gamero¹, Elena García Buitrago², M^a Mercedes Martínez Aznar³

¹ Facultad de Educación-CFP (UCM). ramaroto@ucm.es

² Facultad de Educación-CFP (UCM). egarc03@ucm.es

³ Facultad de Educación-CFP (UCM). mtzaznar@ucm.es

RESUMEN: Ante la situación pandémica por la COVID-19 y en base a las prescripciones oficiales de la administración educativa de la Comunidad de Madrid, se planteó para el Grado de Maestro en Educación primaria, en la asignatura de Fundamentos y Didáctica de la Biología, una simulación de lo que podría ser una semana de trabajo en un aula de primaria durante el confinamiento. El trabajo suponía grabar un vídeo de una sesión sobre una temática de biología, crear interactividad en el mismo con *Edpuzzle*, y realizar un documento escrito producto de la indagación sobre el contenido, la metodología, las ideas previas de los alumnos, los materiales asociados, las actividades, la evaluación y la relación con el currículum. A partir de una rúbrica y un cuestionario de satisfacción diseñados *ad hoc* se mostraron niveles de ejecución medio-altos y una buena valoración, tanto para los fundamentos como para la didáctica de la Biología.

PALABRAS CLAVE: Formación de maestros de educación primaria, Competencias profesionales docentes, Metodologías activas, Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC)

ABSTRACT: Given the pandemic situation caused by the COVID-19 and based on the official prescriptions of the educational administration of the Community of Madrid, a simulation of what could be a week's work in a primary classroom during confinement was proposed to teachers in training enrolled in the subject of Fundamentals and Didactics of Biology. The work involved recording a one session video on a biology theme, creating interactivity on it using *Edpuzzle*, and making a written document product of the inquiry on the content, the methodology, students' previous ideas, associated materials, activities, evaluation and the relationship with the curriculum. Based on a rubric and a satisfaction questionnaire designed *ad hoc*, medium-high performance levels and a good evaluation were shown, both for the Biology content knowledge and Biology teaching.

KEYWORDS: Primary education teachers training, Teaching professional skills, Active methodologies, Information and communication technologies (ICT)

MARCO TEÓRICO

Como consecuencia del confinamiento derivado de la pandemia por la COVID-19 y la adaptación a la enseñanza online, el profesorado tuvo que gestionar iniciativas que garantizaran el desarrollar procesos de enseñanza que continuaran centrándose en los estudiantes y con especial interés en los aspectos emocionales (López-Cassà y Pérez-Escoda, 2020). En relación a la formación inicial de maestros/as dicha adaptación implicaba, además de reestructurar los planteamientos metodológicos, una oportunidad para transferirlos a contextos escolares. Es decir, esta situación suponía un problema

profesional a resolver por formadores y estudiantes, bajo los presupuestos del Conocimiento Didáctico del Contenido (Shulman, 1987), la construcción de competencias docentes científicas y didácticas (UCM, 2013) y el desarrollo de enfoques metodológicos indagativos (Martínez-Aznar, Rodríguez-Arteche y Gómez-Lesarri, 2017). Para la asignatura de Fundamentos y Didáctica de la Biología (2º curso), se asumió el aprendizaje basado en proyectos (Abd-El-Khalick et al, 2004; Rocard et al, 2007) aplicado de forma práctica como enseñanza on-line (Novak y Tucker, 2021; Hilario et al, 2020; Tang et al, 2020) y Blended learning (Novak y Tucker, 2021; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluze y García-Peñalvo, 2020) adaptado a la situación de pandemia.

OBJETIVOS

- Contribuir en la construcción de competencias generales y específicas propias de la titulación (UCM, 2013).
- Diseñar sesiones de trabajo que puedan ser desarrolladas en un marco de enseñanza virtual.
- Utilizar herramientas TIC (vídeo, *Edpuzzle*...) que favorezcan las metodologías activas para aplicar en el aula de primaria.

METODOLOGÍA

El trabajo tipo estudio de caso, se realizó durante el curso académico 2019-20 con un grupo intacto de estudiantes de 2º curso del Doble Grado en Maestro en Educación Infantil y Maestro en Educación Primaria de 52 estudiantes, 45 alumnas y 7 alumnos, en la asignatura de “Fundamentos y Didáctica de la Biología” de la Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado (UCM).

La actividad formativa se planteó de la siguiente forma: “*La Consejería de Educación requiere un plan de trabajo semanal de la asignatura que sus docentes van a impartir en una situación de no asistencia a clase (confinamiento, alumnado con atención domiciliaria, atención hospitalaria...).* En dicho plan se debe temporalizar el contenido a impartir, con una sesión virtual, actividades a realizar por los escolares, evaluación de estas, alternativas ante situaciones familiares varias (problemas de conectividad a Internet, limitaciones técnicas o de material...), atención a la diversidad, etc.”

Para su resolución se propusieron 22 temáticas para abarcar los contenidos escolares en los 6 niveles de primaria. El alumnado, de forma individual, por parejas o por tríos, debía realizar las siguientes tareas:

1. Realización de un vídeo de duración máxima de 10 minutos en el que debía aparecer el/la docente en formación. El vídeo tenía que partir de una pregunta motivadora que cautivara el interés de los discentes por la temática a tratar, seguiría con unos contenidos y debía finalizar con una recapitulación de lo abordado.
2. Creación de interacción de los escolares con el vídeo utilizando *EdPuzzle* (<https://edpuzzle.com/>) de modo que se les hiciera partícipes de la presentación.
3. Redacción de un documento escrito (máximo 10 páginas) que comprendiera:
 - La relación con los elementos del currículum escolar: objetivos, contenidos, competencias clave, estándares de aprendizaje, objetivos de evaluación en términos competenciales, etc.
 - La justificación didáctica del vídeo realizado.

- La metodología empleada, ventajas y carencias y su utilización en situaciones académicas presenciales.
- Los requisitos conceptuales y las concepciones alternativas del alumnado dirigidas a conseguir el cambio conceptual.
- Los materiales asociados dirigidos a los escolares adecuados a sus edades y, si lo requerían, instrucciones necesarias para la ayuda familiar en las tareas o para compartirlas con otros docentes. Se debían elaborar un mínimo de 3 actividades: una de indagación, otra con recursos TIC y otra libre, dirigidas a la construcción de conocimientos de forma autónoma.

En esta comunicación solo se presentan los resultados obtenidos del análisis de la rúbrica sobre la actividad y el cuestionario final de evaluación.

Técnicas de recogida y análisis de datos.

La recogida de datos se realizó con un vídeo, un documento escrito y un cuestionario. El análisis de los datos se llevó a cabo con una rúbrica con tres niveles de desempeño (Inapropiado/No disponible; Medio; Alto) para las siguientes categorías:

- vídeo (4 puntos): subdividido en competencias del título (1,5p), presentación de los contenidos (1,5p) e interacción de *Edpuzzle* (1p)
- documento (4,5 puntos): subdividido en currículum (0,5p), actividades (0,75p), materiales de apoyo (0,75), evaluación propuesta (0,75p), contenidos (0,75p), estructura y ortografía (0,5p) y bibliografía (0,5p)
- creatividad/originalidad (1 punto)

El cuestionario (formulario de Google), con una escala de tipo Likert (Muy poco; Poco; Algo; Mucho) para valorar la actividad formativa y otros aspectos de la asignatura, se puntuó con los 0,5 puntos restantes de la rúbrica.

RESULTADOS

La figura 1 recoge los resultados de la evaluación del vídeo en términos de competencias del Grado, la presentación de los contenidos y el manejo de la herramienta TIC *Edpuzzle*.

Los datos muestran que un 26,92% desarrolló unas competencias de la titulación alta, con una comunicación y exposición fluida de los contenidos, con un predominio del nivel medio del 71,15%. Se debe tener en cuenta que el grupo de alumnos/as se encontraba en un momento inicial de su formación (2º curso, 4º semestre) y que no había desarrollado ningún periodo de prácticas docentes en los centros escolares. En cuanto a la presentación de los contenidos, un 42,31% alcanzó el nivel alto, no presentando errores teóricos, mientras que un 53,85% logró un nivel medio.

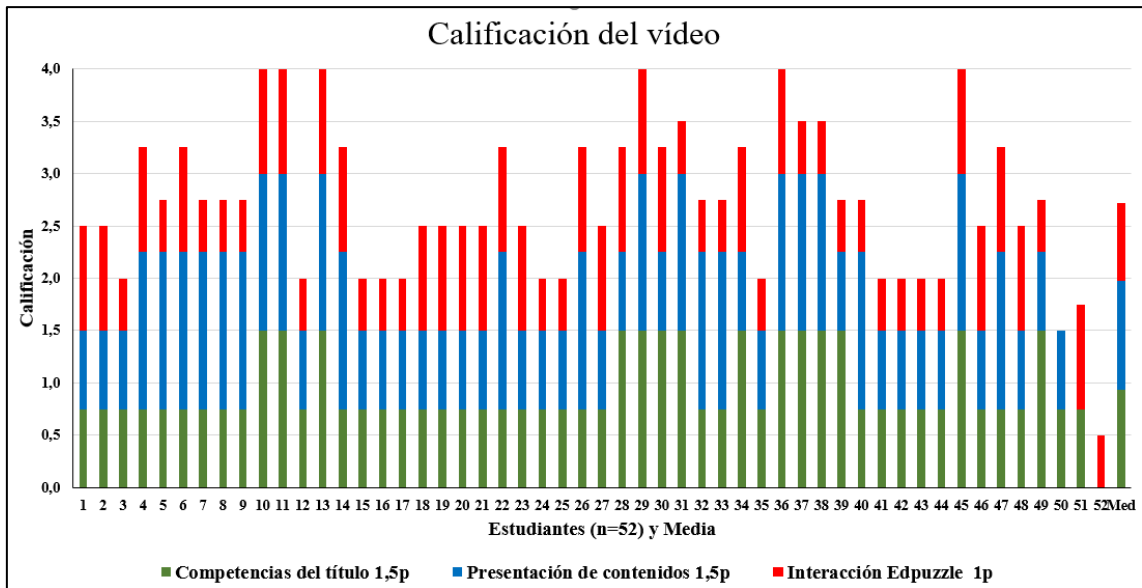


Figura 1: Calificación de los aspectos evaluados en el vídeo de cada estudiante comparado con la media

Finalmente, el 50% del alumnado demostró un uso muy adecuado de la herramienta TIC Edpuzzle para permitir a los escolares la participación en el vídeo al introducir las pausas en los momentos adecuados, mientras que el 48% obtuvo un rendimiento medio. En lo que respecta a la evaluación del documento escrito, los resultados obtenidos por los maestros/as en formación se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Resultados de la evaluación del documento escrito utilizando la rúbrica.

APARTADOS EVALUADOS EN EL DOCUMENTO ESCRITO	INAPROPIADO/ NO DISPONIBLE (%)	NIVEL MEDIO (%)	NIVEL ALTO (%)
Currículum	3,85	26,92	69,23
Actividades	1,92	50,00	48,08
Materiales de apoyo	7,69	23,08	69,23
Evaluación	9,62	26,92	63,46
Contenidos	0,00	69,23	30,77
Estructura y ortografía	0,00	17,31	82,69
Bibliografía	19,23	42,31	38,46

Según se observa, el alumnado mostró unos niveles altos en relación a la adecuación al currículum (69,23%), a los materiales de apoyo (69,23%) y a la evaluación (63,46%), mientras que predominó el nivel medio en las actividades presentadas (50,00%) y en los contenidos (69,23%). Como valor negativo se destacan las dificultades que presentaron los futuros docentes para citar y referenciar la información siguiendo las normas APA, donde un 19,23% se encontró en el nivel más bajo. En la última parte de la rúbrica,

destacó un nivel alto (84,62%) de creatividad/originalidad, frente a los niveles medio (13,42%) y bajo (1,92%).

En relación al cuestionario (figura 2), resaltan las respuestas relacionadas con la adecuación de la actividad para: a) la formación de futuros maestros (69,3%), b) su puesta en práctica con escolares (78,85%) y c) su propia formación en las asignaturas del Grado (76,92%); el 32,69% destaca la gran ayuda que supuso la rúbrica para organizarse (d). Asimismo, afirman que la actividad formativa les ayudó mucho e) a ampliar sus conocimientos sobre la asignatura (36,54%), f) a adquirir destrezas sobre el manejo del currículum (46,15%), g) a aplicar teorías y metodologías didácticas aprendidas durante su formación (48,08%), y h) a aplicar sus conocimientos TIC con la tarea realizada (59,62%). Finalmente, el 69,49% considera el trabajo una buena alternativa a un examen (i).

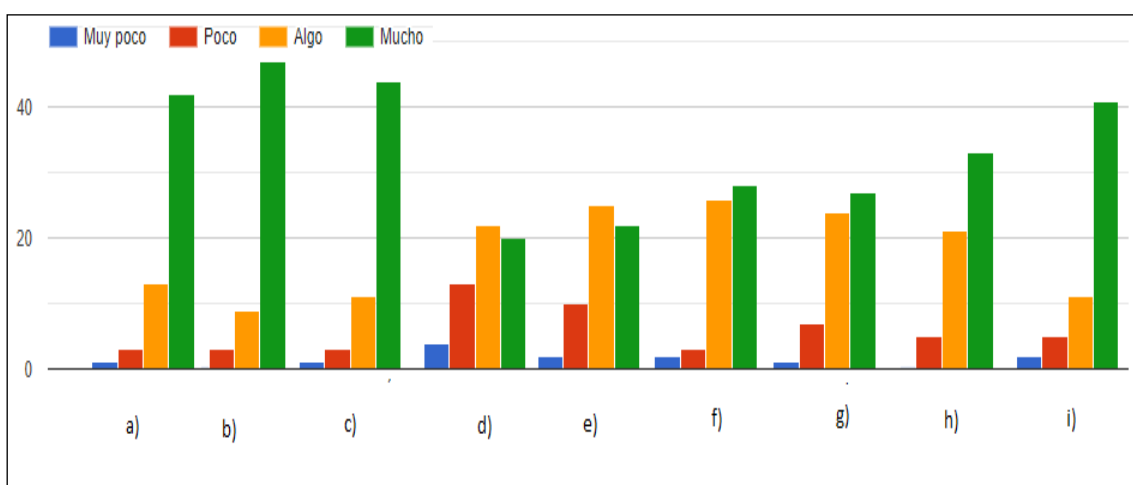


Figura 2: Respuestas a las preguntas del cuestionario.

Para terminar, se comentan las aportaciones que hicieron los estudiantes cuando se les dio la opción de valorar los aspectos positivos y negativos del trabajo realizado. El 90% de los comentarios valoraron muy positivamente la forma en la que se enfrentaron a una posible situación de enseñanza-aprendizaje, debiendo planificar, manejar el currículum, crear actividades adecuadas, utilizar herramientas TIC o poner en práctica sus conocimientos para desarrollar la actividad como si de una situación real se tratara. En cuanto a los aspectos negativos que resaltaron, el 67,56% estuvieron centrados en que las instrucciones iniciales no fueron muy claras al empezar con el trabajo, si bien se fueron resolviendo a través de los foros del aula virtual.

CONCLUSIONES

En esta situación de pandemia, la adaptación de la enseñanza presencial a los modelos virtual o semipresencial ha sido muy variada, observándose buenos resultados en el aprendizaje del alumnado cuando se han utilizado vídeos que los discentes podían visualizar a su ritmo, de forma interactiva o no (Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce y García-Peñalvo, 2020; Tang et al, 2020). Dentro de este enfoque, la propuesta didáctica presentada aborda un problema profesional para la formación inicial de los maestros/as, con la intención de facilitar la construcción de los primeros elementos del Conocimiento Didáctico del Contenido. Los futuros maestros/as se han familiarizado con metodologías

activas útiles para su futuro desarrollo profesional en las aulas de primaria, con resultados satisfactorios, aunque mejorables. Así, el 42,31% del alumnado aprueba la parte audiovisual, mientras que el 34,61% lo hace de forma notable y el 17,31% sobresaliente. El diseño de las sesiones de trabajo y la realización de los vídeos les ha permitido enfrentarse a una situación simulada que puede ser válida para ser llevada a la práctica docente, tanto en condiciones normales como en situaciones de no presencialidad en el aula. Por lo tanto, se puede considerar que esta propuesta formativa puede ser transferible a otras asignaturas y a otros niveles educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman R., Hofstein, A., Treagust, D. y Tuan, H-L. (2004). Inquiry in Science Education: International perspective. *Science Education*, 88, 397-419.
- Fidalgo-Blanco, A., Sein-Echaluce, M.L. and García-Peñalvo, F.J. 2020. Hybrid Flipped Classroom: adaptation to the COVID situation. In *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 405–409. DOI: <https://doi.org/10.1145/3434780.3436691>
- Hilario, P., Maestro, J.A., Valladares, M. y Moya, C. (2020). *Metodologías para una educación innovadora. Casos prácticos. Aplicación práctica en nuevos espacios para el aprendizaje*. Wolters Kluwer. Cuadernos de Pedagogía, 140pp. ISBN: 978-84-9987-207-0
- López-Cassà, È. y Pérez-Escoda, N. (2020). *La influencia de las emociones en la educación ante la COVID-19: El caso de España desde la percepción del profesorado*. Barcelona, Universitat de Barcelona. GROU. Documento electrónico. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2445/173449>
- Martínez-Aznar M.M., Rodríguez-Arteche I., Gómez-Lesarri P. (2017) La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (1), 162-180. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18854>
- Novak, K. y Tucker, C.R.. (2021). *UDL and Blended Learning. Thriving in Flexible Learning Landscapes*. Impress, 219pp. ISBN: 978-1-948334-31-0
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H. y Hemmo, V. (2007). Informe Rocard. *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. Recuperado de: <https://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>
- Tang, T., Abuhmaid, A. M., Olaimat, M., Oudat, D. M., Aldhaeabi, M. & Bamanger, E. (2020): Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19, *Interactive Learning Environments*, DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>
- UCM (2013). Competencias del Grado en Maestro en Educación Primaria. Recuperado de: https://www.ucm.es/data/cont/docs/24-2013-02-12-Doc%202020_Competicencias.pdf

Relación entre Conocimientos, Actitudes y Comportamientos socioambientales en la formación inicial docente en Infantil y Primaria

Alicia Guerrero Fernández¹, Esther García González², Emilio Solís Ramírez³, José María Cardenoso Domingo⁴.

¹ Universidad de Sevilla, aliciaguerrero@us.es

² Universidad de Cádiz, esther.garcia@uca.es

³ Universidad de Sevilla, esolis@us.es

⁴ Universidad de Cádiz, josemaria.cardenoso@uca.es

RESUMEN: Preparar a una ciudadanía adaptada a la crisis ecosocial, requiere de un modelo de Educación Ambiental en y para el decrecimiento que cuente con un profesorado formado para generar cambios en la escuela y en su entorno. Ante este desafío, proponemos emprender, en la formación inicial docente en Educación Infantil y Primaria, procesos de alfabetización ambiental que aborden tres elementos esenciales: conocimientos y habilidades; actitudes y emociones; y comportamientos. En este estudio planteamos: ¿en qué medida los conocimientos influyen en las actitudes y comportamientos? Se han analizado los resultados de un instrumento (CDA) de 162 estudiantes de los grados de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Sevilla, concluyendo que no podemos afirmar que un mayor conocimiento implique actitudes y comportamientos socioambientales avanzados. Este trabajo se enmarca dentro del proyecto “Alfabetización ambiental. Un desafío para la formación del profesorado del siglo XXI” del Ministerio de Economía y Competitividad.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial docente, conocimientos ambientales, actitudes ambientales, comportamientos ambientales, alfabetización ambiental.

ABSTRACT: Preparing a citizenry adapted to the eco-social crisis demands a model of Environmental Education in and for degrowth that relies on teachers trained to promote changes at school and in their environment. Faced with this challenge, we propose to undertake, in initial teacher training in Early Childhood and Primary Education, environmental literacy processes that address three essential elements: knowledge and skills; attitudes and emotions; and behaviours. In this study we ask: to what extent does knowledge influence attitudes and behaviours? We have analysed the results of an instrument (CDA) of 162 students from the University of Seville's Infant and Primary Education degrees, concluding that we cannot confirm that greater knowledge implies advanced socio-environmental attitudes and behaviours. This work is part of the project "Alfabetización ambiental. Un desafío para la formación del profesorado del siglo XXI" project of the Ministerio de Economía y Competitividad.

KEYWORDS: Initial teacher training, environmental knowledge, environmental attitudes, environmental behaviours, environmental literacy.

INTRODUCCIÓN

Formar a un profesorado consciente, resiliente, crítico y con predisposición a emprender cambios y transformaciones en el medio, es crucial, y urgente, para poder abordar los problemas socioambientales actuales y la situación de crisis ecosocial y de decrecimiento en la que nos encontramos inmersos. Todo ello con el ambicioso y complejo reto de preparar al profesorado para hacerle frente a esta situación y educar a las generaciones futuras.

Es evidente la necesidad de adquirir estrategias que nos permitan adaptarnos a los inminentes cambios, adaptación que puede llevarse a cabo por dos vías distintas: o bien de forma caótica, o bien de manera ordenada, justa y organizada. Y, desde nuestra perspectiva, optamos por esta última opción, lo que nos obliga a plantearnos qué aspectos debemos tener en cuenta desde una Educación Ambiental en y para el decrecimiento.

Tal y como recogen diversos autores (Álvarez-García et al., 2018; Liang et al., 2018; Mello O'Brien, 2007; Roth, 1992), alfabetizar ambientalmente a la ciudadanía requiere de un profesorado alfabetizado ambientalmente. Pero ¿qué componentes conforman este proceso de alfabetización ambiental (en adelante ALFAM)?

Tras llevar a cabo una revisión bibliográfica centrada en esta temática, hemos concluido que son tres las dimensiones básicas: conocimientos y habilidades; actitudes y emociones; y comportamientos socioambientales, ante lo que nos planteamos: ¿cómo indagar acerca de ello?, ¿cómo trabajarlas en el aula?, ¿de forma aislada o interrelacionándolas? Ante estas cuestiones, cabría destacar que nos situamos en un modelo de enseñanza y aprendizaje basado en la investigación escolar y en el trabajo en torno a problemas (Rivero et al., 2017; García-Pérez y Porlán, 2000), en la construcción social del conocimiento (García-Díaz, 2004; Porlán et al., 2011) y en el desarrollo del pensamiento complejo y crítico (Morin, 2001). Y es que educar carece de sentido si no se aborda la realidad de forma interrelacionada y contextualizada, de tal manera que el proceso de enseñanza y aprendizaje se entiende como un todo complejo que, de ser parcelado, se diluiría la globalidad y el carácter holístico de la realidad. Por ese motivo, ante la carencia de estudios que analizan en qué medida estas tres dimensiones se interrelacionan, hemos iniciado una investigación que le dé respuesta.

A pesar de que este objetivo sea abordado en un trabajo más amplio, aquí hemos querido llevar a cabo un estudio inicial empleando como fuente principal el primer instrumento que ha sido diseñado, validado y aplicado para conocer las ideas previas del profesorado en formación inicial y que se trató de un cuestionario sobre dimensiones ambientales (en adelante CDA).

METODOLOGÍA

Muestra

Los participantes que han cumplimentado el CDA, se encuentran matriculados en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales del segundo curso del grado de Educación Primaria (EP) y en las asignaturas de Conocimiento del Entorno Social en Educación Infantil y Enseñanza del Entorno Natural en la Etapa de 0 a 6 años, del tercer curso del grado de Educación Infantil (EI), de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, en el curso 2020-2021, con una muestra total de 162. En lo que

se refiere al Grado, el 64.81 % pertenecen a EI y 35.19 % a EP. Respecto a las edades, oscilan entre los 18 y los 45 años. No obstante, el grueso de la muestra se encuentra entre los 18 y 23 en ambos Grados, suponiendo el 95.06 %.

Instrumento

El instrumento empleado en este estudio se trata del CDA, que ha sido diseñado y validado en relación con las dimensiones ambientales determinadas (Guerrero et al. 2021). El instrumento se estructura en cuatro secciones, tal y como queda recogido en la tabla 1.

Tabla 1. Secciones del CDA.

Sección	Dimensiones y tipo de ítems	Número de ítems
Sección 1	Datos demográficos	13 ítems
Sección 2	Preguntas con una sola opción de respuesta correcta, relacionadas con Conocimientos y Habilidades (CyH).	14 ítems
Sección 3	Ítems de escala Likert sobre el grado de acuerdo y desacuerdo, vinculados a Conocimientos y Habilidades (5 ítems), Actitudes y emociones (AyE) (32 ítems, tres específicos de emociones) y Comportamientos (COMP) (4 ítems).	41 ítems
Sección 4	Ítems de escala Likert sobre la frecuencia, vinculados a Comportamientos socioambientales (COMP).	20 ítems

Análisis de datos

El trabajo presentado trata de analizar si existen relaciones entre las variables que indagaban sobre Conocimientos y Habilidades (en adelante CyH) y las otras dimensiones, Actitudes y Emociones (en adelante AyE) y Comportamientos (en adelante COMP) del CDA, de manera que pudiéramos plantear como hipótesis de trabajo que cuanto mayor sea el nivel de conocimientos y habilidades, más factible será que las otras dos dimensiones vayan en paralelo y, por tanto, mayor será el grado de ALFAM.

Procedimiento

Estudiaremos el contraste de medias de los diversos ítems, de los dos grupos con puntuaciones mayores y menores del total de la escala en CyH. Tras tabular las respuestas correctas del apartado correspondiente del cuestionario relacionados esta dimensión, hay un mínimo de 1 acierto sobre 14 ítems (7 %) y un máximo de 12 (86 %). Hemos tomado dos franjas, desde 1 acierto hasta 3 (20 % de aciertos), donde se encuentran 10 participantes, colectivo BRC (Bajo porcentaje de Respuestas Correctas). Por la otra parte del gradiente, por paridad, otros 10 participantes que han acertado entre 10 y 12 aciertos (entre un 71 % y un 86 %), ARC (Alto porcentaje de Respuestas Correctas). No hay ningún participante que tenga 14 sobre 14. A continuación, hemos analizado las respuestas de estos dos conjuntos a las categorías de AyE y a la de COMP, y hemos analizado si existen diferencias significativas. Hemos considerado, en el caso de los ítems de escala Likert, como significativa, una diferencia $\geq \pm 0.5$, lo que supondría un 10 % del valor global de la escala. Esta decisión la tomamos en base a dos consideraciones. De una parte, 0,5 en la escala, permite traspasar con claridad zonas de desacuerdo a incertidumbre o acuerdo. Por otra, esta diferencia también reafirma esas mismas posiciones, desacuerdo, incertidumbre o acuerdo, aspectos que no sería posible analizar con diferencias menores de las medias.

Relación entre la dimensión CyH y AyE

En el caso de la dimensión de AyE, del total de los 32 ítems que componen esta dimensión en el cuestionario, aquellos que presentan una diferencia $\geq \pm 0.5$, los podemos ver en la tabla 2 (22 % del total de los ítems de esta dimensión).

Tabla 2. Medias de los ítems seleccionados y diferencia entre las medias.

Ítem	\bar{X} ARC	\bar{X} BRC	Diferencia
7. Las acciones colectivas, como por ejemplo las impulsadas por los movimientos ecologistas, son claves para solucionar los problemas ambientales	4.6	3.8	0.8
8. Los centros educativos deberían facilitar la participación de la comunidad educativa para resolver problemas ambientales	4.8	4.3	0.5
9. La tecnología, con el tiempo, nos servirá para controlar la naturaleza	2.5	3.2	-0.7
12. Es un derecho de la humanidad explotar los recursos naturales de acuerdo con sus necesidades	2.8	1.8	0.8
19. Independientemente de lo que el ser humano conozca de la naturaleza, está sujeto a las leyes de la misma	4.4	3.8	0.6
21. Me siento con capacidad para identificar problemas ambientales y plantear soluciones a los mismos	3.2	2.5	0.7
28. Los cambios en los estilos de vida, en relación con el tipo y cantidad de recursos que se consumen, ayudarían a resolver, de forma determinante, los problemas ambientales	4.8	4.1	0.7

En 5 de los 7 ítems (7, 8, 19, 21 y 28) las diferencias entre las medias pueden indicar que las actitudes de los sujetos del grupo ARC, son más próximas a un mayor grado de alfabetización ambiental, (Roth, 1992), que la de los sujetos que tienen menos respuestas acertadas. No se cumple esta premisa en los casos de los ítems 9 y 12. En el caso del ítem 9, los sujetos ARC, están más de acuerdo, casi en la zona de indecisión, que el otro conjunto, cuando este ítem no representa, precisamente, un alto grado de alfabetización ambiental. Es todavía más llamativo el caso del ítem 12, en el que el desacuerdo con la premisa es bastante mayor, entre los sujetos del conjunto de BRC, que el de ARC, que supuestamente presentan un mayor conocimiento científico. Podríamos decir que en líneas generales un mayor conocimiento “científico” de las cuestiones ambientales, hace que el grado de ALFAM sea algo mayor en el conjunto de ARC, aunque hay aspectos en que esto no se cumple.

En relación con las Emociones, tomando los dos mismos conjuntos de sujetos, hemos visto las emociones elegidas en cada una de las preguntas realizadas. En el caso del ítem (39 del CDA), cuyo enunciado era: “conocer los efectos del cambio climático, me produce: ...” En la tabla 3 indicamos las emociones más escogidas por ambos conjuntos (Frustración y Preocupación) y aquellas en las que la diferencia entre los porcentajes de ambos es mayor y podemos considerarlo significativo (Incertidumbre y Pesimismo).

Tabla 3. Porcentaje de emociones elegidas por BRC y ARC y diferencia para el ítem 39 del CDA.

Emociones	Frustración	Incertidumbre	Pesimismo	Preocupación
Porcentaje emociones escogidas por los sujetos BRC	16,67	20	0	23,34
Porcentaje emociones escogidas por los sujetos ARC	20	10	10	20
Diferencia	3,33	-10	10	-3,34

En el caso del ítem (40 del CDA) cuyo enunciado era “Identificar problemas ambientales y plantear soluciones a los mismos, me produce: ...”, en la tabla 4 indicamos las emociones que han escogido en mayor porcentaje ambos conjuntos (Esperanza, Gratificación y Satisfacción), y aquellas, en las que la diferencia entre los porcentajes de ambos es mayor y podemos considerarlo significativo (Confianza y Entusiasmo).

Tabla 4. Porcentaje de emociones elegidas por BRC y ARC y diferencia para el ítem 40 del CDA.

Emociones	Confianza	Entusiasmo	Esperanza	Gratificación	Satisfacción
Porcentaje emociones escogidas BRC	13,34	10	16,67	10	16,67
Porcentaje emociones escogidas ARC	3,34	20	20	13,34	13,34
Diferencia	-10	10	3,34	3,34	-3,33

Finalmente, en el caso del ítem (41 del CDA) cuyo enunciado era “Actuar en mi vida de forma que colabore a la solución de los problemas derivados del cambio climático, me produce: ...”

En la tabla 5, indicamos las emociones escogidas en mayor porcentaje por ambos conjuntos (Esperanza y Orgullo) y aquellas en las que la diferencia entre los porcentajes de ambos es mayor y podemos considerarlo significativo (Gratificación y Satisfacción).

Tabla 5. Porcentaje de emociones elegidas por BRC y ARC y diferencia para el ítem 41 del CDA.

Emociones	Esperanza	Gratificación	Orgullo	Satisfacción
Porcentaje emociones escogidas por los sujetos BRC	10	26,67	16,67	10
Porcentaje emociones escogidas por los sujetos ARC	13,34	16,67	20	20
Diferencia	3,34	-10	3,33	10

Como se puede observar, en general, da la impresión de que las emociones elegidas por estos dos conjuntos de sujetos, es como si se compensaran entre sí y no pudiéramos afirmar que su respuesta emotiva al conocimiento de los efectos del cambio climático sea muy diferente en función de los conocimientos científicos acreditados en la dimensión CyH.

Relación entre CyH y COMP

Siguiendo el mismo tipo de análisis que en el apartado de AyE, de los 24 ítems relacionados con el COMP, los que presentan una diferencia $\geq \pm 0.5$, los podemos ver en la tabla 6 (21 % del total de los ítems de la dimensión).

Tabla 6. Medias de ítems seleccionados de ARC y BRC y diferencia entre medias en COMP.

Ítem	\bar{X} ARC	\bar{X} BRC	Diferencia
1. Informar a las autoridades correspondientes, medios de comunicación, etc., de los problemas ambientales que observo	2.2	2.7	-0.5
4. Llevar a la compra bolsas desde casa	4.3	5.0	-0.7
5. Adquirir productos con menos embalaje	3.8	3.1	0.7
9. Recoger los residuos que otras personas dejan en las zonas públicas y depositarla en contenedores	3.3	2.7	0.6
10. Depositar las pilas, aceites usados y otros residuos peligrosos en los puntos limpios	4.8	3.3	1.5

En tres de los cinco ítems (5, 9 y 10), las medias de los sujetos de la muestra ARC, son superiores y más próximas a la frecuencia que cabría esperar en una conceptualización de alfabetización ambiental más alta. Sin embargo, en los otros dos (1 y 4), ocurre justamente lo contrario.

CONCLUSIONES

Como resumen de la posible relación entre la dimensión de CyH con las de AyE y COMP, para analizar la posible influencia de los conocimientos “científicos”, de orden más complejo, con AyE y COMP, y estudiar el grado de ALFAM de los participantes, pensamos que los datos no son lo suficientemente concluyentes y que presentan contradicciones, considerando, además, el bajo porcentaje de ítems de AyE y COMP (en torno al 20%) que presenta diferencias significativas en relación a los CyH. Esto no nos permite aceptar como hipótesis general, para la muestra estudiada, que, a mayor conocimiento científico, los niveles de AyE y COMP que declaran nos pueden situar en un grado de ALFAM elevado. Este resultado se asemeja al que estudios como Liang et al. (2018) recogen, donde se refleja una baja interrelación entre los diferentes elementos que componen la ALFAM debido a que los conocimientos no siempre generan comportamientos y actitudes proambientales. Así, como también se cita en Haverkos y Bautista (2011), podría afirmarse que adquirir conocimientos socioambientales no implica actitudes y comportamientos de este tipo.

AGRADECIMIENTOS

Ayuda PID2020-114171GB-I00 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez García, O., Sureda Negre, J. y Comas Forgas, R. (2018). Evaluación de las competencias ambientales del profesorado de primaria en formación inicial: Estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 117-141. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2338>
- García Díaz, J.E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Díada.
- García Pérez, F.F. y Porlán, R. (2000). El proyecto IRES (Investigación y renovación escolar). *Biblio3W, Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 5(205). <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-205.htm>
- Haverkos, K., & Bautista, N. (2011). Environmental Literacy through Relationships: Connecting Biomes and Society in a Sustainable City. *Science Scope*, 35(2), 63-70.
- Liang, S.W., Fang, W.T., Yeh, S.C., Liu, S.Y., Tsai, H.M, Chou, J.Y., & Ng, E. (2018). A Nationwide Survey Evaluating the Environmental Literacy of Undergraduate Students in Taiwan. *Sustainability*, 10(6), 1730. <https://doi.org/10.3390/su10061730>

- Mello O'Brien, S.R. (2007). *Indications of environmental literacy: Using a new students knowledge, and attitudes of university-aged survey instrument to measure awareness* [Tesis doctoral, Iowa State University] <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=16054&context=rtd>
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Paidós.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52. <https://ensciencias.uab.es/article/view/v35-n1-rivero-martin-et al/2068-pdf-es>
- Roth, C.E. (1992). *Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s*. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Transformaciones del desarrollo profesional en docentes universitarios asociado a un Programa de Neurociencia Cognitiva.

Carolina María González Velásquez¹, Bartolomé Vázquez Bernal², María Ángeles de las Heras Pérez³

¹ITM, ¹Universidad de Antioquia, Colombia carolinam.gonzalez@udea.edu.co

^{2,3}Universidad de Huelva, España bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es
angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Este artículo presenta parte del análisis de una investigación de dos años con 16 profesores universitarios de ciencias experimentales colombianos, con características asociadas a su experiencia, desarrollo profesional, investigación y diversidad en sus disciplinas. Uno de los objetivos de la investigación fue caracterizar la progresión conceptual, práctica y reflexiva asociadas a la comprensión sobre didáctica de las ciencias vinculado a un programa de formación que recibieron de base sobre Neurociencia Cognitiva, para tal efecto se llevó a cabo un análisis descriptivo, interpretativo y correlacional a través de un cuestionario validado, entrevistas semiestructuradas y observación de sus planificaciones e implementación de su trabajo en la práctica de aula. Se concluye que el desarrollo profesional de este grupo de docentes fue enriquecido de manera progresiva logrando cambios en su forma de vincular su conocimiento disciplinar con el conocimiento en didáctica y con el programa de formación implementado con este grupo para el fortalecimiento del desarrollo profesional y el mejoramiento en la enseñanza de las ciencias.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo Profesional, Neurociencia Cognitiva, Docencia Universitaria.

INTRODUCCIÓN

Como es conocido, la vinculación de paradigmas y campos de conocimiento emergentes que aúnan esfuerzos en el ámbito educativo está a la orden del día, pues se presenta como un continuo desafío trascender y avanzar en estudios que den cuenta, de las condiciones, modelos y estrategias que permitan acercar a una “ideal” forma de configurar lo que significa ser un buen docente, además porque los programas de formación que se desarrollan en las universidades, muchas veces presentan conceptos asociados al constructo teórico de la Pedagogía y la Didáctica, pero que muchas veces no trascienden en ciclos de mejora o avances en el desarrollo profesional de los docentes que los reciben.

Ahora, un campo disciplinar como la neurociencia ha venido informando de manera empírica, elementos trascendentes acerca de la forma en que se producen los procesos inherentes al aprendizaje, lo que constituye un avance interesante que puede fortalecer las dinámicas educativas en construcciones de entendimiento didáctico para su proceso.

Autores como Sagi, et al., (2012), reconocen los vínculos pedagógicos con los principios de formación psicológica en los currículos de formación docente como una base para el progreso y desarrollo de la articulación entre los campos de conocimiento, además porque no solo elementos culturales y sociales movilizan nuevas experiencias, sino también los

procesos comunicativos modernos, las redes sociales y otros espacios permean de forma directa la manera en que las personas aprenden desde sus vivencias, Butcher, N. y Hoosen, S. (2014). Algunos estudios entre ellos el de Calvo (2019) indican la necesidad de un intercambio complejo para la comprensión de los aspectos inherentes al aprendizaje y superar visiones reduccionistas de la cognición amplificando de tal suerte las bases que interpelan una mirada biológica y asociarla a elementos socioculturales y educativos para el desarrollo de mejores prácticas de aula. Para Stafford-Brizard, KB, Cantor, P. y Rose, LT (2017) la mente, el cerebro y la educación es un campo formado con dos propósitos clave, por un lado, apresurar el conocimiento desarrollado a través de la investigación mediante el uso de un enfoque interdisciplinario, y por otro lado tender puentes para conectar y aplicar estos conocimientos a la práctica educativa. Asimismo, Ansari, D, Coch. D y De Smedt. B (2011), sostienen que el real potencial de la Neurociencia articulada al campo educativo radica en la posibilidad de generar interacciones entre neurocientíficos cognitivos y educadores para llegar a nuevas preguntas y a un lenguaje común, a través de espacios para el intercambio de experiencias que puedan nutrir en esencia cada disciplina desde sus perspectivas.

METODOLOGÍA

El estudio obedeció a un diseño mixto secuencial exploratorio cuya estrategia es utilizar resultados de datos cuantitativos para apoyar a la interpretación de hallazgos cualitativos. Se desarrolló con profesores de universidades públicas del departamento de Antioquia, Colombia, entre los periodos académicos de 2019 a 2021, (seis semestres) se definieron cuatro fases, la primera llamada fase exploratoria en 2019 donde participaron 50 profesores y profesoras universitarios quienes diligenciaron un cuestionario previa validación a juicio de expertos y además participaron de una entrevista semiestructurada. Una segunda fase de diseño, seguida de la fase de implementación del programa de formación llevado a cabo por espacio de 4 meses, con 2 grupos uno experimental y otro de control con observaciones directas en el aula y en última instancia una fase final de evaluación del proceso con un cuestionario y otros instrumentos de análisis de observación para estudio de los casos por espacio de otros dos semestres académicos.

Participantes

La investigación se configuró en dos grupos focales, uno experimental DUNE y otro de control DUEC, con las siguientes características como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Conformación de los grupos focales

Profesores Universitarios	Formación posgrado	Grupo control DUEC	Grupo Experimental DUNE
30	Maestría	10	10
14	Doctorado	5	5
6	Postdoctorado	1	1
Participantes finales para el estudio de caso		16	16

Fuente. Elaboración propia

Del total de 50 profesores que comenzaron en la fase exploratoria se implementó con el grupo experimental de 16 profesores, un programa de formación basado en didáctica de

las ciencias experimentales que adicionalmente vinculó las bases de la neurociencia cognitiva con cuatro módulos que fueron desarrollados en un semestre académico tipo seminario, distribuido en 40 horas, los ejes temáticos fueron: Fundamentación en didáctica de las ciencias experimentales, metodologías activas, evaluación en educación superior, Fundamentación de la Neurociencia Cognitiva, Funciones ejecutivas asociadas al aprendizaje, Desarrollo neurocognitivo y aprendizaje y Neurobiología, a la par el grupo control conformado por los otros 16 profesores, no recibió dicho proceso pero fue observado y analizado en todas las categorías y unidades de análisis para efectos de evaluación.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los aportes e implicaciones didácticas del diseño e implementación de un programa de formación basado en didáctica de las ciencias y en Neurociencia Cognitiva en el desarrollo profesional de un grupo de docentes universitarios en ciencias experimentales?

Objetivo

Evaluar las diferentes aportaciones y la incidencia de la implementación del programa formativo de didáctica de las ciencias vinculando las bases de la Neurociencia cognitiva en el colectivo de profesores universitarios de ciencias experimentales.

Hipótesis

La incidencia e implicaciones didácticas del diseño e implementación de un programa de formación en didáctica y en Neurociencia cognitiva para un grupo de docentes universitarios de ciencias experimentales, reviste un fortalecimiento y cambio positivo que permite un análisis de su desarrollo profesional desde sus actuaciones, prácticas, preocupaciones, manejo de emociones y estilos de enseñanza.

Instrumentos y Tratamiento de los datos

En la fase exploratoria se aplicó un cuestionario que fue diseñado con base en la elaboración de un sistema de categorías y que permitió la implementación del programa de formación a fin de identificar los niveles de complejidad y progresión sobre los conocimientos en didáctica y neurociencia cognitiva y que se evaluó de manera posterior, esto representado en la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2012). Dicho cuestionario contó con una serie de 32 preguntas tipo Likert previa validación a juicio de expertos y puesta a criterios de confiabilidad estadística mediante el uso de programa SPSS y alfa de Cronbach con valor 0.90 de alta confiabilidad. Para observar la distribución de los datos se realizó la prueba Kolmogorov Smirnov: $p < 0,05$ en cada variable, 95% de confianza cuya ecuación es $D_n = \max_x |S_n(x) - F_0(x)|$ a fin de identificar variables subyacentes, o factores, que expliquen la configuración de las correlaciones dentro del conjunto de variables observadas, y arrojó como resultado un valor de 0.9, lo cual significa la alta correlación entre los valores y variables del test aplicado.

RESULTADOS

Por efectos de tamaño de la información, solo se presentarán los análisis referidos en algunas categorías evaluadas en los grupos que participaron del proceso de formación como estudio de caso, siendo específicamente la progresión conceptual y práctica esperada desde la hipótesis (conocimiento del contenido en didáctica y neurociencia cognitiva, reflexión sobre la práctica-cambio en la evaluación), luego de la implementación del programa de formación y el desarrollo de las actividades docentes durante dos años consecutivos. Se usó el coeficiente de correlación de Pearson, donde:

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

“x” es igual a la variable número uno, “y” pertenece a la variable número dos, “zx” es la desviación estándar de la variable uno, “zy” es la desviación estándar de la variable dos y “N” es el número de datos.

$$r_{xy} = \frac{\sum z_x z_y}{N}$$

Luego de las pruebas se encontró una relación progresiva positiva entre las categorías descritas pues la correlación fue significativa.

Tabla 2. Correlación de Pearson

Conocimiento del contenido(didáctica-neurociencia)			Reflexión sobre la práctica (procesos evaluativos)	
,898**	,885**	,855**	,833**	,819**
,691**	,735**	,568	,079	-,163
,789**	,504**		30	
	,656**	,817	,025	,305
,855**	,769**	,929	,894	,601
			30	
,732**	,696**	,555**	,214	,587
,868**	,800**	,701	,257	,624
,800	,655	1	-,051	,504
			30	
,654	,133	-,051	1	,658
,959	,619	,604	,658	1

La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). **

A través del tiempo se generaban reflexiones sobre la práctica en relatos y acciones para la mejora en el ciclo de formación, se incrementaban cambios en los procesos de evaluación en cada semestre, dichas progresiones se observaron en las modificaciones a los micro currículos y también se identificaron en los test de evaluación del proceso durante y posterior al proceso de formación.

Tabla 4. Progresión conceptual del segmento categorial durante las fases del estudio.

	Fase exploratoria	Fase diseño	Fase implementación	Fase evaluación
Conocimiento didáctico del contenido	1,6	1,7	1,8	2
Conocimiento conceptual neurociencias	1,8	2	2,3	2,6
Evaluación	1,7	2	3	3,4
Cambios micro currículo	2	1,8	2,4	3

Conocimiento sobre habilidades socioemocionales	1,5	1,7	2,5	2,8
Investigación	1,7	2	2,4	3
Rol del estudiante	1,5	1,7	2,6	3,1
Cognición	1	1,5	1,8	2,5

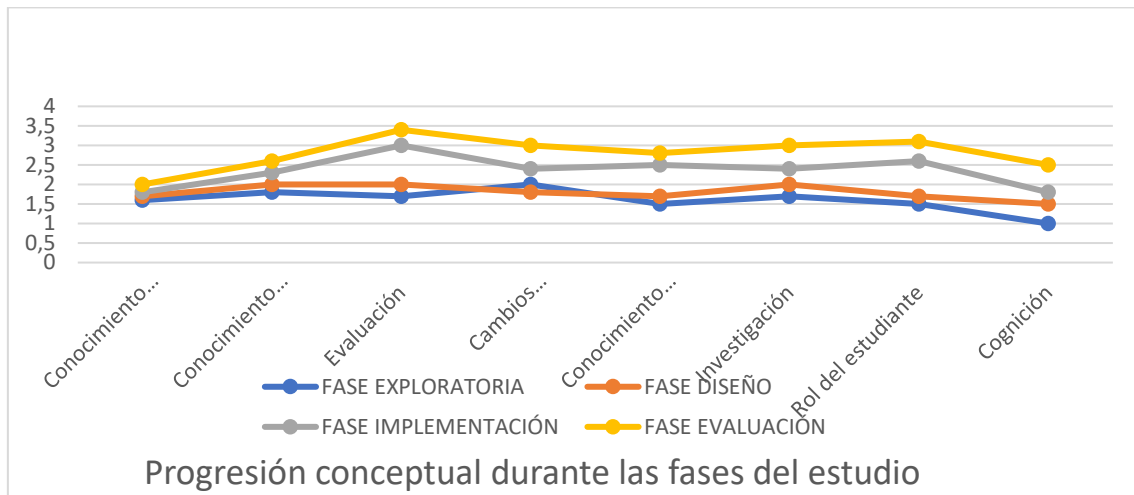


Gráfico 1. Progresión conceptual de las categorías unidades de análisis

Se evidencia que hay una progresión que incrementa a medida que el tiempo de abordaje durante los semestres académicos y desarrollo de las fases de la implementación en las diferentes categorías avanza, dado que las respuestas y los cambios se intensifican a través de los ciclos de mejora y progresión en complejidad. Los mayores cambios observados fueron en relación con los procesos de evaluación y ajustes en el diseño curricular, al integrar conceptos asociados a Neurociencias, entre ellos, memoria y atención. Estos aspectos son tema de análisis en otro artículo.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación evidencian que los docentes universitarios que hicieron parte del estudio en el grupo experimental, enriquecieron de manera progresiva aspectos asociados a su desarrollo profesional logrando cambios en su forma de vincular su conocimiento disciplinar con el conocimiento en didáctica y con el programa de formación implementado en Neurociencia Cognitiva, al introducir mejoras en los procesos evaluativos y cambios a nivel curricular en sus planeaciones, máxime si se consideran los procesos reflexivos de su práctica de aula y que fueron construyendo a través de sus relatos y del rol diferencial que comenzaron a otorgarle a sus estudiantes, teniendo en cuenta los aportes que desde el punto de vista del aprendizaje y la manera en que el cerebro desarrolla sus procesos, adecuaron nuevas estrategias de enseñanza, entre las que se destacó actividades y pausas en los intervalos de las clases, cambios en secuencias de estímulos audiovisuales, ajustes en los tiempos de desarrollo al incluir problemas socialmente relevantes y nuevas prácticas que vincularon actividades para

fortalecer la memoria y la atención, ya que hay un contraste empírico analítico que relaciona el desempeño de los estudiantes debido a los cambios en el proceso evaluativo generado por sus profesores. Ahora, desde la perspectiva de la Hipótesis de la Complejidad, el análisis destaca la progresión a niveles referentes sobre las categorías asociadas al cambio en la forma de ver los contenidos impartidos y a la posición sobre los aspectos relativos a la evaluación desde el punto de vista de que fuera formativa y participativa, donde -a diferencia del grupo control que no realizó cambios en su forma de diseñar los procesos evaluativos-, para el grupo experimental la retroalimentación cobró relevancia. Finalmente, en relación con el desarrollo profesional, se sostiene que la reflexión sobre la praxis es un proceso continuo (Fraser et al., 2016) a fin de potenciar los procesos de calidad no solo para el profesor sino también para los centros de enseñanza, además con base en Jiménez-Pérez y Wamba (2004), la búsqueda de un modelo didáctico y estilo de enseñanza es un factor fundamental conducente a un desarrollo profesional. Razón adicional esgrime la integración de campos teóricos que significan retos académicos para el personal docente en aras de su permanente cualificación, (Demir y Qureshi, 2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansari, D., Coch, D. y De Smedt, B. (2011). Conectando la educación y la neurociencia cognitiva: ¿Adónde nos llevará el viaje? *Filosofía y teoría de la educación*, 43 (1), 37-42.
- Butcher, N., Moore, A. y Hoosen, S. (2014). Aprovechar los REA para impulsar el cambio educativo sistémico en la educación secundaria.
- Calvo, M (2019) Pensamiento complejo y transdisciplina. *Sophia*, Colección de Filosofía de la Educación, 26, 307-326. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.09>
- Fraser, S. (2016). Pedagogical Content Knowledge (PCK): Exploring its Usefulness for Science Lecturers in Higher Education. *Research in Science Education*, 46 (1), 141-161. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9459-1>
- Jiménez-Pérez, R., y Wamba, A. M. (2004). ¿Podemos construir un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales? *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del profesorado*, 8(1), p.0
- Demir, K. y Azhar M. Qureshi (2019) Experiencias de desarrollo profesional de docentes de ciencias de Pakistán: un estudio de caso fenomenológico, *Journal of Science Teacher Education*, 30:8, 838-855, DOI: [10.1080/1046560X.2019.1607707](https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1607707)
- Sagi, Y., Tavor, I., Hofstetter, S., Tzur-Moryosef, S., Blumenfeld-Katzir, T. y Assaf, Y. (2012). Aprendiendo por la vía rápida: nuevos conocimientos sobre la neuroplasticidad. *Neurona*, 73 (6), 1195-1203.
- Stafford-Brizard, K.B., Cantor, P. y Rose, L.T. (2017). Building the Bridge Between Science and Practice: Essential Characteristics of a Translational Framework. *Mind, Brain, and Education*, 11(4), 155-165. <https://doi.org/10.1111/mbe.12153>
- Vázquez-Bernal, B., Mellado, V., Jiménez-Pérez, R., y 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. DOI: <https://doi.org/10.1002/sc.20474>

Un estudio de argumentación con profesorado en formación durante un episodio de contagio por tuberculosis

Virginia Aznar Cuadrado¹, Blanca Puig².

¹ Universidad de Santiago de Compostela. virginia.aznar@usc.es

² Universidad de Santiago de Compostela. blanca.puig@usc.es

RESUMEN: Se presenta un estudio de argumentación sobre las vacunas y la tuberculosis, realizado antes de la pandemia, con profesorado de primaria en formación en un contexto de contagio por tuberculosis. El objetivo principal es examinar el tipo de argumentos que presentan para posicionarse sobre las vacunas. La tarea objeto de análisis se integra en un proyecto más amplio que pretende formar al futuro profesorado en enfermedades infecciosas comunes en nuestro contexto, como la tuberculosis, y en el desarrollo de prácticas de argumentación y modelización. El análisis muestra que la mayor parte de los argumentos a favor de las vacunas son de tipo científico, mientras que los contrarios a la vacunación son variados, científicos, emotivos e intuitivos.

PALABRAS CLAVE: cuestiones socio-científicas, prácticas científicas, argumentación, enfermedades infecciosas.

ABSTRACT: We present an argumentation study about vaccines and tuberculosis, carried out before the pandemic, with Primary Preservice teachers in the context of a tuberculosis contagion. The main goal is to examine the type of arguments that participants presented to position themselves about vaccines. The task object of analysis in this study is framed in a wider project which aims to prepare future teachers on common infectious diseases in our context, such as tuberculosis, as well as in the development of argumentation and modeling practices. The analysis shows that most arguments in favor of vaccines are scientific, whereas arguments against vaccination are diverse, scientific, emotive and intuitive.

KEYWORDS: socio-scientific issues, scientific practices, argumentation, infectious disease.

UN EPISODIO DE INFECCIÓN COMO CONTEXTO SOCIO-CIENTÍFICO PARA PRACTICAR LA ARGUMENTACIÓN

Los temas de salud están de actualidad a diario y, en este período de pandemia mundial que nos ha tocado vivir, la ciudadanía se ha visto obligada a una continua toma de decisiones. Ser capaz de hacer elecciones adecuadas y razonadas sobre problemáticas de salud implica no sólo movilizar conocimientos científicos, sino también pensamiento crítico. Los contagios, la vacunación, la automedicación, la resistencia a los antibióticos, etc., son temas de salud relacionados con las enfermedades infecciosas, que generan controversia social. Su introducción en el aula genera debate y permite el desarrollo de pensamiento crítico (Solbes 2013), así como el desempeño de prácticas científicas como la argumentación (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso 2014; Jiménez Aleixandre 2010). Además, estos problemas, que nos afectan directamente, involucran aspectos éticos y

afectivos, mas allá de cuestiones científicas (Kolstø 2001; Zeidler et al. 2002; Sadler, Chambers y Zeidler 2004).

El estudio que presentamos en esta comunicación se desarrolla en un episodio de infección por tuberculosis que afectó a un grupo de estudiantes de formación inicial de maestros/as de primaria. Este evento implicó la activación del protocolo de alerta sanitaria establecido en nuestra comunidad para este grupo, ya que la tuberculosis es una enfermedad de declaración obligada. A través de este protocolo se localizaron casos de infección por tuberculosis entre los familiares y compañeros y compañeras de la alumna afectada. Este episodio brindó una oportunidad excepcional para el diseño de una propuesta para el abordaje de esta enfermedad infecciosas bajo un enfoque de enseñanza mediante prácticas científicas, en particular, de modelización y argumentación.

En la formación inicial de profesorado, son todavía escasas las investigaciones que se centran en analizar los modelos de infección y argumentos de futuros docentes sobre enfermedades infecciosas comunes en nuestro entorno (Aznar Cuadrado y Puig, 2016). Consideramos que analizar estas cuestiones es relevante, dado que el profesorado desempeña un papel fundamental como promotores de salud en las aulas. En esta línea, destacamos algunos estudios desarrollados en formación inicial del profesorado en nuestro país como el estudio de Uskola, Burgoa y Maguregi (2018), que analizan las prácticas de modelización y argumentación en el contexto de las vacunas. Las autoras investigan el modelo de sistema inmunológico y la capacidad de transferir este por parte del profesorado en formación a otros contextos, así como la toma de decisiones sobre la vacunación. Concluyen que existe un avance en el desempeño de ambas prácticas y que la mejora en el conocimiento parece que conlleva una mejora en la toma de decisiones. Otra propuesta a destacar es el estudio desarrollado en el contexto del confinamiento por Puig, Blanco-Anaya y Pérez-Maceira (2021), sobre la COVID-19, con alumnado de educación secundaria. Este estudio pone de manifiesto las dificultades de los participantes para usar criterios científicos a la hora de evaluar críticamente titulares falsos y veraces sobre la COVID-19.

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa vigente y de incidencia notable en nuestra comunidad, como evidencia este estudio. Sin embargo, el alumnado tiende a identificarla con el pasado (Aznar Cuadrado y Puig, 2017). Este estudio tiene como principal objetivo analizar las posiciones del alumnado frente a la vacunación y el tipo de argumentos que utilizan.

METODOLOGÍA, TAREAS Y TOMA DE DATOS

La investigación se integra en un estudio más amplio sobre las prácticas de modelización y argumentación en la formación inicial del profesorado de primaria para el aprendizaje de enfermedades infecciosas. Se utiliza como contexto el episodio de infección por tuberculosis acontecido entre el alumnado para diseñar una secuencia de tareas. Los participantes son un total de 61 estudiantes del Grado de Maestro/a de Educación Primaria que trabajan en 16 pequeños grupos de 4-5 integrantes.

La secuencia completa comprende tres actividades desarrolladas en cuatro sesiones. La primera actividad busca analizar qué conocimientos previos tiene el alumnado que participa en este estudio sobre la tuberculosis y su contagio. La segunda actividad examina el modelo de infección que elabora el alumnado aplicando sus conocimientos sobre la enfermedad y las justificaciones que utilizan en cuestiones controvertidas como la vacunación. Y la tercera actividad, de argumentación, requiere seleccionar y evaluar

las causas del repunte de tuberculosis en Europa en base a diferentes informaciones aportadas.

En este estudio nos centramos en analizar la última tarea de la segunda actividad, conformada por varias tareas que hacen referencia a las experiencias vividas por el alumnado en este episodio de infección: visitas de la enfermera para hacer la prueba de la tuberculina y comunicar los resultados y consultas médicas para programar tratamientos antibióticos a los positivos. La tarea objeto de análisis se centra en la vacunación. Se pone al alumnado en situación de tener que decidir si vacunase o no de la tuberculosis en caso de no estar infectados.

La recogida de datos se realizó a través de las producciones escritas y de las grabaciones en audio de los 16 grupos. Se aplica una metodología cualitativa basada en el análisis del contenido (Bardin, 1996) para el análisis de los argumentos escritos presentados por los grupos. Las categorías de argumentos se establecen partiendo de la propuesta de Sadler y Zeidler (2005) para la identificación de las pautas de razonamiento y en interacción con los datos. Estos autores señalan tres: racional, intuitiva y emocional. La racional se refiere a los argumentos que se apoyan en datos empíricos u objetivos que pueden ser comprobados. En nuestro caso, interpretamos como racionales los argumentos de índole científica. La pauta intuitiva se refiere a las respuestas directas e inmediatas que no son razonadas y la emocional a los razonamientos influenciados por las emociones.

RESULTADOS. TIPOS DE ARGUMENTOS

Se examinan los tipos de argumentos presentados en las producciones escritas de los grupos en relación con la pregunta: *En el caso de que dieras negativo en la prueba de la tuberculina, ¿te vacunarías? ¿por qué?* Es de destacar que todos los grupos argumentaron su decisión de vacunarse o no. En algunos grupos no se logró llegar a un consenso, por lo que no dieron una respuesta única. Es decir, en un mismo grupo pueden indicar dos posturas contrarias. La Tabla 1 resume el análisis.

Tabla 1. Posicionamiento ante la vacunación y tipos de argumentos.

POSICIONAMIENTO	ARGUMENTO	EJEMPLOS	GRUPOS
SI	Científico	Prevención	6 (A, F, I, M, O, R)
		Grupo de riesgo	1 (H)
		Zona de riesgo	1 (J)
NO	Científico	Protección parcial de la vacuna	5 (A, B, C, D, L, O)
		Calendario de vacunación	2 (D, I)
		Existencia de antibiótico	2 (L, R)
	Intuitivo	No es una enfermedad de riesgo	2 (A, F)
		Enfermedad poco habitual	2 (A, F)
	Falta de información	1 (P)	

Tal y como muestra la tabla 1, el alumnado a favor de vacunarse (8 de 16 grupos), presenta argumentos de tipo científico. La mayoría (6 de los 8 grupos) aportan razones relacionadas con la prevención de la enfermedad, como los grupos F y M.

Grupo F: *“Por precaución y prevención de la futura enfermedad. No es habitual contagiarse, pero si estás vacunado es probable que sus consecuencias no sean tan graves”.*

Grupo M: *“Sí, para prevenir la enfermedad. Al ser de fácil contagio las probabilidades de que te infecten son mayores”.*

Un grupo, el H, argumenta que se vacunarían si perteneciesen a algún grupo de riesgo o si tuviesen contacto directo con gente que padece la enfermedad. Toman la decisión en base a las recomendaciones médicas. Y otro grupo, el J, argumenta que se vacunarían cuando la zona es de riesgo, como es el caso de nuestra comunidad.

Los grupos que se oponen a la vacunación (11 de 16) aportan argumentos científicos e intuitivos. Los que presentan argumentos científicos (8 de 12) hacen alusión a que la vacuna de la tuberculosis no es cien por cien efectiva y a que no está presente en el calendario de vacunaciones obligatorias, como por ejemplo el grupo A.

Grupo A: *“No, ya que consideramos que no es suficientemente efectiva y por algo se retiró del calendario de vacunas obligatorias”*.

También, aluden a la existencia y eficacia del tratamiento antibiótico para la tuberculosis como argumento para no vacunarse. Es el caso de los grupos L y R.

Grupo L: *“No nos vacunaríamos debido a que la vacuna no es efectiva y además al vacunarse en las pruebas de la tuberculina posteriores siempre darás positivo, por lo que la prueba no es eficaz. Además, hoy en día aunque tengas la enfermedad existe tratamiento eficaz para ella”*.

Una de las estudiantes del grupo L estaba infectada y otra dio positivo en la prueba y le prescribieron tratamiento profiláctico, lo que refleja el argumento anterior.

En relación con los argumentos de tipo intuitivo (3 de 12 grupos), dos grupos hacen referencia a que la enfermedad es poco habitual y leve (grupo A y F) y un grupo a la falta de información sobre la vacuna para poder tomar la decisión de vacunarse (grupo P).

Grupo F: *“Una parte del grupo piensa que no se vacunaría porque es una enfermedad poco habitual y frecuente, por lo que es menos probable infectarse”*.

ALGUNAS CONCLUSIONES

La vacunación es una cuestión socio-científica que genera controversia social, como muestra la actual pandemia de la COVID-19. Este estudio, desarrollado en un contexto significativo con un grupo de profesorado de primaria en formación afectado por un episodio de tuberculosis, evidencia la importancia de la contextualización científica para el aprendizaje de temas de salud y la activación de prácticas científicas (Pedrinaci, 2012).

La componente emocional de esta experiencia parece haber influido en el interés y motivación del alumnado por la tarea, aunque no se refleja en los argumentos escritos a la hora de posicionarse sobre la vacunación (Sadler y Zeidler 2005). Todos los argumentos que se proponen para apoyar la vacunación son de tipo científico, mientras que los contrarios a la vacunación son científicos e intuitivos. Los argumentos de tipo emocional se detectan sólo en las discusiones orales de los grupos y se presentarán en el congreso.

Esto nos permite concluir que existe una relación entre el conocimiento disponible por el alumnado y su posicionamiento a favor, lo que estudios previos de argumentación sobre las vacunas ya destacaron (Puig, Blanco-Anaya y Pérez-Maceira, 2021). Un mayor conocimiento sobre las vacunas genera una mayor aceptación sobre estas, lo que, como indican Uskola, Burgoa y Maguregi (2018), afecta a la toma de decisiones responsables.

En este trabajo cobra un papel importante la experiencia vivida. Algunos grupos movilizan e integran en sus argumentos informaciones que derivan de la prueba de tuberculina y las visitas médicas realizadas. Las emociones, de acuerdo con autores como Mellado et al. (2014) han de integrarse en la formación docente, dado que estas ejercen un papel mediador en el aprendizaje del alumnado pudiendo afectar a la construcción de las ideas científicas, como continuamos investigando en este proyecto. El análisis de los argumentos escritos será completado con el de las transcripciones orales con el fin de dar una visión más amplia y sólida sobre los tipos de argumentos en el congreso.

AGRADECIMIENTOS

Al alumnado participante en este estudio y al proyecto PGC2018-096581-B-C22, financiado por la Agencia Estatal de Investigación y cofinanciado con fondos europeos FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aznar Cuadrado, V. y Puig, B. (2016). Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 33-52. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1670>
- Aznar Cuadrado, V. y Puig Mauriz, B. (2017). Conectar a ciencia cos problemas sociais: a tuberculose como contexto. En X.C. Macía Arce (coord.) *Ensinar na sociedade actual*. (pp. 567-582). Santiago de Compostela: Andavira
- Puig B., Blanco-Anaya P y Pérez-Maceira J.J. (2021) “Fake News” or Real Science? Critical Thinking to Assess Information on COVID-19. *Front. Educ.*, 6: 646909. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.646909>
- Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Díaz-Moreno, N y Jiménez-Liso, R. (2014). Las controversias socio-científicas como contexto en la enseñanza de las ciencias. *Actas de 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 693-701). Huelva.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291-310. <https://doi.org/10.1002/sc.1011>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Pedrinaci, E. (coord.) (2012). *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W. y Zeidler, D. L. (2004). Students’ conceptualization of the nature of science in response to a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409. <https://doi.org/10.1080/0950069032000119456>
- Sadler, T. y Zeidler, D. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones socio-científicas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10.
- Uskola, A., Burgoa, B. y Maguregi, G. (2018). Influencia de la ayuda del profesorado en la construcción del modelo de sistema inmunológico y su aplicación en las tomas de decisión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3604. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3604

Un misterio gamificado para trabajar concepciones erróneas sobre la Química

Gregorio Jiménez Valverde¹, Genina Calafell Subirà², Mireia Espaza Pagès³

¹ Facultat d'Educació-GIDC EduCits, Universitat de Barcelona. gregojimenez@ub.edu

² Facultat d'Educació-GIDC EduCits, Universitat de Barcelona. genina.calafell@ub.edu

³ Facultat d'Educació-GIDC EduCits, Universitat de Barcelona. mesparza@ub.edu

RESUMEN: Se describe una actividad gamificada con estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria en la que se trabajan algunas concepciones erróneas y frecuentes entre el alumnado de Química de secundaria. La actividad además ha puesto de relieve que algunas de ellas perduran en nuestros estudiantes del máster, quienes han valorado muy positivamente la actividad, destacando la mayor motivación y dinamismo, la oportunidad de discutir en grupo y la aplicabilidad con su futuro alumnado.

PALABRAS CLAVE: gamificación, concepciones erróneas, formación del profesorado, códigos QR, química

ABSTRACT: We describe a gamified activity with preservice secondary teachers in which some of the most common high school chemistry misconceptions are addressed. The activity has also revealed that some of the misconceptions remain in these preservice teachers, who have highly valued the activity, highlighting the greater motivation and dynamism, the opportunity to discuss in groups and the applicability with their future students.

KEYWORDS: gamification, misconceptions, teacher training, QR codes, chemistry

INTRODUCCIÓN

Una de las principales dificultades para el aprendizaje de la Química son las ideas previas y las concepciones erróneas que los estudiantes tienen (Kind, 2004). La enseñanza tradicional, que no aborda expresamente las ideas previas del alumnado, fomenta su perdurabilidad a través de las distintas etapas educativas. No es de extrañar, por tanto, que algunas de estas concepciones erróneas sigan presentes durante la formación inicial del profesorado de Química (Dindar, Bektas y Celik, 2011), lo cual favorece que las puedan transmitir a su futuro alumnado de Educación Secundaria. Es necesario, por tanto, alejarse de la metodología clásica y proponer un cambio metodológico, con mayor protagonismo del estudiante, en el que se tengan en cuenta sus conocimientos previos como punto de partida y que se propongan actividades en las que el alumnado juegue un papel más activo para favorecer el cambio conceptual.

En la primera sesión de la asignatura de Didáctica de la Química, del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universitat de Barcelona habitualmente se trabaja el papel de las concepciones erróneas más habituales en la enseñanza de la Química, y la primera actividad que se organiza pretende desvelar cuáles de ellas aún perduran en nuestro alumnado, lo que conduce a un posterior debate sobre la dificultad que suponen en la enseñanza de la Química. Sin embargo, algunos estudiantes son reacios a participar en dicha actividad, por temor a equivocarse en contenidos propios de la ESO o bachillerato. Con el objetivo de provocar un cambio en el comportamiento de los

estudiantes (Kapp, 2012) y aumentar su participación, desde el curso 2021-22 hemos gamificado esta actividad inicial, introduciendo elementos y mecánicas propios del juego y dotándola de una narrativa intrigante que suscite su interés y los anime a tomar parte.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La actividad tiene como base “Una historia navideña” (Waddell y Rybolt, 1991), que es una de “Las aventuras químicas de Sherlock Holmes”, publicadas entre 1989 y 2012 en la revista *Journal of Chemical Education*, en las que Sherlock Holmes y el Dr. Watson resuelven cada uno de los misterios utilizando la química (Martín-García, 2022). En el misterio propuesto en “Una historia navideña”, Holmes recibe como regalo navideño un sólido blanco de remitente desconocido y mediante una serie de análisis químicos realizados en su modesto laboratorio casero intenta dilucidar de qué sustancia se trata. Ese mismo misterio tendrá que ser resuelto por nuestro alumnado, con una etapa previa gamificada, en la que tendrán que conseguir las pistas que aparecen en la historia original, a través de una “caza” de códigos QR y de resolver correctamente una cuestión sobre concepciones erróneas en la enseñanza y aprendizaje de la Química.

Para lograr involucrar al alumnado, llamar su atención y crear una atmósfera de misterio, la actividad se inicia a partir de una llamada telefónica que el docente simula recibir en mitad de una de sus explicaciones: “perdonad, pero voy a atender esta llamada, es un número que no conozco y ya me ha llamado cinco veces durante la clase y puede que sea algo urgente o muy importante”. Al contestar el teléfono, el docente hace creer a sus estudiantes que hay alguien al otro lado del teléfono que pide que sean los propios estudiantes, los que resuelvan un misterio. Siguiendo con la puesta en escena, el docente finge seguir las instrucciones que está recibiendo por parte de su interlocutor imaginario y saca unos folios de un cajón del laboratorio, mientras va asintiendo a las explicaciones que le va dando el interlocutor imaginario: “sí, sí... efectivamente, aquí hay unos folios... ¿mis estudiantes? ... ¿pero está seguro de que lo podrán resolver?... bien, ahora lo comunico al alumnado”. Al finalizar la falsa llamada, el docente entrega a cada estudiante una hoja que contiene el misterio de “Una historia navideña”, traducido al español y adaptado para la ocasión (ver anexo), en el que se han ocultado las nueve pistas que nuestro alumnado deberá conseguir. Mientras va entregando una hoja con el misterio a cada estudiante, el docente les explica la actividad:

“La persona que me ha llamado me pide que resolváis el misterio que se describe en la hoja que os estoy entregando. Lamentablemente, alguien ha tachado las partes del texto en las que se daban pistas para resolverlo. Pero podéis conseguir estas pistas superando una serie de retos. Vais a organizaros en grupos de cinco y vais a tener que localizar códigos QR que se han distribuido por toda la Facultad de Educación (y alrededores). Buscadlos en tabloneros de anuncios, paredes, puertas, mobiliario urbano (papeleras, bancos, postes...). Cuando hayáis localizado un código QR tendréis que escanearlo con vuestro teléfono móvil y os aparecerá un número de pista y una afirmación de algún tema de química. Capturad esa afirmación y enseñármela a mí, diciéndome si esa afirmación es correcta o incorrecta. Si acertáis, os daré la pista correspondiente a ese código QR. Si falláis, os daré una pista falsa, incompleta o ambigua. En cualquier caso, no os diré si habéis acertado o no. Solo tendréis una oportunidad para cada pista, con independencia del número de códigos QR que para esa pista encontréis, así que pensad muy bien si la afirmación del código QR es cierta o no (¡consultadlo primero entre vosotros!). Tenéis exactamente cuarenta y cinco minutos para entregarme una hoja en la que indiquéis, además de vuestros nombres, cuál es la solución del misterio, justificando adecuadamente vuestra respuesta. Y ese tiempo empieza ¡ya!”.

En ese momento, el docente proyecta una cuenta atrás regresiva de cuarenta y cinco minutos y pone música de misterio, como música de fondo en el aula. Los estudiantes se organizan rápidamente en grupos de cinco y, a partir de aquí, las estrategias de los grupos difieren: desde grupos en los que todos sus componentes salen corriendo a buscar códigos QR a grupos cuyos miembros primero leen el misterio detalladamente y luego se dividen entre “cazadores” de códigos QR y “gestores” de la información, en el aula (Figura 1).



Figura 1. Estudiante capturando un código QR (izquierda). Estudiantes gestionando la información (centro). Código QR con el texto de la pista asociada a él (derecha).

El docente va repartiendo pistas en función de los aciertos de cada grupo a las afirmaciones de los códigos QR, según se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Afirmaciones asociadas a los códigos QR y pistas ofrecidas.

NÚMERO DE PISTA Y AFIRMACIÓN	PISTA (EN CASO DE ACERTAR)	“PISTA” (EN CASO DE FALLAR)
1. Un átomo de carbono (diamante) tiene una dureza de 10 en la escala de Mohs	La sustancia se purifica fácilmente por sublimación	No hay información sobre las pruebas sobre la purificación de la sustancia
2. Cuando un clavo de hierro se oxida su masa aumenta	La sustancia es estable térmicamente	No hay datos sobre la estabilidad térmica de la sustancia
3. Es posible tener una mezcla heterogénea formada por una única sustancia pura	La sustancia no es explosiva	No hay datos sobre la explosividad de la sustancia
4. La energía liberada en la ruptura de los enlaces de los reactivos se utiliza para la formación de los enlaces de los productos	“saqué a nuestro pequeño ratón de su agujero colocando un poco de jamón cubierto con la sustancia. Lo devoró, Watson, y lo observé corretear todo el día, sin efectos nocivos. Por lo tanto, ¡tampoco es una toxina ni una droga!”	Las pruebas sobre toxicidad no son concluyentes
5. Disolver cloruro de sodio en agua es un proceso químico	La sustancia tiene un punto de fusión entre 120 y 130°C	“No funde antes de los 100°C”
6. En una reacción en equilibrio, la adición de un catalizador acelera la reacción directa y la inversa	La sustancia hace cambiar el papel de tornasol de azul a rojo	La sustancia provoca cambios en el papel de tornasol
7. El punto de equivalencia de una volumetría se produce cuando vira el indicador	“Puedo decir con mucha certeza que contiene 68,8% de carbono y 4,9% de hidrógeno en peso”	La sustancia contiene C, H y O

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

8. Las arenas movedizas pueden engullir completamente a una persona	“Es un compuesto orgánico poco soluble en agua, pero soluble en bases”	Es un compuesto orgánico poco soluble en agua
9. Un catalizador aumenta la constante de equilibrio de una reacción para que se dé en menos tiempo	“En la reacción de la sustancia con NaHCO_3 (ac) se desprende dióxido de carbono	“En la reacción de la sustancia con NaHCO_3 (ac) se desprende un gas”

En previsión de que los estudiantes puedan quedarse encallados o tener dificultades en la localización de los códigos QR, conviene que el docente tenga previstas más llamadas del llamante anónimo para ofrecer pistas adicionales. En este caso, solo se ha simulado una llamada adicional cuando quedaban cinco minutos para la finalización de la actividad, para informar de que la sustancia misteriosa tiene siete átomos de carbono. Antes de que la cuenta atrás llegue a su fin, cada grupo entrega un informe en el que indican qué afirmaciones han encontrado, la veracidad de cada una de ellas y la solución al misterio, justificando las pistas encontradas en relación con la sustancia propuesta. Cuatro de los seis grupos acertaron la sustancia misteriosa.

DISCUSIÓN

Acertar o no cuál era el compuesto desconocido era secundario. Nuestro objetivo era aumentar la participación de los estudiantes en una actividad en la que habitualmente se suelen mostrar reacios, lo que impide conocer cuáles son verdaderamente sus conocimientos previos. La participación en grupos y el contexto ludificado de la actividad ha facilitado que los estudiantes se sintieran menos intimidados a expresar sus ideas y equivocarse, en comparación con un contexto más formal (incluso cuando está anonimizado), ya que el error es visto como algo natural dentro del juego. De las nueve afirmaciones, las que mayores dificultades comportaron a nuestro alumnado fueron la 6, la 7 y la 8, mientras que la 2, 4 y 9 fueron contestadas correctamente por todos los grupos. La propia actividad y el debate surgido sobre algunas de las afirmaciones permitieron poner de manifiesto la importancia de compartir ideas iniciales (o errores) para aprender a aprender y la perdurabilidad de algunas de las concepciones alternativas.

La diversión y la emoción que esta actividad ha brindado a nuestros estudiantes ha quedado reflejada en la valoración que hicieron al finalizar la experiencia, cuando se les pidió que señalaran los aspectos más significativos de la misma. La mayoría de los comentarios fueron muy positivos, aludiendo en repetidas ocasiones a la motivación, interés y dinamismo de la actividad, con comentarios como: “comprobé que puede enseñarse química de una manera más divertida y social”, “esta actividad podría ser útil para evaluar cómo la diversión y las emociones positivas influyen en la motivación de los estudiantes”, “no me esperaba una actividad así y me sorprendió gratamente, me parece una manera muy efectiva de motivar a los alumnos y conseguir que participen”, “nos cautivaste con el misterio y se hizo muy ameno” o “encontré muy entretenido tener que ir buscando por la universidad códigos QR ya que en clases tan largas de 4 h creo que va muy bien moverse un poco”.

Varios estudiantes hicieron en sus comentarios referencia al trabajo en grupo y al desarrollo de habilidades grupales (“tuvimos que coordinarnos para recoger los códigos QR”, “tuvimos que trabajar en grupo, decidiendo por consenso las respuestas al enigma”, “se crea un trabajo cooperativo con tus compañeros, donde la interacción con ellos es enriquecedora”, “refuerza el trabajo en equipo”) y también a las discusiones que habían tenido lugar dentro de sus grupos (“el debate generado nos ha ayudado a saber qué nos podemos encontrar realmente con alumnos de secundaria y ver que muchas veces todos dudamos de las mismas problemáticas”, “ha sido muy enriquecedor poder hablarlo con

mis compañeros de grupo y, entre todos, avanzar”, “discutir para determinar si la pista era verdadera o falsa”).

Por último, también se han recogido comentarios en relación con la aplicabilidad de esta actividad con sus futuros alumnos de secundaria: “creo que aprovecharé este enfoque y organizaré algún tipo de actividad similar”, “este tipo de actividades gamificadas son una herramienta de la que creo que puedo sacar provecho durante la docencia”, “se trata de una actividad muy versátil que se puede adaptar a cualquier materia, temática o curso, el único límite es la imaginación del docente y su capacidad para involucrar al alumnado”.

En conclusión, la actividad que se ha descrito en este trabajo ha permitido trabajar algunas de las concepciones erróneas más comunes en la etapa de Bachillerato, además de detectar efectivamente cuáles de ellas aún perduran en nuestros estudiantes y lo ha hecho en un contexto lúdico y divertido que ha favorecido la respuesta, la motivación y el interés del alumnado. A la vez, la actividad ha permitido que los estudiantes vivan en primera persona la gamificación como metodología activa y les ha mostrado su potencialidad para ser transferida en la educación secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dindar, A., Bektas, O y Celik, A. (2011). What are the pre-service chemistry teachers' explanations on chemistry topics? *The International Journal of Research in Teacher Education*, 1(3), 32-41.
- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction*. John Wiley & Sons.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de la química*, 2ª ed. Editorial Santillana.
- Martín-García, J. (2022). Las Aventuras Químicas de Sherlock Holmes: un recurso “elemental” en el aula de ciencias. *REIDOCREA*, 11(3), 28-43.
- Waddell, T.G. y Rybolt, T.R. (1991). The Chemical Adventures of Sherlock Holmes. A Christmas Story. *Journal of Chemical Education*, 68(12), 1023-1024.

ANEXO

Un regalo navideño (Waddell y Rybolt, 1991)

Recuerdo dormir profundamente hasta tarde esa mañana de Navidad cerca del cambio de siglo. Había caído nieve fresca la noche anterior y Holmes y yo nos habíamos quedado despiertos hasta pasada la medianoche junto al fuego, fumando y recordando las muchas aventuras y misterios que otros diciembres nos habían traído. Envuelto por una sensación de paz y bienestar, dormí mucho y me desperté con el sonido de los carruajes amortiguado por la nieve profunda y unas cuantas voces alegres de gente corriendo por Baker Street, debajo de mi ventana. Hacía frío y el cielo tenía un tono azul claro que rara vez se ve en la Gran Ciudad. Me puse la bata, seleccioné mi pipa favorita y salí a la vivienda del 221B para compartir la Navidad con mi amigo y colega, el Sr. Sherlock Holmes. Holmes estaba en su silla junto al fuego crepitante, tarareando una melodía que sonaba a ópera y concentrando el resto de su energía en reparar el acabado de su precioso violín. Durante semanas había estado ocupado, quejándose de la dificultad que había supuesto reproducir un determinado tono de color en el barniz del violín, y había ignorado mis invitaciones para asistir a la nueva obra de teatro que se había inaugurado en Covent Garden.

"¡Holmes!" Grité. "¡Vaya mañana!" Pero me di cuenta de que no había hecho muchos progresos con el barniz de su violín y, puesto que ahora Holmes no tenía en mente ningún caso nuevo, se encontraba con un humor de perros, ¡algo totalmente inaceptable en una mañana como esta!

Holmes no me respondió y, cuando la señora Hudson llamó a nuestra puerta y entró con un regalo envuelto elegantemente en papel rojo brillante, Holmes únicamente movió una ceja. “Un regalo para usted, Watson, sin duda es de una admiradora”, dijo. “No, Sr. Holmes”, la Sra. Hudson negó

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

con la cabeza. "¡Es para usted! Lo encontré esta mañana en las escaleras. 'Sr. Holmes, Feliz Navidad' dice la tarjeta que acompaña al regalo". Holmes apartó el violín y cogió el paquete. Desde que me había asociado con él, Holmes había recibido obsequios de cualquier tipo en contadísimas ocasiones y, de hecho, reaccionó con preocupación y con una mirada de desconfianza. Dejó el paquete rojo frente a él, en el suelo, miró la tarjeta y con sumo cuidado desató la cinta y quitó el papel de envolver. Todo esto se hizo sin mover mucho el regalo, y ahora ya teníamos delante de nosotros una caja marrón del tamaño de una jarra de cerveza. Una gota de sudor cayó por la frente de Holmes mientras sacaba de la caja un frasco transparente sin etiqueta que contenía un sólido blanco seco.

"Watson", me miró, "recuérdame los nombres de nuestros enemigos más recientes". "Holmes", le respondí, "esto es solo un regalo. Es Navidad, alguien ha querido tener un detalle contigo". "Nombres, Watson", respondió con severidad chasqueando los dedos con impaciencia. "El ángulo atípico y la irregularidad en las letras de la tarjeta no son característicos de una escritura natural. Está claro que el remitente de este regalo está intentando disfrazar su verdadera identidad." ¿Quién podría querer vengarse en esta época festiva?"

"Bueno, Holmes, siempre está Moriarty. Pero me parece que Porlanto el corrupto, Gladson el envenenador o Kilburn, el que asesinó a sus hijastros, son más sospechosos en este momento".

"¡Excelente!" Holmes se frotó las manos y llevó el frasco a su pequeño laboratorio químico, en uno de los rincones de nuestro piso. Mientras la Sra. Hudson y yo celebramos el día de Navidad solos con un pavo asado y tres variedades de sus famosos pasteles, Holmes estuvo trabajando sin descanso. Oíamos alguna exclamación ocasional proveniente del rincón químico acompañado por el tintineo del sonido de la cristalería y el sonido que hacía el movimiento del material de laboratorio. A las 10:30 de la noche de Navidad, reapareció Holmes. Esperaba una mirada de triunfo, ya que, en otras ocasiones, las investigaciones químicas de Holmes siempre habían conducido a revelaciones sorprendentes. Esta vez, sin embargo, una mirada de confusión ensombreció sus facciones. "La sustancia se purifica fácilmente XXXXX1, Watson. Es XXXXX2 y definitivamente XXXXX3. En cuanto a su toxicidad, XXXXX4. Si esto es un acto de venganza, ¿el perpetrador espera que yo esparza su veneno en mi propia papilla? Aquí hay gato encerrado, Watson, un gato encerrado y bien siniestro".

"¡Es un regalo, Holmes! Acéptalo como tal", le dije, mostrando mi malestar por su falta de espíritu navideño. Sherlock Holmes se volvió y se paseó, ignorando mi súplica. "He medido su punto de fusión y XXXXX5 y, en cuanto al papel de tornasol XXXXX6. Es decididamente un compuesto orgánico, pero no está claro de qué tipo y qué finalidad tiene. Sin embargo, puedo decir con mucha certeza que contiene XXXXX7 de carbono y XXXXX7 de hidrógeno en peso".

Le respondí amablemente. "Queda una hora de Navidad. Únase a nosotros y celebremos lo que queda de Navidad". Pero Holmes es mucho Holmes... "A su debido tiempo, amigo mío, a su debido tiempo", dijo "Tengo una prueba más que hacer y podré resolver parte de este misterio". Se fue de nuevo, y esta vez la Sra. Hudson y yo esperamos junto a la chimenea. Ella me regaló algunas miradas tristes por encima de sus gafas y yo, con un espíritu navideño cada vez mayor, me divertía más conforme pasaba el tiempo.

Sin hacer ningún ruido, Holmes apareció detrás de mi silla. "Un compuesto XXXXX8", declaró solemnemente. Después de hacer este extraño anuncio, se acercó arrogantemente a la ventana y miró hacia Baker Street y las lámparas de gas que brillaban bajo capas de nieve. Miró hacia la noche durante lo que pareció un tiempo interminable, pero cuando finalmente se movió, saqué mi reloj de bolsillo y descubrí que solo habían pasado diez minutos.

Se dirigió a una esquina de la habitación y regresó un momento después con un frasco en la mano izquierda y una espátula que contenía una pequeña cantidad de la misteriosa sustancia en la mano derecha. "Si mis sospechas son correctas, la adición de la sustancia blanca a esta solución acuosa de bicarbonato de sodio XXXXX9". Mientras agitaba el frasco, me miró directamente.

Un recetario para tiempos de crisis ecosocial por futuros maestros de Primaria

Lidia López Lozano¹, Lucía Rodríguez Pérez², Ana Rivero García³, Pilar Azcárate Goded⁴

¹ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla. lidialopez@us.es

² Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz.

lucia.rodriguezperez@alum.uca.es

³ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla. arivero@us.es

⁴ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz. pilar.azcarate@uca.es

RESUMEN: El modelo de consumo alimentario actual supone una importante carga ambiental que necesita de un replanteamiento. Ante este reto, desde la formación inicial docente, hemos desarrollado una actividad de aplicación en el marco de una propuesta formativa basada en el trabajo por proyectos de investigación centrada en el impacto socioambiental de la alimentación, diseñada en el seno de un Proyecto de I+D+i. Analizamos, basándonos en el análisis de contenido, las 13 recetas que han elaborado un grupo de 51 estudiantes de Educación Primaria de la Universidad de Sevilla atendiendo a las razones dadas para su propuesta culinaria y, también, los comportamientos que están dispuestos a adquirir en su alimentación. Encontramos que predominan criterios relacionados con el impacto ambiental en todos los asuntos, aunque falta concreción en sus justificaciones.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial docente, conocimientos ambientales, comportamientos ambientales, alfabetización ambiental.

ABSTRACT: The current food consumption model supposes a significant environmental burden that requires rethinking. Faced with this challenge, from the perspective of initial teacher training, we have developed an implementation activity within the framework of a training proposal based on inquiry based projects focused on the socio-environmental impact of food, designed within an R&D&i project. We analyze, based on content analysis, the 13 recipes that a group of 51 Primary Education students from the University of Seville have elaborated according to the reasoning and the behaviors that they are willing to acquire in their diet. We found that criteria related to environmental impact predominate in all matters, although there is a lack of specificity in their justifications.

KEYWORDS: Initial teacher training, environmental knowledge, environmental behaviors, environmental literacy.

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un punto en el que el planeta está llegando a sus límites, siendo necesario alfabetizar ambientalmente a los ciudadanos para afrontar el desafío del cambio en nuestros modos de vida originado por la situación de decrecimiento en la que estamos inmersos. La Alfabetización Ambiental es entendida como la capacidad de un individuo de entender y reflexionar sobre la interrelación entre los sistemas sociales y la biosfera, poniendo en práctica la toma de decisiones individuales y colectivas enfocadas hacia la mejora (Gunckel et al., 2012; Stables y Bishop, 2001). En este marco, destacamos el ámbito de la alimentación, pues constituye una necesidad básica a la que no podemos

renunciar, pero que, con el modelo de consumo alimentario actual, supone una importante carga ambiental (Huyard, 2020). La alimentación forma parte de un sistema que produce, transforma, conserva, envasa y transporta los alimentos, desde el campo hasta nuestros hogares, suponiendo la emisión del 26% de gases de efecto invernadero y una de las actividades humanas con mayor impacto medioambiental (Saynes-Santillán et al., 2016). Sin embargo, son pocos los estudios que abordan este impacto de la alimentación en el campo educativo (Brocos y Jiménez Aleixandre, 2020) por lo que se hace necesario seguir indagando en este terreno. Según Gelinder, Hjalmskog y Lidar (2020), los escasos resultados disponibles muestran que los jóvenes carecen de información sobre aspectos relacionados con cuestiones ambientales en su alimentación, al mismo tiempo que desconocen la relación entre consumo y producción, y alimentación y cambio climático. Por otro lado, Belasco (2008) señala que las elecciones de alimentos se basan en tres consideraciones que compiten entre sí: a) la identidad y las preferencias personales de los consumidores, b) la conveniencia y c) el sentido de la responsabilidad, por lo que la decisión sobre qué comer es compleja. Promover cambios en los patrones de consumo es difícil, incluso entre los que participan en movimientos juveniles (Goldman et al., 2017). Los resultados de Lehnert et al. (2020) muestran que la voluntad de actuar ambientalmente está relacionada con la utilidad que se percibe a la acción, pero disminuye si entra en conflicto con las preferencias personales de los estudiantes.

A este respecto, la universidad puede aportar soluciones para los problemas socioambientales poniendo en valor la importancia de la formación inicial de los futuros docentes, pues son agentes indispensables y motores de cambio en la ciudadanía. Para ello, resulta imprescindible que ellos mismos desarrollen una adecuada alfabetización ambiental, mediante estrategias en las que los conocimientos sobre el consumo de alimentos con menor impacto ambiental, así como cuestiones éticas y eficientes relativas a los recursos y los comportamientos responsables en el consumo alimentario han de coexistir en un enfoque sistémico (Gisslevik, 2018 citado en Huyard, 2020).

Bajo estas premisas, en este trabajo pretendemos conocer las razones dadas por un grupo de futuros docentes al diseñar un plato y los compromisos comportamentales que son capaces de alcanzar durante una propuesta formativa sobre el impacto socioambiental de la alimentación.

METODOLOGÍA

Descripción de la experiencia formativa y participantes

La experiencia formativa se desarrolla en el presente curso 2021-22 en el marco de la asignatura anual Didáctica de las Ciencias Experimentales, del 2º curso del Grado de Primaria en la Universidad de Sevilla. Participan 51 estudiantes agrupados en 13 equipos de trabajo de entre 2-5 componentes.

En la primera parte de la asignatura desarrollamos una propuesta didáctica de carácter investigativo en la que planteamos si es necesario reinventar nuestra alimentación. Para ello, les proponemos investigar sobre el recorrido de producción-consumo de dos alimentos, uno vegetal y otro animal, hasta nuestras mesas. La secuencia inicia con la presentación del problema y se visualiza una exposición virtual sobre la alimentación y el cambio climático que invita a reflexionar. Seguidamente, con el objetivo de conocer el impacto de la alimentación en nuestras actuaciones diarias, calculan su huella ecológica justificando la necesidad de trabajar esta temática. Iniciamos la investigación expresando

sus hipótesis sobre el recorrido de ambos alimentos a través de un cómic. A partir de aquí, realizamos experiencias sobre el efecto invernadero. Se celebra una mesa redonda sobre el modelo actual de consumo de carne. Se plantea una actividad práctica para trabajar el tema de los alimentos kilométricos. Además, se visita un huerto en permacultura. En paralelo, los estudiantes deben plantearse un reto personal en relación a la alimentación y desarrollarlo durante el tiempo que dura la propuesta formativa. Finalmente, los resultados de la investigación son sintetizados por cada equipo elaborando un cómic relativo al recorrido, impactos y alternativas para los dos alimentos investigados.

Como actividad de aplicación, la que nos ocupa en este trabajo, realizamos la denominada “Elaboración de un plato sostenible para tiempos de crisis ecosocial”. Se trata de que cada equipo elabore un plato y deben ir describiendo y justificando cada paso desde la elección de los ingredientes hasta el momento de su degustación, comunicando sus decisiones acerca de la receta elegida, los tipos de ingredientes, dónde y cómo adquirirlos, degustación y gestión de los residuos. Además, al final se les preguntaba por aquellas decisiones que estarían dispuestos a incorporar a sus vidas cotidianas (implica comportamientos). Como fruto de esta actividad se elaboró un libro de cocina.

Análisis de la información

Para el análisis de las 13 recetas elaboradas por los equipos se ha seguido una metodología cualitativa de carácter interpretativo, basándonos en la técnica de análisis de contenido (Bardin, 1991). Así surgen categorías y subcategorías teniendo como referencia lo que se incluía en la propia actividad, que nos permite conocer si los razonamientos dados están alineados con el contenido trabajado desde la perspectiva socioambiental y, también, los comportamientos que se desprenden de dicha actividad. De este modo, presentamos los resultados atendiendo a argumentos sobre:

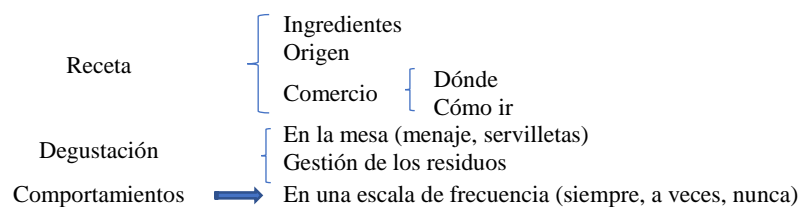


Figura 1. Esquema de las categorías y subcategorías de análisis de los documentos.

RESULTADOS

Presentamos a continuación los resultados obtenidos en la actividad de elaboración de una receta. Los platos escogidos por cada equipo se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Plato elaborado por cada equipo.

Equipo	Plato escogido	Equipo	Plato escogido
1	Salmorejo	8	Merluza a la plancha con verduras
2	Pisto	9	Calabacines rellenos con soja texturizada
3	Pollo con verduras y arroz	10	Wok de verduras con salmón
4	Ensalada de pasta	11	Tortilla de patatas y pimientos
5	Pisto	12	Espaguetis carbonara
6	Tortilla de patatas y cebolla	13	Ensalada de garbanzos
7	Rollitos de primavera		

Ingredientes

Para justificar los ingredientes de sus recetas, 9 de los 13 equipos usan expresamente argumentos relacionados con el impacto ambiental de la alimentación. De ellos, 4 usan una argumentación genérica (reducir la huella, disminuir el impacto), 4 se refieren expresamente a evitar o reducir la carne y uno al aprovechamiento de los ingredientes ya disponibles (ver Tabla 2). Destacamos que, excepto un equipo, ninguno ha incluido la carne como ingrediente principal de sus platos.

Tabla 2. Razones dadas para la selección de los ingredientes

Razones	Equipos
Ninguno	1
Nos gusta este plato	12
Fáciles de conseguir, próximos al consumidor	8, 11
Fácil acceso en huerto propio	4, 6
Fácil de preparar	2, 7, 11
Plato equilibrado -diversidad de nutrientes-, plato saludable	3, 7, 13
Reducir la huella ecológica, bajo impacto ambiental	5, 7, 8, 13
Evitar o reducir la carne	2, 3, 9, 12
Aprovechar lo que ya hay en casa	10

El segundo criterio en importancia es la facilidad en el acceso de ingredientes o su elaboración, y minoritariamente, aparece el carácter saludable y el gusto personal (solo un equipo).

Origen de los alimentos

Nueve equipos han optado por ingredientes de producción ecológica, de estos, 4 no justifican tal decisión (ver Tabla 3).

Tabla 3. Razones dadas para la selección de ingredientes de origen ecológico

Razones	Equipos
Reducir nuestra huella, reducir el impacto ambiental	4, 5, 6, 8, 13
evitar uso de plásticos (compra a granel)	4
No son tratados con químicos	8
No se han usado pesticidas y se han respetado los ciclos de cultivo del suelo	13
No argumentan su decisión	1, 7, 10, 11

Un equipo apuesta por ingredientes naturales, que no han sido sometidos a procesos de elaboración. Los demás, utilizan argumentos genéricos (reducir nuestra huella) o bien aluden a que de esta forma evitan alimentos tratados con químicos, obtienen alimentos que se han cultivado respetando los ciclos del suelo, o se evita el uso de residuos plásticos.

Comercio

Todos los equipos declaran que los ingredientes provendrían del pequeño comercio local y todos utilizan, en exclusiva o no, razones relacionadas con la disminución del impacto ambiental en su decisión (ver Tabla 4).

Tabla 4. Razones dadas para la decisión de compra en comercio local

Argumentos	Equipos
Para ir andando o en bici y evitar el impacto del transporte	1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13
Producción de Cercanía y reducir emisiones de CO2 del transporte desde su origen	3, 4, 8, 13
Apoyar al comercio local	3, 6, 7, 10
Reducir residuos debido al embalaje de los productos	3, 9, 10
Comprar los productos justos que necesitas y evitar desperdicios	3
Son andaluces y nos da seguridad	1
La compra es más económica	10

Minimizar el impacto ocasionado por el transporte de personas al realizar la compra es el argumento que prima (9 de los 13 equipos). Con menor frecuencia recurren a evitar el impacto del transporte de alimentos, apoyar la producción local y reducir residuos y embalaje, siendo la compra de la cantidad justa la razón menos presente. Aparecen también razones no relacionadas, tales como la seguridad al comprar en comercio local (equipo 1) y el aspecto económico (equipo 10).

Gestión de los residuos

La mayoría de los equipos (12) deciden someter a algún tipo de tratamiento los residuos generados en la preparación y comida de su plato, ya sea reciclaje o/y compostaje (ver Tabla 6). Se basan mayoritariamente en cuestiones medioambientales de modo genérico.

Tabla 6. Gestión de los residuos

Decisión	Razones	Equipos
Reducción	Cuidar más el medioambiente, además de no tirar comida aún útil y en buen estado.	7, 13
Reciclaje	Porque es fundamental para el medio ambiente	1, 11, 12, 13
	Evitar lo más posible el uso de plástico y reciclar lo que no se pueda evitar	3
Compostaje	Reutilizar, reducir el impacto, mejora ambiental y ecológica	4, 11
	Es la forma más ecológica de reutilizar los residuos	8
	Ayudar a que el huerto siga funcionando	10
Basura	Inaccesibilidad a un compostero	2

Comportamientos

De las decisiones tomadas tras la elaboración de la receta, surgen 17 propósitos en diferentes niveles de compromiso (ver Tabla 7).

Tabla 7. Comportamiento para incorporar a la vida cotidiana a nivel personal e individual

Comportamientos	N siempre	N A veces	N nunca
Reciclar	16	2	
Compostar		12	
Utilizar productos biodegradables	4		
Usar productos ecológico		12	
Consumir de tienda local / pequeño comercio	17	18	
Consultar etiquetado poniendo el foco en el impacto ambiental del producto (p.ej. origen del producto)	4		
Ir andando a la compra	4	6	
Usar transporte no contaminante (para ir a comprar)		3	
Usar bolsas propias, ecológicas para hacer la compra	6		2
Usar vajilla reciclable	18	1	7
Disminuir consumo de carne	3	7	
Comer más verduras	2	1	1
Disminuir consumo de carbohidratos	1		2
Consumir producto de la (propia) huerta y del corral	9		3

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

Elaborar platos de manera casera	2	6	
Evitar desperdicio de comida, por ejemplo, reutilizando el producto, no comprar en exceso	8	4	
Comer de manera saludable		5	

Nota: $N_{\text{total}} = 51$, donde N es el número de estudiantes.

La mayoría responde a razones socioambientales, aunque, tratándose de alimentación, también hay relacionados con la salud. Comprar en una tienda local representa la decisión más seguida (68.8%), ya sea firmemente u ocasionalmente. Las acciones con mayor nivel de compromiso son reciclar (39.2%) y usar vajilla reciclable (51%, también implica no usar plásticos), aunque sobre esto último también hay quien no se lo plantea (13.7%). El resto (menos del 24%), con un compromiso firme en ellas, supone un 17.6% de alumnos. Vinculado al reciclaje, optan por comida de aprovechamiento (23.5% entre siempre y a veces). Compostar y usar productos ecológicos (23.5%) representan acciones ocasionales, sin que nadie se niegue a ello después de todo.

CONCLUSIONES

Los estudiantes han tomado decisiones en el ámbito de la elaboración de una receta adoptando la responsabilidad ambiental como criterio principal, dominado este sobre las preferencias personales o la conveniencia. No obstante, la facilidad en el acceso a los ingredientes y la elaboración también ha tenido cierta importancia. Parece que han sido capaces de establecer relaciones no evidentes entre acciones cotidianas relacionadas con su alimentación (ingesta de carne, compra local, consumo de productos ecológicos...) y problemas ambientales como el cambio climático. Dada la complejidad del campo, consideramos que los resultados son alentadores de cara a la promoción de la alfabetización ambiental entre los futuros docentes. Sin embargo, resalta la falta de concreción para justificar las decisiones. Respecto a los comportamientos, hay una rica diversidad, lo que creemos es muy positivo, pero éstos presentan mucha dispersión (excepto tres, el resto, representa menos de la cuarta parte de la muestra) y un tímido compromiso firme en ellos. Es probable que la falta de explicaciones detectada tenga relación con este resultado, o que no hayan considerado que la utilidad de las acciones barajadas compense el esfuerzo necesario para cambiar sus hábitos o preferencias personales. En cualquier caso, esto pone en relieve la dificultad que hay para convertir el conocimiento de la problemática socioambiental en acciones concretas (Lehnert et al., 2020).

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i “Alfabetización ambiental. Un desafío para la formación del profesorado del siglo XXI” ayuda PID2020-114171GB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia Estatal de Investigación (10.13039/501100011033).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (1991). El análisis de contenido. Madrid: Akal.
- Belasco, (2008). *Food: The Key Concepts*. Oxford and New York: Berg Publishers.
- Brocos, P., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 127-1451. DOI:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2802>

- Gelinder, L. Hjalmskog, K., y Lidar, M. (2020) Sustainable food choices? A study of students' actions in a home and consumer studies classroom. *Environmental Education Research*, 26(1), 81-94, DOI: 10.1080/13504622.2019.1698714.
- Gunckel K.L., Mohan L., Covitt B.A., y Anderson C.W. (2012) Addressing Challenges in Developing Learning Progressions For Environmental Science Literacy. In: Alonzo A.C., Gotwals A.W. (eds) *Learning Progressions in Science*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_4.
- Huyard, C. (2020): Sustainable food education: what food preparation competences are needed to support vegetable consumption?, *Environmental Education Research*, DOI: 10.1080/13504622.2020.1779187.
- Lehnert, M., Fiedor, D., Frajer, J., Hercik, J. y Jurek, M. (2020). Czech students and mitigation of global warming: beliefs and willingness to take action. *Environmental Education Research*, 26(6), 864-889, DOI: 10.1080/13504622.2019.1694140.
- Saynes Santillán, D., Etchevers Barra, F., Pellat, P. y Alvarado Cárdenas, O. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana* 34: 83-96.
- Stables, A., y Bishop, K. (2001). Weak and Strong Conceptions of Environmental Literacy: Implications for environmental education. *Environmental Education Research*, 7(1), 89-97. <https://doi.org/10.1080/13504620125643>.

Una perspectiva semántica: análisis de las secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial

Sylvia Moraga-Toledo¹, Mariona Espinet-Blanch² y Bastian Marín Herrera³

¹ Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación. sylvia.moraga@umce.cl.

² Universidad Autónoma de Barcelona. mariona.espinet@uab.cl

³ Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación. bastian.mh947@gmail.com

RESUMEN: Se analizan las Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) de Química diseñadas por los estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Ciencias de Secundaria de cinco universidades públicas catalanas durante el curso 2015-16. La pregunta que guía el estudio ¿de qué manera las actividades presentes en las SEA de Química diseñadas, promueven la modelización? A través de la Teoría del Código de Legitimación (TCL) sobre la construcción del conocimiento, se analizan las actividades de las SEA para identificar los caminos que dibujan la construcción del conocimiento que promueven la modelización. Se utiliza un enfoque de análisis de contenido para construir una onda semántica para cada SEA. A través de un proceso de comparación de las ondas semánticas, se han identificado patrones que han facilitado la propuesta de una progresión de aprendizaje de cuatro niveles de las SEA. El TCL muestra potencial para abordar el análisis de los SEA desde una perspectiva semántica en la enseñanza de la química.

PALABRAS CLAVE: Profesores de ciencias en formación inicial, Secuencias de enseñanza y aprendizaje, Aprendizaje basado en modelos, Teoría del Código de Legitimización.

ABSTRACT: This research analyzes chemistry Teaching-Learning Sequences (TLS) designed by students of the Master of Secondary Science Teacher Training at five Catalan public universities during the 2015-16 academic year. The question guiding the research is: In which ways do Chemistry TLS activities designed by pre-service secondary science teachers promote modeling? Through the lenses of the Legitimation Code Theory (LCT) on knowledge building, TLS activities are analyzed in order to identify trajectories of knowledge building that promote scientific modeling in chemistry. A content analysis approach is used to build a semantic wave for each TLS. Through a constant comparison process of semantic waves, patterns have been identified that have facilitated the proposal of a four level learning progression of pre-service secondary science teachers' TLS. The LCT shows potential to approach the analysis of TLS from a semantic perspective on modeling in chemistry education.

KEYWORDS: Pre-service science teachers, Teaching and Learning Sequences, Model based learning, Legitimation Code Theory.

INTRODUCCIÓN

Uno de los propósitos actuales de la Didáctica de las Ciencias, es disminuir la brecha que hay entre la ciencia y el entorno, con el fin de evitar el desapego y la infravaloración de

los estudiantes por las asignaturas de ciencias. Para abordar esta problemática se hace necesario potenciar una renovación de la enseñanza de las ciencias que abogue por acentuar la aplicación de los saberes disciplinares en contextos diversos y relevantes para los estudiantes.

Por tanto, el profesorado es uno de los principales agentes que pueden aportar o contribuir al cambio educativo (OCDE, 2011), ajustándose a un perfil profesional que le permita responder de forma adecuada a los nuevos retos y demandas que están surgiendo en la nueva sociedad del conocimiento y de la información. Por ello, que la formación inicial del profesorado de secundaria ha experimentado un cambio importante en los últimos años, tras la implantación del Máster de Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria (Máster FPES) en España, que ha permitido modificar los fines, los contenidos, las estrategias y los recursos de la formación docente, para tratar de adaptarlos a las necesidades del sistema educativo.

Estudios realizados por Guisasola, Barragués, y Garmendia (2013) y Arriasecq, Greca y Cayul (2017) dan cuenta que, si bien en los programas de los módulos específicos del nuevo programa de Máster FPES se aprecia el uso de metodologías constructivistas, las concepciones previas de los futuros profesores sobre la enseñanza de las ciencias, todavía se mantienen o han sido sólo ligeramente modificadas. Esto se debe a que los titulados en ciencias experimentales que participan en estos cursos suelen tener una visión sobre la enseñanza a lo que se podría llamar “tradicional” donde prevalece los criterios netamente disciplinares.

En este escenario, Jones y Leagon (2014), señalan que el factor más importante en la calidad de la enseñanza de las ciencias es el docente, es decir, los enfoques de enseñanza, las estrategias de evaluación y el lenguaje que utiliza en las clases de ciencias influyen directamente en el aprendizaje del estudiante y sobre todo el cómo organiza, planifica estos saberes para que el estudiante vaya construyendo su aprendizaje desde su entorno.

Por tanto, la planificación de la enseñanza a través del diseño de una SEA se concibe como una oportunidad valiosa que promueve la dialéctica teoría-práctica. Es un valioso instrumento, donde el Profesor de ciencias en Formación Inicial (PCFI) no solo articula situaciones de enseñanza y aprendizaje correspondiente a un tema o contenido disciplinar concreto con el objeto de lograr las metas educativas, sino que también desarrolla procesos reflexivos y recursivos de su propia práctica (Rodríguez y Blanco 2021).

LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL AULA: TEORÍA DE CÓDIGO DE LEGITIMIZACIÓN

La investigación que aquí se presenta se sitúa en el campo de la enseñanza de las ciencias y más concretamente en el diseño por parte de los PCFI de una SEA que promueve la modelización. En este marco, la TCL propone unos conceptos sociolingüísticos relativamente nuevos como "gravedad semántica" y "densidad semántica" entendidos como un conjunto de principios organizativos subyacentes a la construcción del conocimiento con el fin, de interpretar la dinámica de construcción de significados a través del lenguaje. Maton (2013) propone el concepto de “onda semántica” como una representación que permite visualizar el desarrollo y la construcción del conocimiento a través del tiempo. Maton (2011) aplica este concepto en estudios sobre las prácticas pedagógicas de los profesores de educación secundaria y analiza las estrategias que utilizan para andamiar los significados abstractos de la ciencia en el transcurso de sus clases. En el presente estudio hemos utilizado la TCL para analizar las estrategias de modelización propuestas en las SEA diseñadas por el PCFI través de los conceptos de

niveles cognitivos (Sensevy et al., 2008) y transiciones cognitivas (Izquierdo 2007; Guidoni 1985). Con ello pretendemos clasificar las SEA según las ondas semánticas de modelización que introducen y proponer una progresión de aprendizaje de los futuros docentes en el diseño de SEA de ciencias.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

La pregunta de investigación es: ¿De qué manera las actividades de las SEA de química diseñadas por el profesor(a) de ciencias de secundaria en formación inicial promueven la modelización? Los objetivos de este estudio son: (a) Identificar las transiciones cognitivas de modelización que promueven las actividades de las SEA de ciencias y establecer niveles; (b) Representar la evolución de los niveles cognitivos propios de la modelización a lo largo de las actividades de las SEA de ciencias y establecer patrones semánticos; (c) Representar las ondas semánticas de modelización que se generan a partir de la evolución de las transiciones y de los niveles cognitivos en las SEA de ciencias y establecer perfiles de modelización.

METODOLOGÍA

La muestra está conformada por 20 SEA de química diseñadas por los PCFI durante el período 2015-16. Las SEA, fueron aportadas por las universidades públicas de Cataluña que ofrecen el programa de Master de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de un año de duración. Se realizó un análisis de contenido (Krippendorff 1990) de las SEA considerando la actividad como nuestra unidad de análisis. El sistema de categorías desarrollado para el análisis de las transiciones cognitivas de modelización que proponen las actividades de las SEA se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Transiciones cognitivas de modelización

Transiciones cognitivas	Codificación	Transiciones cognitivas	Codificación
Pensamiento → Lenguaje	P → L	Lenguaje → Pensamiento	L → P
Lenguaje → Acción	L → A	Acción → Lenguaje	A → L
Acción → Pensamiento	A → P	Pensamiento → Acción	P → A

El sistema de categorías utilizado para determinar los niveles cognitivos que proponen las actividades presentes en las SEA incluyen 5 niveles que conectan el tránsito entre el mundo concreto [Cotidiano (N1) y empírico (N2)] y el mundo abstracto [Conceptual (N3), Matemático (N4), y Teórico (N5)] que presentan las actividades de las SEA. A cada una de las actividades de las SEA analizadas se le asignaron transiciones y niveles cognitivos que se representaron en un gráfico (Onda Semántica) cuyo eje vertical constituye los niveles cognitivos y el horizontal la secuencia de actividades. A través de un proceso de comparación constante se llegaron a establecer niveles de transiciones cognitivas, patrones semánticos y perfiles de modelización que nos han permitido hacer una propuesta de progresión de las SEA en relación a la modelización en química.

RESULTADOS

Las actividades de las SEA proponen demandas cognitivas que intentan movilizar la transición entre las tres dimensiones cognitivas propias de la modelización como el

pensamiento (P), el lenguaje (L) y la acción (A). Luego de identificar las transiciones cognitivas presentes en cada una de las actividades de una SEA, se procedió a diseñar un gráfico denominado triángulo de transiciones cognitivas de modelización para cada SEA, que nos permitió conocer la cantidad y tipo de transición que se desarrolla (Figura 1).

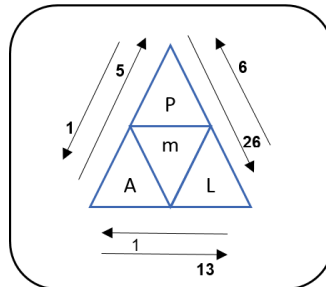


Figura 1. Triángulo de transiciones cognitivas de modelización.

Ejemplo SEA D1

A partir del gráfico diseñado, se han identificado a partir del criterio de la direccionalidad de las transiciones cognitivas, tres niveles: (i) el nivel Parcializado, (ii) el nivel Unidireccional y (iii) el nivel Bidireccional. En la medida que se encuentren en una SEA las diferentes codificaciones de las transiciones cognitivas, implica que mayor es el nivel de modelización que se promueve a través de sus actividades.

Posteriormente, al comparar las 20 ondas que describen el proceso de modelización de los saberes de una SEA, y relacionarlas con referentes teóricos metodológicos de Maton (2011), identificamos cuatro tipos de patrones semánticos: el lineal, el mixto, el zigzag y el ascendente.

Estos patrones se sitúan en un rango de menor a mayor calidad (figura 2). Lo que demuestra que los profesores en formación inicial, al diseñar la progresión de una temática, consideran distintos niveles cognitivos para el logro de la construcción del modelo teórico escolar.

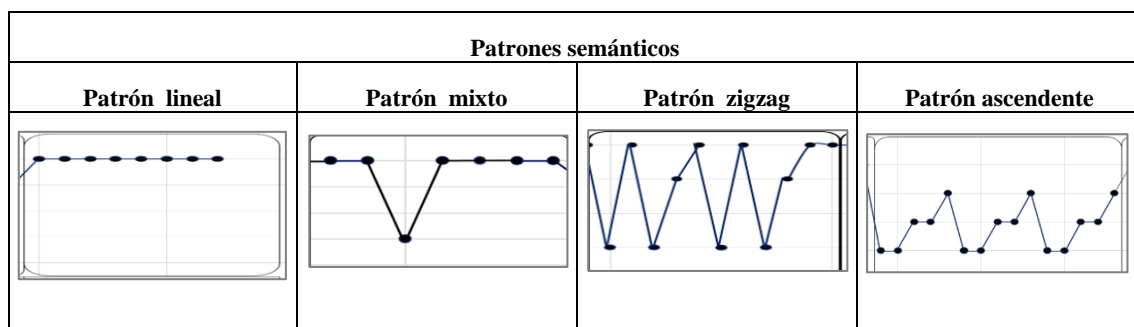


Figura 2. Los cuatro patrones semánticos identificados en las ondas semánticas de las 20 SEA de química

El análisis de las ondas semánticas a partir de los patrones semánticos nos permite describir regularidades e identificar cuatro tipos de perfil de modelización que pueden constituirse en una progresión. El primer perfil está formado por 4 SEA que potencian los patrones semánticos mixto y lineal, y donde la construcción de los saberes se focaliza en el mundo abstracto (figura 3). En el segundo perfil (6 SEA) se identifican patrones

lineales y en zigzag y los saberes se construyen en el mundo abstracto (figura 4). En el tercer nivel (4 SEA) se identifica solo el patrón en zigzag lo que se infiere que la construcción de los saberes migra en el mundo abstracto del conceptual al teórico y en escasas ocasiones emigra hacia el mundo concreto (figura 5). Finalmente, el cuarto perfil (6 SEA) se identifican patrones ascendentes combinados con patrones mixtos lo que se deduce que la construcción de los saberes sigue una trayectoria del mundo concreto al mundo abstracto cada vez que se inicia un nuevo tema (figura 6).

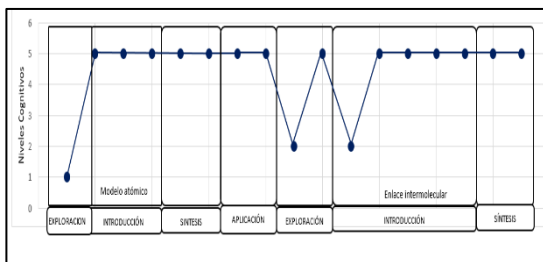


Figura 3: Ejemplo SEA Primer perfil de modelización

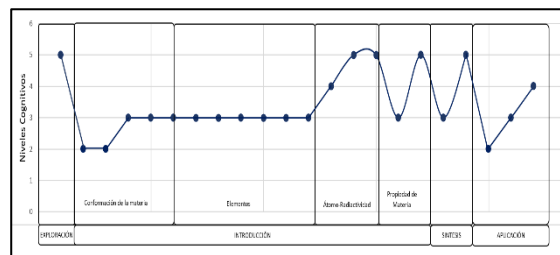


Figura 4: Ejemplo SEA Segundo perfil de modelización

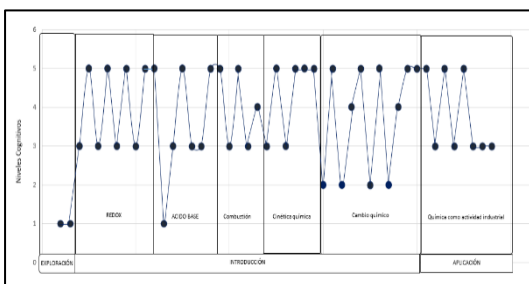


Figura 5: Ejemplo SEA Tercer perfil de modelización

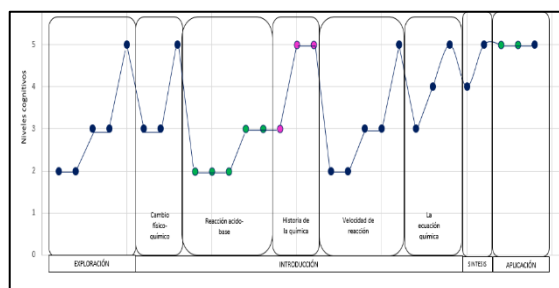


Figura 6: Ejemplo SEA Cuarto perfil de modelización

CONCLUSIÓN

A través de la mirada de la TCL hemos podido analizar las SEA de química desde la perspectiva de la construcción de significados que supone. Con ello ha sido posible aportar una propuesta de análisis de progresión sobre el aprendizaje en el diseño de las SEA que promueven la modelización en la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria.

Los PCFI tienen dificultades en diseñar actividades de sus SEA que permitan al estudiante transitar entre el mundo de la realidad, el de los objetos, hechos y los fenómenos y el mundo de la abstracción, el de teorías y modelos.

Con la conjunción de los tres objetivos de investigación relacionadas con la modelización se demuestra que el modelo teórico escolar que se promueve en general es un modelo más bien disciplinar. Esto se evidencia a través de dos frentes relacionados con las demandas cognitivas en las actividades de las SEA. En el primer frente, se observa la desconexión entre las dimensiones cognitivas, mostrando la dificultad del profesorado para proponer actividades que demanden conectar entre lo que se piensa, lo que se dice y lo que se hace.

El segundo frente consiste en la desconexión entre los niveles cognitivos que se manifiesta en los patrones semánticos que constituyen las ondas semánticas de cada SEA.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Gobierno español (EDU2015-66643-C2-1-P) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC, (subvención número 2017SGR1399) y por el Proyecto DIUMCE interno N°19-2021-PIED.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriasec, I., Greca, I. M., y Cayul, E. E. (2017). Secuencias de enseñanza y aprendizaje basadas en resultados de investigación: propuesta de un marco teórico para el abordaje de la teoría especial de la relatividad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(1), 133-155. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1716>
- Guisasola, J., Barragués, J., y Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 568-581. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.06
- Guidoni, P. (1985). On natural thinking. *European Journal of Science Education*, 7(2), 133-140.
- Izquierdo, M (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las ciencias sociales*, 6,125-138.
- Jones, M. G., y Leagon, M. (2014). Science teacher attitudes and beliefs. In N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 830–847). New York: Routledge.
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica*. México. Paidós.
- Maton, K. (2011). Theories and things: The semantics of disciplinarily. In F. Christie, y K. Maton (Eds.), *Disciplinarily: Functional linguistic and sociological perspectives* (pp. 62-89). London: Continuum.
- (2013). Making semantic waves: a key to cumulative knowledge-building, *Linguistics and Education* 24(1), 8-22.
- Rodríguez Mora F. y Blanco López A. (2021) Diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1803. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1803.
- Senséy G., Tiberghien A., Santini J., Laubé S.& Griggs P. (2008). An epistemological approach to modeling: Cases Study and implications for science teaching. *Science Education*, 92(3), 424–446.

Uso de gráficos radiales como herramienta para reflexionar sobre el diseño de proyectos escolares

Miquel Pérez Torres¹, Conxita Márquez Bargalló¹

¹ Universidad Autónoma de Barcelona. miquel.perez@uab.cat; conxita.marquez@uab.cat

RESUMEN: En esta investigación se analizan las potencialidades del uso de herramientas digitales para fomentar la reflexión del profesorado en formación. En este estudio de caso de un centro asesorado durante 5 años, se aprecian los diferentes usos que se le pueden dar a las representaciones radiales para guiar las mejoras en los proyectos de ciencias y hacer interpretaciones tanto a nivel global como analítico.

PALABRAS CLAVE: TIC, ABP, Formación profesorado

ABSTRACT: This research analyzes the potential of the use of digital tools to encourage the reflection of teachers in training programs. In this case study a 5-year training program of a high school is used to appreciate the different uses that can be given to radial representations to guide improvements in science projects at different levels, both globally and locally.

KEYWORDS: TIC, PBL, Formación profesorado

INTRODUCCIÓN

La introducción de softwares que permitan trabajar en la nube ha fomentado nuevas formas de trabajar cooperativamente y a tiempo real en distintos ámbitos de la educación (en el aula, entre profesores, en espacios formativos y de diseño de nuevas secuenciad de enseñanza-aprendizaje, etc.). En este contexto, es necesario profundizar en las formas en que el profesorado puede involucrarse en distintas actividades que impliquen el uso de estas herramientas y entender qué tipo de discursos y reflexiones pueden emerger de este entorno.

En el territorio catalán, este contexto tecnológico y educativo coexiste con otro fenómeno de innovación pedagógica donde el aprendizaje basado en proyectos (ABP) se ha convertido en una metodología frecuentemente utilizada en los centros de educación secundaria (autor, 2019; Xarxa de Competències, 2017). Esta transición se explica por la voluntad de una escuela mejor conectada con la sociedad y que permita al alumnado un desarrollo competencial que le permita tomar acciones informadas a nivel personal y social (Sanmartí & Márquez, 2017).

Esta transición hacia el uso de proyectos (propuestas ABP) ha generado nuevas necesidades como la gestión de nuevos espacios para la docencia, mejor coordinación entre el profesorado, diseño de nuevas secuencias de enseñanza-aprendizaje e integración de asignaturas. A su vez, estas necesidades han desencadenado la creación de nuevos espacios para reflexionar, compartir experiencias y formar-se en el ámbito de los proyectos. Ejemplos de como se concretan estas necesidades son los planes de formación STEM Cat que promueve el gobierno regional de Cataluña, o la aparición de grupos

autogestionados de profesorado. Una de las principales actividades de estos grupos es el diseño de proyectos de tipo ABP donde resulta clave la necesidad de herramientas de diseño que permitan evaluar y mejorar dichos proyectos. Actualmente existen diferentes instrumentos que permiten facilitar cuales son los elementos clave para este diseño y cómo progresar (Larmer, Mergendoller & Boss, 2015; Domènech-Casal, 2018; autores, 2021).

Estos nuevos retos a los cuales el profesorado se enfrenta implica tener en cuenta las diferentes vías de desarrollo profesional del profesor y los diferentes roles que pueden adoptar, ya sea como participantes reflexivos, como diseñadores, como investigadores o como aprendices (Papaevripidou, Irakleous & Zacharia, 2017).

Siendo conscientes del cambio metodológico (hacia propuestas de ABP) y digital, así como de la importancia de involucrar al profesorado en diferentes roles que permitan el desarrollo profesional, resulta importante no sólo encontrar nuevas herramientas que permitan orientar el diseño de proyectos escolares sino también acompañar el uso que se puede hacer de estas herramientas a través de los nuevos recursos digitales disponibles que fomenten la reflexión y la evaluación cooperativa de los proyectos. Es por este motivo que en este estudio nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo facilitan las herramientas digitales de recogida y representación de datos online la toma de decisiones en la mejora de proyectos de Ciencias en la formación del profesorado de educación secundaria?
- ¿Cómo ayuda el uso de representaciones gráficas radiales la reflexión y la evaluación de proyectos de Ciencias en un centro de educación secundaria?

METODOLOGÍA

Esta investigación se plantea como un estudio de caso de un asesoramiento de un centro de educación secundaria que se plantea mejorar el diseño de proyectos escolares de ciencias que realizan. Esta metodología se considera la más adecuada ya que permite dar respuesta a las preguntas de investigación por un enfoque mixto descriptivo-interpretativo (pregunta de investigación 1) y también evaluativo (pregunta de investigación 2) (Cohen, Manion & Morrison, 2018, p. 375).

Contexto de estudio

En este estudio de caso, se seleccionó un centro de educación secundaria rural donde el equipo directivo ha promovido que el equipo docente (que comprende entre 25-30 personas) se forme y mejore tanto la práctica de evaluación-regulación de el aprendizaje como el diseño de proyectos escolares. El centro ha realizado sesiones formativas regulares una vez al trimestre que han permitido una regulación y mejora constante de los proyectos a lo largo de 5 años. La responsable de esta formación es una profesora universitaria honoraria, experta en evaluación y aprendizaje competencial con una amplia experiencia en formación de centros educativos. Durante los 5 años de formación personalizada, la formadora ha revisado y realizar propuestas de mejora en el diseño de los proyectos que ha promovido una reflexión conjunta de diferentes temas: la evaluación, los tipos de preguntas, la selección de contenidos, etc.

En este contexto, se analiza la sesión de formación realizada el 20 de marzo de 2019, que estuvo destinada a: 1) el consenso de los niveles de resultado de una rúbrica que permite valorar el diseño de proyectos escolares, y 2) la evaluación y reflexión conjunta de un proyecto con el soporte de la herramienta Cuestionario de Google. Para consensuar unos

criterios de análisis de proyectos, la formadora seleccionó y adaptó con el apoyo de otros dos expertos ciertos criterios propuestos por autor (2021) a conveniencia de la formación y que fueron presentados en formato de rúbrica. A partir de esta rúbrica revisada con el profesorado, se analizó la secuencia de un proyecto escolar de Ciencias implementado en el centro. El proyecto, llamado “Isla de Pascua”, estaba presentado en un documento único y que constaba de la secuencia de actividades propuestas y una valoración final de los cambios adoptados respecto a la versión del curso anterior.

Recogida de datos

Para realizar este estudio se recogieron dos grupos de datos de acuerdo con las dos preguntas de investigación planteadas. Para responder a la primera pregunta se grabó la sesión de formación de una duración de 3h en audio para analizar su discusión. Se recogieron tanto las producciones del profesorado como las valoraciones del proyecto escolar analizado así como otras producciones relativas al consenso de las descripciones de los niveles de resultado de la rúbrica. Para la segunda pregunta, se recogieron las secuencias didácticas de los cinco proyectos disponibles implementados durante los últimos años en el centro, así como las versiones mejoradas de cada uno. Para cada proyecto se recuperaron entre dos y cuatro versiones según las mejoras introducidas en el período comprendido entre 2014 y 2018. Las secuencias eran analizadas a través del dossier que comprende el material facilitado al alumno y las herramientas disponibles de evaluación (rúbricas, criterios, etc.).

Durante la sesión los profesores accedieron a través de un código QR en el formulario Google donde cada pregunta del formulario correspondía a un criterio para evaluar el proyecto mencionado. Para cada criterio, los profesores podían escoger del nivel 1 al 4, según su valoración. Ésta se realizó por grupos de 5 profesores que consensaban la respuesta antes de emitirla. Para realizar esta valoración, el profesorado disponía de un descriptor por el nivel 1 (facilidad por la formadora) y un descriptor consensado entre la formadora y el profesorado por el nivel 4. Los profesores, valoraban posiciones intermedias según si éstas eran más próximas en la descripción del nivel 1 o 4. Las respuestas recogidas quedaban registradas en una hoja de cálculo Google que se representaban posteriormente en un gráfico radial. Se puede acceder al formulario a través del siguiente enlace: <https://goo.gl/forms/35Ex23dUvmHqDQLh1>.

Análisis de datos

Las diferentes fuentes de datos recogidas (el diálogo entre profesores y formadora, sus producciones, los gráficos generados y las notas de conversaciones informales con profesores y equipo directivo) se combinaron para realizar un análisis narrativo, generando un relato reflexivo en torno al diseño y la implementación de la formación. Esta primera construcción permitió un segundo nivel de análisis del discurso de carácter más interpretativo, donde se analizaron los principales tipos de reflexiones promovidas por la interacción entre la formadora, el profesorado y la representación de las valoraciones del proyecto con la herramienta Cuestionario de Google. De forma principalmente inductiva, el diálogo de la formación se fragmentó organizando en categorías de análisis en relación con las ventajas de la herramienta Cuestionario de Google y tipos de razonamientos que emergían a través del uso de los gráficos radiales.

Para responder a la segunda pregunta de investigación, se adoptó un enfoque del estudio de caso de carácter más evaluativo en el que se valoraron y representaron el conjunto de proyectos del centro con la rúbrica adaptada (Figura 1). En el proceso se identificaron las preguntas, retos y formas de evaluar que se asociaban a cada uno de los criterios propuestos en la rúbrica. Esta información se asociaba a cierto nivel de resultado teniendo

en cuenta los descriptores de los niveles 1 y 4 descritos. Estas valoraciones se triangularon con dos expertos y la formadora. Posteriormente se compararon y contrastaron las representaciones obtenidas en dos situaciones: 1) en diferentes estadios de mejora a lo largo de las modificaciones incluidas cada curso, y 2) la coherencia del conjunto de proyectos planteados en el centro y de su progresión a lo largo de cursos. Este análisis de las secuencias pretendía explorar con mayor profundidad las potencialidades del uso de la herramienta en el ejemplo concreto de la formación en el centro que recibe la formación.

RESULTADOS

El uso de herramientas digitales online en la formación continuada permitió facilitar diferentes actividades de la formación. En relación a la recogida y representación de datos, uno de los elementos de mayor utilidad ha sido la rápida transición desde el envío de formularios hasta que se representan en un gráfico deseado. Esto implica que en un mismo gráfico aparecen a tiempo real diferentes valoraciones del proyecto escolar. Así mismo, más allá de la conexión directa entre la valoración y la representación, existen diferentes formas de representar la evaluación a partir de una rúbrica.

Un elemento clave del uso de herramientas que trabajan en la nube es la representación de diferentes valoraciones de un mismo proyecto en un mismo gráfico radial. La representación superpuesta de las diferentes valoraciones permite ver no solo que criterios se perciben como más o menos sofisticados sino también si hay discrepancias en su valoración (Figura 1).

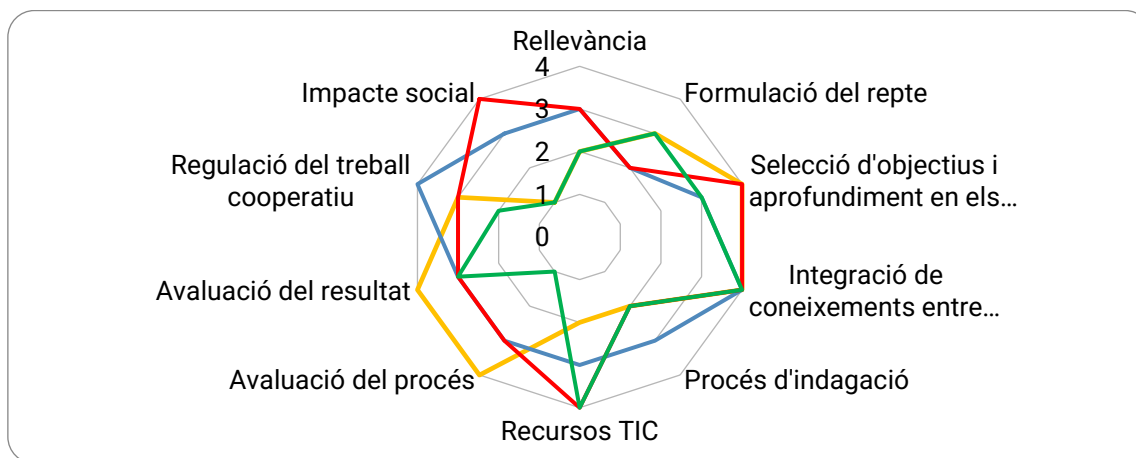


Figura 1. Representación de las valoraciones realizadas con la herramienta Cuestionario de Google del proyecto “Illa de Pascua.”

El gráfico resultante de la valoración del proyecto Isla de Pascua (Figura 1), permite apreciar que existen discrepancias con la valoración de algunos criterios como el impacto social, la regulación del trabajo cooperativo o la evaluación del proceso, mientras que el resto de criterios oscilan entre dos niveles. La lectura de este gráfico (Figura 1) generó distintos tipos de reflexiones que se encuentran estrechamente ligadas a la representación radial de los datos. En el primer momento de presentar el gráfico, el profesorado apreció que el uso de la rúbrica con el soporte de la herramienta Cuestionario de Google permite otras formas de análisis que no sólo se centran en el análisis individual de cada uno de los criterios sino en el análisis conjunto de todos ellos.

A continuación, durante el acompañamiento de la lectura del gráfico por parte de la formadora, aparece un primer razonamiento implícito en las reflexiones de los profesores. En la lectura del gráfico existe una selección no explícita de los criterios donde se quiere poner el foco y que, inicialmente, no se centra en aquellos criterios con una valoración más baja (niveles 1 o 2) sino en los que existe un mayor desacuerdo en su valoración. Este fenómeno de “desacuerdo”, que se manifiesta con la dispersión de las líneas en el gráfico, resulta clave para hacer emerger dos aspectos: el disenso en la aplicación del criterio a los proyectos y la distinción entre el análisis del diseño y la implementación del proyecto.

En primer lugar, este diseño permite identificar los criterios que, a pesar de haber consensuado previamente sus significados, los profesores los aplican de formas diferentes en la valoración del proyecto. Esta situación induce a reflexionar sobre las potenciales ventajas de la herramienta Cuestionario de Google para consensuar criterios a través de su previo testeo más allá de la reflexión general que se pueda realizar de los mismos.

En segundo lugar, aparece la necesidad de distinguir entre el diseño del proyecto y su implementación para explicar la diferencia de valoraciones del proyecto. Aquellos profesores que habían implementado el proyecto presentaban una valoración más crítica al valorar aspectos como el impacto social dado que conocían el desarrollo del proyecto respecto a los profesores que sólo conocían su diseño. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo aparecen estos dos aspectos en relación al disenso en la valoración del proyecto a través del diálogo de la formadora con 3 profesores:

- Profesora A: *Nosotros hemos tenido un problema que era o sea, una cosa es cómo se plantea en el proyecto y otra cosa es el resultado real del proyecto... porque ese impacto social, ¿no? ¡Ostras! puedes decir: “Ostras, planteado, sí que tiene un buen impacto social pero entonces, a nivel de resultados, poder no es el adecuado o el deseado. Entonces... claro, ¿qué valoración debemos tener en cuenta?*

- Directora: *pero aquí ya vemos que quizá el impacto social no estaba planteado como mucho impacto social de entrada porque, para que hubiera un buen impacto social para un proyecto como este del ecosistema, deberían haber hecho algo que se viera... y no se ha hecho.*

El uso de la representación radial de las respuestas recogidas con Google Formularios también fomentó que la formadora realizara un razonamiento deductivo cíclico: de reflexiones generales sobre el gráfico a reflexiones más concretas. Por ejemplo, en la siguiente cita la formadora comienza haciendo una reflexión global sobre la mejora del proyecto referenciando al gráfico (Figura 1) para posteriormente focalizar la reflexión en el criterio de evaluación del proceso:

El hecho de detectar sí que nos lleva a pensar, a ver qué camino debemos seguir. No podemos decir “ya estamos de acuerdo [con la representación]” sino que si detectamos que hay algo en lo que debemos ir avanzando debemos hacerlo... Por ejemplo, hay diferencias en la evaluación del proceso...

Así mismo, también se aprecian dos utilidades que pueden tener las representaciones radiales utilizadas durante la formación. Por un lado se puede realizar un seguimiento de cómo evoluciona un mismo proyecto a través de diferentes cursos donde el centro ha estado en asesoramiento. Por otro lado, se puede qué criterios reciben más importancia en el conjunto de proyectos de un mismo curso o un mismo centro.

Evolución del proyecto OVNI

A modo de ejemplo, se seleccionó el proyecto OVNI que presenta distintas versiones mejoradas para obtener la siguiente representación (Figura 2).

En este gráfico se aprecia cómo las modificaciones añadidas en el curso 2017-2018 supusieron una mejora clara en la mayoría de los aspectos excepto el impacto social, la integración de materias y la evaluación del resultado, mientras que el segundo cambio en la versión de 2018-19 ya no hubo una mejora clara en ninguno de los criterios evaluados. Esta lectura permite un soporte en la orientación de los cambios que puede servir como herramienta de autoevaluación. Por ejemplo, en una formación cercana se podrían sugerir formas que mejoraran las formas de evaluar el resultado del proyecto atendiendo a las orientaciones del nivel 4 de la rúbrica en el contexto de este proyecto.

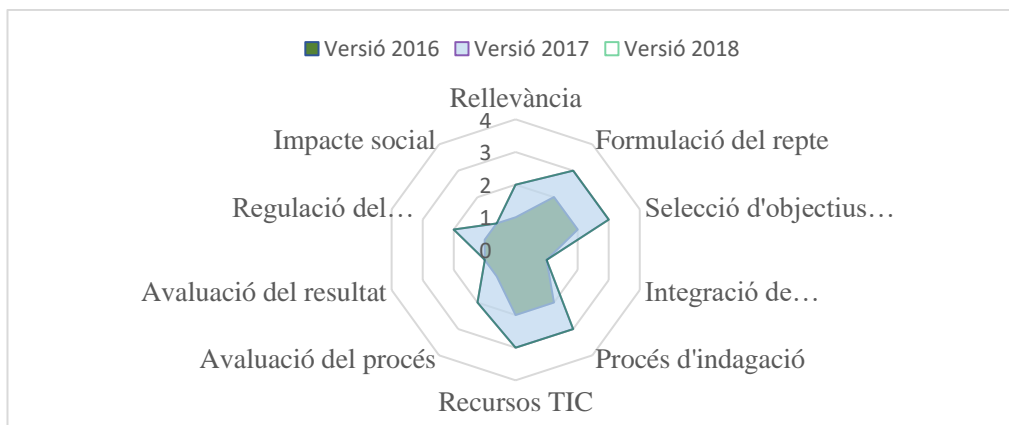


Figura 2. Representación de la valoración del proyecto OVNI en 3 estadios de mejora de los cursos 2016-17, 2017-18 y 2018-2019.

De igual forma, esta forma de analizar los proyectos puede transponerse a la comparación entre el diseño del proyecto y la implementación del mismo. En este caso, las diferencias en la valoración de un mismo criterio supondría la revisión en las formas de llevar la propuesta del diseño del proyecto al aula, mientras que los criterios con una valoración coincidente denotarían una buena coherencia del diseño con la implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alqahtani, A (2019). Usability testing of Google Cloud applications: Students' perspective. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 326-339. <https://doi.org/10.3926/jotse.585>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. Routledge, New York.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Garet, P., Desimone, L., Birman, B., & Yoon, K. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal - AMER EDUC RES J.* 38. 915-945. 10.3102/00028312038004915.
- Larmer, J., Mergendoller J. & Boss S. (2015) *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD. Alexandria, USA.
- Papaevripidou, M., Irakleous, M., & Zacharia, Z. (2017). Using Teachers' Inquiry-Oriented Curriculum Materials as a Means to Examine Their Pedagogical Design Capacity and Pedagogical Content Knowledge for Inquiry-Based Learning. *Science Education International*, 28(4), 271-292
- Sanmartí, N., Márquez, C. (2017) Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice*, 1(1), 3. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>

Valoración de estrategias didácticas para abordar la lactancia como problema sociocientífico con profesorado en formación inicial

Miriam Palma-Jiménez¹, Daniel Cebrián-Robles².

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga. miriampalma@uma.es

² Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga. dcebrian@uma.es

RESUMEN: En la sociedad actual se plantean problemas sociocientíficos en los que la ciencia y la sociedad pueden estar divididas y que no pueden abordarse únicamente por la ciencia, sino que intervienen factores sociales. Como ejemplo, se propone la lactancia como problema sociocientífico de interés para abordarlo con maestros de Educación Primaria en formación inicial, ya que está relacionado con el currículum educativo de Educación Primaria y la educación para la salud. En este trabajo se presenta la valoración de 64 maestros de Educación Primaria en formación inicial sobre tres estrategias didácticas, llevadas a cabo en un programa formativo más amplio basado en la argumentación científica, para abordar el problema sociocientífico de la lactancia, concretamente de la controversia de la lactancia con leche materna o leche de fórmula: actividad de argumentación, cartografía de controversias y juego de rol. Para conocer la valoración se pasó un cuestionario con escala Likert. El juego de rol resultó ser la estrategia didáctica que más ayudó al alumnado para comprender el problema sociocientífico, mientras que la actividad de argumentación fue la que menos valoración tuvo.

PALABRAS CLAVE: problema sociocientífico, lactancia, maestros de Educación Primaria en formación inicial.

ABSTRACT: In today's society, socio-scientific issues are raised in which science and society may be divided and which cannot be addressed by science alone, but involve social factors. As an example, breastfeeding is proposed as a socio-scientific issue of interest to be addressed with primary education pre-service teachers, as it is related to the primary school curriculum and health education. This paper presents the assessment of 64 pre-service primary education pre-service teachers of three didactic strategies, carried out in a broader training programme based on scientific argumentation, to address the socio-scientific issue of breastfeeding, specifically the controversy of breastfeeding with breast milk or formula milk: argumentation activity, controversy mapping and role-playing. A Likert scale questionnaire was used to determine the assessment. The role-playing game turned out to be the teaching strategy that most helped students to understand the socio-scientific issue, while the argumentation activity was the least valued.

KEYWORDS: socio-scientific issue, breastfeeding, primary education pre-service teachers.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, la ciencia forma una parte fundamental de nuestras vidas, por lo que los avances científicos también tienen repercusiones sociales y afectan a la vida diaria de las personas. Sin embargo, hay situaciones en las que se plantean problemas sociocientíficos en los que la ciencia y la sociedad pueden estar divididas y que no pueden abordarse únicamente por la ciencia, sino que intervienen factores sociales (Mauriz & Evagorou, 2020). Estos problemas sociocientíficos pueden utilizarse en el aula para el aprendizaje de la ciencia, la argumentación científica y el pensamiento crítico (Jiménez-Tenorio et al., 2020).

Un ejemplo de problema sociocientífico es la lactancia materna, ya que la leche materna tiene muchos beneficios para la salud del lactante como la prevención de enfermedades infecciosas y metabólicas (Gartner et al., 2005). Sin embargo, hay factores sociales que intervienen en la decisión de elegir leche materna o leche de fórmula como por ejemplo las dificultades en la conciliación familiar (Giménez López et al., 2015) o factores culturales en los que se considera vergonzoso mostrar la mama en público. Además, la lactancia materna ha sido propuesta por Illescas-Navarro et al. (2019) como tema de interés para los maestros de Educación Primaria en formación inicial, ya que está relacionado con las funciones de nutrición y relación de la especie humana, y por lo tanto es necesario su inclusión en los contenidos de las escuelas de Educación Primaria (Martínez-Roche, 2000).

Para plantear en el aula problemas sociocientíficos podemos utilizar distintas estrategias didácticas como la argumentación, la cartografía de controversias y el juego de rol. Jiménez-Tenorio et al. (2020) plantean actividades de elaboración de argumentos sobre problemas sociocientíficos, como es el caso del uso de antenas de telefonía móvil. Con respecto al análisis de problemas sociocientíficos, una estrategia didáctica utilizada por Cabello-Garrido et al. (2019) es la cartografía de controversias, que en este caso fue utilizada para analizar el problema del consumo excesivo de carne. Otra estrategia didáctica utilizada en la literatura para plantear problemas sociocientíficos es el juego de rol, como por ejemplo en el trabajo de Cruz-Lorite et al. (2020) sobre la energía nuclear.

El objetivo de este trabajo es, después de haber realizado una secuencia de tres actividades (actividad de argumentación, una cartografía de controversias y un juego de rol), conocer la valoración de maestros de Educación Primaria en formación inicial sobre qué estrategia didáctica les ha ayudado más a comprender el problema sociocientífico de la lactancia, concretamente la controversia de elección entre leche materna o leche de fórmula.

MÉTODO

Participantes

En este trabajo participaron 64 maestros de Educación Primaria en formación inicial, en la asignatura de Enseñanza de las Ciencias en 3º curso del Grado de Educación Primaria en la Universidad de Málaga, durante el curso 2019-2020. Este trabajo forma parte de un estudio más amplio, en el que los participantes cursaron un programa formativo basado en la argumentación sobre el problema sociocientífico de la lactancia (Palma-Jiménez, Cebrián-Robles y Blanco-López, 2021)

Explicación de secuencia de actividades

Se llevaron a cabo tres actividades en las que se planteó la controversia de elección entre leche materna o leche de fórmula. Para la realización de las tres actividades se formaron grupos de trabajo de entre cinco y seis integrantes. Se prefirió que las actividades fueran

grupales para permitir que los miembros pudieran dialogar sobre el problema sociocientífico y de esta forma tener un intercambio de opiniones que les permitiera estudiarlo en más profundidad.

1. Actividad de argumentación

Para realizar esta actividad se proporcionó al alumnado la composición nutricional de dos etiquetas de leche de fórmula de marcas diferentes junto con la composición nutricional de la leche materna. La actividad consistía en realizar dos argumentos comparativos entre la leche materna y las dos marcas de leche de fórmula, teniendo en cuenta la composición nutricional. Además, debían de elaborar argumentos completos, para ello, tenían que estar constituidos por pruebas, justificaciones y conclusión (Jiménez-Aleixandre, 2010). También, se pidió al alumnado que en la conclusión se posicionara a favor de la leche materna o de la leche de fórmula.

2. Cartografía de controversias

Esta actividad consistía en analizar el problema sociocientífico de la lactancia a través de una cartografía de controversias, siguiendo la teoría de actor-red de Latour (2005). Esta teoría permite analizar un problema sociocientífico a través de los actantes que intervienen y agruparlos en polos. Los actantes son aquellas personas, ideas u objetos que tienen relación con el problema sociocientífico y los polos son las agrupaciones en las que podemos colocar a los actantes. Previa a la realización de la actividad se puso un ejemplo de cartografía de controversias del trabajo de Cabello-Garrido et al. (2019) en la que se analizaba el problema sociocientífico del consumo excesivo de carne. Para el diseño de las cartografías de controversias se propuso al alumnado que las realizaran a través del programa de dibujos de *Google*, ya que permite crear figuras y relacionarlas entre sí con flechas y distintos colores. Esta actividad tenía cuatro fases. En la primera fase, se presentó al alumnado el problema sociocientífico que íbamos a analizar: lactancia materna. En la segunda fase, se pidió a cada grupo que eligieran los actantes que intervenían en el problema sociocientífico (por ejemplo: industria farmacéutica, leche de fórmula, leche materna, sanitarios, etc.). En la tercera fase, se pidió que, en función del tipo de actantes elegidos, crearan los polos donde poder agruparlos (por ejemplo: polo político, sociocultural, económico, ecológico, etc.). Por último, en la cuarta fase, debían establecer relaciones con flechas de distintos colores entre los actantes, indicando si tenían una relación positiva (en color verde) o negativa (en color rojo). Por ejemplo, para la relación entre la leche materna y la industria farmacéutica se pondría una flecha de color rojo, mientras que para la relación entre la leche de fórmula y la industria farmacéutica se pondría una flecha de color verde.

3. Juego de rol

Esta actividad consistía en un juego de rol en el que se debatió la elección entre leche materna o leche de fórmula. El escenario en el que se contextualizó el juego de rol fue a través de un plató de televisión. Para llevar a cabo esta actividad primero se explicó al alumnado el funcionamiento del juego de rol, luego se asignaron diferentes roles a los grupos de trabajo. Se dejó una semana para que el alumnado preparara los personajes del rol asignado y buscara información para defender los argumentos. Había cinco roles a favor de la lactancia con leche materna, cinco roles a favor de la leche de fórmula, el rol de la presentadora y el rol del público. Cada grupo debía elegir un portavoz que era la persona encargada de hablar en el debate, el resto de miembros del grupo actuaban como asesores del portavoz y debían preparar los argumentos que se iban a decir en el debate.

Recogida y análisis de datos

Para conocer cuál había sido la valoración del alumnado de cada estrategia didáctica se pasó un cuestionario al alumnado una vez finalizada la secuencia de actividades. El cuestionario consistía en tres preguntas con el título de la estrategia didáctica y una escala Likert como respuesta (1 era totalmente inadecuado y 5 totalmente adecuado). El enunciado: *Puntúa de 1 a 5 cuál/es de estas actividades te ha ayudado más a comprender el problema sociocientífico de la lactancia*. Luego, se pidió en el cuestionario que justificaran la puntuación de la pregunta anterior. Se realizó un análisis cuantitativo sobre la frecuencia acumulada del alumnado según su valoración para cada actividad y un análisis cualitativo de las justificaciones mediante un sistema de categorizaciones.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la frecuencia acumulada de estudiantes según la valoración dada en la escala Likert de las tres actividades. También, se ha calculado el promedio de la puntuación obtenida para cada una de las actividades, teniendo en cuenta que la puntuación máxima que se podía obtener era de 320 puntos, sabiendo que la valoración más alta en la escala Likert era 5 y el número total de estudiantes que participaron fue 64.

Tabla 1. Valoración del alumnado sobre las tres actividades

	1(Totalmente inadecuado)	2(Inadecuado)	3(Algo adecuado)	4(Adecuado)	5(Totalmente adecuado)	Promedio
Actividad de argumentación	3	4	21	22	14	3,65
Cartografía de controversias	0	3	13	33	15	3,95
Juego de rol	0	0	2	6	56	4,85

Como podemos apreciar en la tabla 1, el juego de rol fue la actividad que mayor aceptación tuvo por parte del alumnado, ya que obtuvo un promedio de 4,85 sobre 5 puntos, considerándola 56 alumnos/as totalmente adecuada y nadie la valoró como inadecuada o totalmente inadecuada. Sin embargo, las actividades de la cartografía de controversias y de argumentación tuvieron un promedio menos alto que el juego de rol (3,65 y 3,95 respectivamente). De manera que, 15 estudiantes consideraron totalmente adecuada la cartografía y 14 la actividad de argumentación. No obstante, la actividad de argumentación fue la única que tuvo una puntuación totalmente inadecuada por parte de 3 estudiantes, sin embargo, esta actividad fue considerada en su mayoría adecuada por 22 estudiantes. De manera general, la mayoría del alumnado consideró adecuada o totalmente adecuada la secuencia de las tres actividades.

Con respecto a las justificaciones aportadas, en la tabla 2 se muestra una categorización cualitativa de las justificaciones junto con el número de estudiantes que utilizaron esas categorías para justificar las tres actividades analizadas.

Como podemos observar en la tabla 2, la categoría C6 (ayuda a la comprensión del problema) fue que más se encontró entre las justificaciones relacionadas con el juego de rol, seguida de la C4 (mejora de aprendizaje), mientras que la categoría que menos apareció fue C8 (fue poco interesante o útil) y la C3 (complejidad) no se encontró en ninguna de las justificaciones. Atendiendo a estos resultados, podemos deducir que el juego de rol fue la actividad que más ayudó al alumnado a aprender y a comprender el problema, además de que no indicaron que fuese compleja.

Tabla 2. Categorización de justificaciones

Categorías	Actividad de argumentación	Cartografía	Juego de rol
C1 Fomenta la participación	2	2	7
C2 Motivación	0	0	4
C3 Complejidad	5	0	0
C4 Mejora de aprendizaje	6	9	23
C5 Interesante o útil	5	5	8
C6 Ayuda a la comprensión del problema	10	16	26
C7 Fomenta la investigación	3	2	5
C8 Poco interesante o útil	9	5	2
C9 Diversión	0	0	7

Con respecto a la cartografía y la actividad de argumentación, la categoría que más apareció fue la C6 (ayuda a la comprensión del problema), mientras que la que menos se encontró fue la C1 (fomenta la participación) y no se encontraron referencias a las categorías C2 (motivación) y C9 (diversión). Sin embargo, la categoría C3 (complejidad) si se encontró en la actividad de argumentación, pero no en la cartografía. Por lo tanto, parece que la cartografía y la actividad de argumentación ayudaron a la comprensión del problema, pero no se encontraron referencias a la motivación y diversión. No obstante, en cuanto a la complejidad, la actividad de argumentación resultó más compleja que la cartografía.

A continuación, se muestran ejemplos de justificaciones que realizó el alumnado sobre las puntuaciones dadas:

Ejemplo de respuesta un estudiante que reconoce a todas las actividades como que contribuyen a su formación sobre el problema sociocientífico:

Todas las actividades han ayudado a tener un mayor conocimiento sobre la leche materna y de fórmula. Es cierto que la comparación de etiquetas tenía cierta complejidad y era menos llamativo por el insuficiente conocimiento previo sobre los distintos nutrientes y vitaminas del compuesto. La cartografía [de controversias] fue una actividad bastante adecuada para tener un mapa conceptual de todo lo relacionado con la leche materna o la de fórmula. Por último, el juego de rol ha sido una forma bastante creativa e innovadora de trabajar los contenidos sobre la leche materna y de fórmula. Ha sido divertido aprender mediante un juego de rol en el que se incluye un debate y un análisis de todo lo comentado.

Ejemplo de otro estudiante posicionado con el juego de rol como estrategia didáctica más valorada:

En cuanto a las actividades para mi, la comparación de las etiquetas me ha parecido útil pero tan solo para ver qué contiene cada leche, en cambio, la cartografía [de controversias] ha sido muy útil ya que se ve de manera muy visual los contenidos, pero la actividad que más me ha servido y considero mejor es el juego de roles, ya que me ha ayudado más, porque cada uno expresaba lo que pensaba, basándose en unos contenidos y teníamos que estar pendiente de las debilidades y fortalezas de todos los personajes, por lo que de manera interactiva hemos podido ver todas las ventajas e inconvenientes de cada una de las leches.

CONCLUSIONES

Las tres estrategias didácticas presentadas en este trabajo tuvieron una alta valoración promedio por parte del alumnado. No obstante, a través de su valoración Likert y sus justificaciones, el juego de rol ha sido la estrategia didáctica que más alta puntuó el alumnado, mientras que la menos valorada fue la actividad de argumentación, quizás porque no pedían contemplar diferentes puntos de vista más amplios sobre el problema, sino la composición nutricional de marcas comerciales de leche sintética versus materna. Con respecto a las justificaciones utilizadas en las valoraciones, el juego de rol fue la actividad que mejor se percibió para aprender y comprender el problema, además de obtener mejores resultados en la participación, motivación y diversión. Esto nos hace pensar que quizás, si se hubiera presentado primero el juego de rol, les hubiera permitido apreciar distintos puntos de vista sobre el problema sociocientífico, pudiendo tener un conocimiento más amplio a la hora de realizar la actividad de argumentación y la cartografía, algo que podría ser estudiado en otros trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de Proyecto I+D+i *Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias* (PID2019-105765GA-I00; Ministerio de Ciencia e Innovación).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabello-Garrido, A., Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E., González-García, F. J., Franco-Mariscal, A. J., & Blanco-López, A. (2019). *Cartography as a tool to address activism with pre-service science teachers on a socially acute question: meat production and consumption*. ESERA 2019 Conference.
- Cruz-Lorite, I. M., Acebal-Expósito, M. del C., Cebrián-Robles, D., & Blanco-López, Á. (2020). El juego de rol como estrategia didáctica para el desarrollo de la conciencia ambiental. Una Investigación Basada en el Diseño. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1–23.
- Gartner, L. M., Morton, J., Lawrence, R. A., Naylor, A. J., O'Hare, D., Schanler, R. J., & Others. (2005). Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*, 115(2), 496–506.
- Giménez López, V., Jimeno Sierra, B., Valles Pinto, M. D., & Sanz de Miguel, E. (2015). Prevalencia de la lactancia materna en un centro de salud de Zaragoza (España): factores sociosanitarios que la condicionan. *Pediatría Atención Primaria*, 17(65), 17–26.
- Illescas-Navarro, M., Cruz-Guzmán, M., & Criado, A. M. (2019). El cuerpo humano y la salud en libros de texto de Educación Primaria (6-11 años), ¿qué aportan al problema sociocientífico sobre la lactancia materna como parte de la alimentación en la primera infancia? *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias.*, 17(1), 1–20.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Jiménez-Tenorio, N., Martorell, J. J. V., Yúñez, L. A., & Martínez, J. M. O. (2020). Fomentar la argumentación en clases de ciencias a través de una controversia sociocientífica en futuros docentes. In *Ápice. Revista de Educación Científica* (Vol. 4, Issue 1, pp. 79–86). <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4639>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social. An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Martínez-Roche, M. E. (2000). Debe fomentarse la lactancia natural desde la Educación Primaria. *Revista ROL de Enfermería*, 23(6), 433.
- Mauriz, B. P., & Evagorou, M. (2020). Design of a Socioscientific Issue Unit with the Use of Modeling: The Case of Bees. *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), 98–107.
- Palma-Jiménez, M., Cebrián-Robles, D., y Blanco-López, A. (2021). Controversias asociadas a la lactancia como contexto para desarrollar la capacidad de argumentar científicamente del

profesorado de Infantil y Primaria en formación inicial. In D. Cebrián-Robles, A. J. Franco-Mariscal, T. Lupión-Cobos, C. Acebal-Expósito, & A. Blanco-López (Eds.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía. Transferencia al aula* (pp. 207–222). Graó.

Valoración final de las salidas al medio natural en la formación de maestros de Educación Infantil

Elena Bravo Lucas¹, Emilio Costillo Borrego², José Luis Bravo Galán³, Isaac Corbacho Cuello⁴

¹ Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). ebravo@unex.es

² Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). costillo@unex.es

³ Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). jlbravo@unex.es

⁴ Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). icorbacho@unex.es

RESUMEN: Las salidas al medio natural son experiencias pedagógicas muy completas para aprender contenidos científicos en todas las etapas educativas. El carácter activo de la etapa de Educación Infantil resulta idóneo para esta práctica educativa en la que se fomenta el aprendizaje de las ciencias naturales, aunque su puesta en práctica no resulta sencilla para los docentes de esta etapa. En este trabajo se describe una experiencia didáctica con los maestros en formación de Educación Infantil utilizando las salidas al medio natural en diferentes formatos (video, reflexión y realización). Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar cómo valoran las maestras en formación analizadas las salidas al medio natural después de una intervención que dura todo un cuatrimestre. Los principales resultados muestran que, tras finalizar la secuencia didáctica, las maestras valoran positivamente esta actividad y consideran que las implementarían con sus alumnos de Educación Infantil.

PALABRAS CLAVE: salidas al medio natural, educación infantil, maestros en formación, enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT: Nature field trips are complete pedagogical experiences for learning scientific content at all educational stages. The active character of the Early Childhood Education stage is ideal for this educational practice in which the learning of natural sciences is promoted, although its implementation is not easy for teachers. This work describes a didactic experience with prospective early childhood education teachers using nature field trips in different formats (video, reflection and realization). Therefore, the aim of this work is to analyze how the teachers in training analyzed value the nature field trips after an intervention that lasts a whole four-month period. The main results show that, after completing the didactic sequence, the teachers value this activity positively and consider that they would implement it with their students in Early Childhood Education.

KEYWORDS: nature field trips, early childhood education, preservice teachers, science education.

INTRODUCCIÓN

Aunque la falta de trabajos en didáctica de las ciencias para la etapa de Educación Infantil (EI) es evidente, es ampliamente reconocido que los niños pequeños están intrínsecamente interesados y motivados por explorar y disfrutar del entorno que les rodea (Gelman, 1990; Spektor-Levy et al., 2013). Es más, Worth y Grollman (2003) describen

a los niños como “científicos naturales”, aspecto que los maestros de la etapa deben aprovechar.

Por esta razón, la formación inicial de los maestros de esta etapa en didáctica de las ciencias resulta fundamental. Anders (2014) señaló la necesidad de formar de manera adecuada a los docentes de EI de manera integral y continuada, para lo que es necesario contar con recursos y estrategias didácticas que mejoren sus conocimientos, emociones y autoeficacia en el aula (Bravo et al., 2019; Greenfield et al., 2009).

Una experiencia pedagógica apropiada para aprender ciencias en la formación inicial de maestros, aunque también para las demás etapas educativas, son las salidas al medio natural (Aguilera, 2018; Kisiel, 2007; Pedrinaci, 2012) ya que facilitan el aprendizaje de los contenidos al proporcionar experiencias que no se pueden replicar en el aula al mismo tiempo que se motiva a los alumnos (DeWitt & Storksdieck, 2008; Morag & Tal, 2012).

Por ello, el objetivo principal de esta investigación consiste en conocer la valoración que otorgan las maestras en formación inicial de EI a las salidas al medio natural en el desarrollo de su futura práctica docente al finalizar la asignatura “Conocimiento del Medio Natural en EI”.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se ha utilizado una metodología cuantitativa y un muestreo no probabilístico de conveniencia. Se ha contado con la participación de 28 maestras en formación de que cursaban el tercer curso del Grado en EI de la Universidad de Extremadura durante el curso 2020-2021. Todas las participantes eran mujeres de entre 20 y 24 años.

El presente estudio se realiza en el contexto de la asignatura “Conocimiento del Medio Natural en EI”, y forma parte de una intervención más amplia y que se desarrolla de la siguiente manera: en la primera sesión de la asignatura, los futuros maestros deben grabarse representando como realizarían una salida al medio natural con su alumnado. En sesiones posteriores se visualizan todos los videos en el aula y se desarrolla la teoría sobre estas experiencias pedagógicas. Con lo aprendido, los futuros maestros deben escribir una reflexión guiada sobre su intervención y sobre la de sus compañeros, y realizar un nuevo video implementando mejoras después de lo aprendido en clase. Finalmente, en pequeños grupos se realiza una salida al medio natural para que la vivencien personalmente. Este estudio es una ampliación del trabajo detallado en Bravo et al. (2022).

Como instrumento para la recogida de los datos se ha empleado un cuestionario online de elaboración propia validado por expertos en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Este contenía preguntas de escala Likert que iban del 1 al 5, siendo el 1 “nada de acuerdo” y el 5 “muy de acuerdo”, así como una última pregunta de orden jerárquico que iba del 1 al 7, siendo 1 “la más valiosa” y el 7 “la menos valiosa” en referencia a las actividades realizadas. Este cuestionario fue cumplimentado por las participantes de esta investigación durante las últimas sesiones del cuatrimestre.

RESULTADOS

El análisis de las preguntas realizadas a las futuras maestras de EI resalta que la mayoría afirma que haber realizado una salida al medio natural como alumna durante su formación inicial le ha servido para saber cómo realizar una salida como maestra (Figura 1).

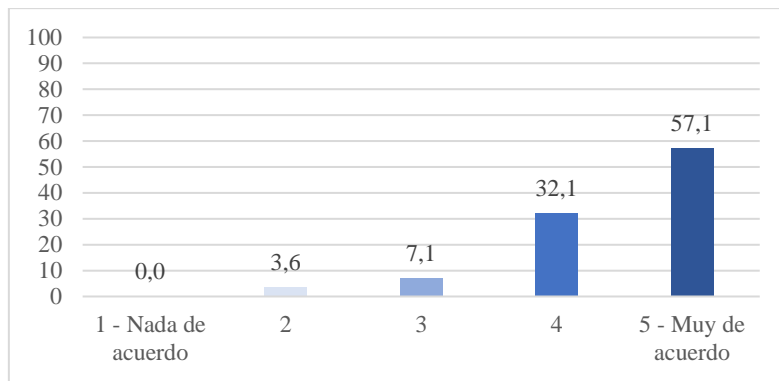


Figura 1. Gráfica de las respuestas a la pregunta “¿Crees que haber podido experimentar una salida al medio natural como alumna te ha servido para saber cómo llevarla a cabo como maestra?” (%)

Las futuras maestras participantes en este estudio consideran, además, que las salidas al medio natural son experiencias valiosas para el aprendizaje de las ciencias en la etapa de EI, siendo la mayoría las que creen que las realizarán con sus futuros alumnos con el objetivo de enseñarles contenidos de ciencias (Figuras 2 y 3):

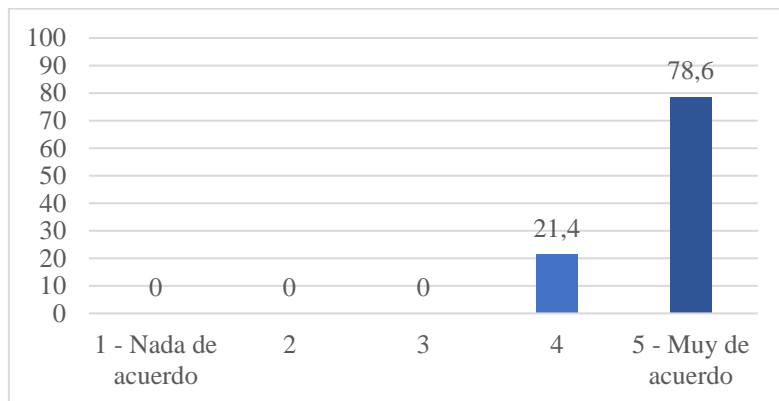


Figura 2. Gráfica de las respuestas a la pregunta “Teniendo en cuenta lo que has aprendido en esta asignatura, ¿consideras que las salidas al medio natural son experiencias valiosas para el aprendizaje de las ciencias en Ed. Infantil?” (%)

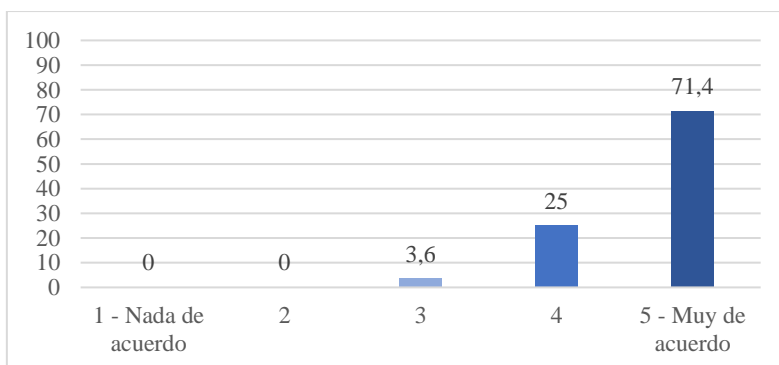


Figura 3. Gráfica de las respuestas a la pregunta “¿Crees que realizarás salidas al medio natural con tu futuro alumnado de Ed. Infantil para enseñarles contenidos de ciencias?” (%)

Finalmente, se les pidió que valorasen que actividad de las que se habían llevado a cabo durante la asignatura les había servido más como maestras (Figura 4). Los resultados indican que la realización de una salida al medio natural es la considerada más valiosa

por un 74.1% de las participantes, seguida de la realización del segundo video en el que implementaron mejoras (25%). La tercera actividad mejor valorada (32.1%) es la reflexión escrita sobre su primer video, siendo la reflexión sobre el video de sus compañeros la menos valorada por las participantes.

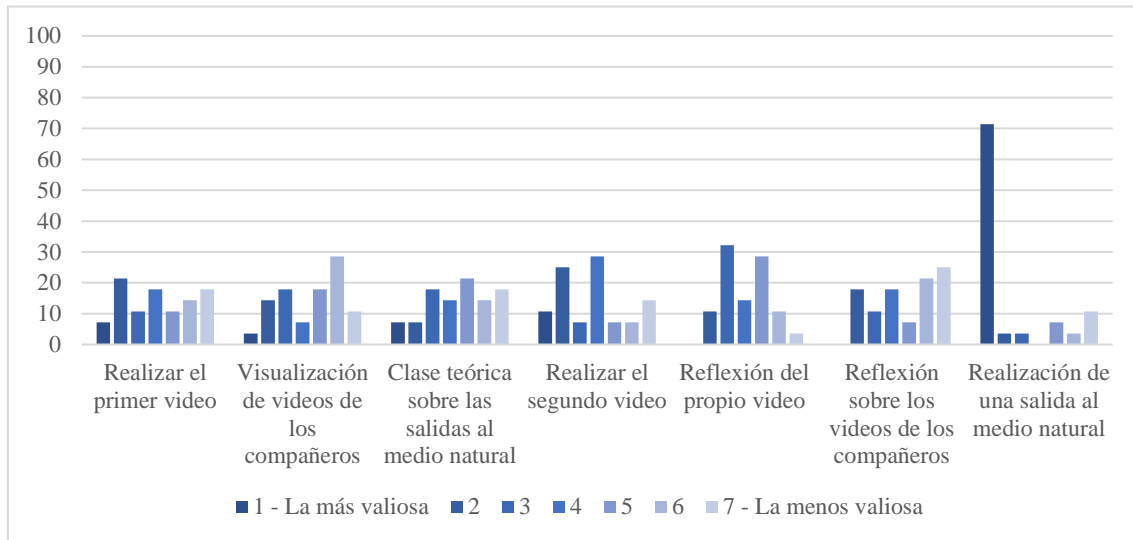


Figura 4. Gráfica de las respuestas a la pregunta “Ordena las actividades que consideras que te han sido más útiles para poder realizar una salida cuando tu seas maestra/o de Ed. Infantil” (%)

CONCLUSIONES

Experimentar actividades prácticas siendo estudiante, como son las salidas al medio natural, no solo mejora el conocimiento teórico de los futuros maestros, sino que les ayuda a tener ejemplos para su labor docente y a aumentar su motivación y confianza para llevarlas a cabo y fomentar el aprendizaje de las ciencias en EI (Gerde et al., 2018; Lindemann-Matthies et al., 2011).

En este trabajo se ha analizado la valoración que otorgan las futuras maestras de EI a las salidas al medio natural después de llevar a cabo una intervención didáctica extensa en torno a esta actividad. Los principales resultados muestran que las maestras en formación analizadas valoran muy positivamente en general esta experiencia didáctica, y que afirman que haber vivenciado una salida como alumna es la actividad que más les ha servido para su futuro como maestras.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por el Proyecto IB16140 del V Plan Regional de I+D+I (2014-2017) y el Proyecto GR21047 de la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional, así como por el Proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa. Elena Bravo Lucas agradece a la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional por la concesión de un contrato FPI predoctoral (PD18045).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(3), 3103–3117.

- Anders, Y. (2014). Literature review on pedagogy, literature review for the OECD. OECD.
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J.L., Borrachero, A.B. (2019). Emociones de los futuros maestros de educación infantil en las distintas áreas del currículo. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23(4), 197-214.
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J. L., Mellado, V., & Conde, M. C. (2022). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 106, 172–198. <https://doi.org/10.1002/sce.21689>
- De Witt, J., & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181–197. <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>
- Gelman, R. (1990). First principles organize attention to and learning about relevant data: Number and the animate–inanimate distinction as examples. *Cognitive Science*, 14, 79–106. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1401_5
- Gerde, H. K., Pierce, S. J., Lee, K., & Van Egeren, L. A. (2018). Early childhood educators' self-efficacy in science, math, and literacy instruction and science practice in the classroom. *Early Education and Development*, 29(1), 70–90. <https://doi.org/10.1080/10409289.2017.1360127>
- Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M., & Fuccillo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education and Development*, 20, 238–264. <https://doi.org/10.1080/10409280802595441>
- Kisiel, J. (2007). Examining teacher choices for science museum visits. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 29–43. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9023-6>
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Lehnert, H. J., Nagel, U., Raper, G., & Kadji-Beltran, C. (2011). Confidence and perceived competence of preservice teachers to implement biodiversity education in primary schools—Four comparative case studies from Europe. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2247–2273. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.547534>
- Morag, O., & Tal, T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FiNE) framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745–777. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.599046>
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81–89.
- Spektor-Levy, O., Kesner, Y., & Mevarech, Z. (2013). Science and scientific curiosity in pre-school—The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226–2253. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.631608>
- Worth, K., & Grollman, S. (2003). *Worms, shadows, and whirlpools: Science in the early childhood classroom*. National Association for the Education of Young Children.

Viabilidad de la codocencia para la formación de maestros en enfoques integrados

Ileana M. Greca¹, Jairo Ortiz-Revilla², Almudena Alonso-Centeno³ y Esther Sanz de la Cal⁴

¹ Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos. imgreca@ubu.es

² Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos. jortizr@ubu.es

³ Área de Didáctica de las Ciencias Sociales, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos. aacenteno@ubu.es

⁴ Área de Didáctica de la Lengua y la Literatura, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos. esanz@ubu.es

RESUMEN: La implementación efectiva de enfoques integrados pasa obligatoriamente por su comprensión por los docentes. En este trabajo presentamos resultados que muestran una notable mejoría en esta comprensión en maestros en formación después del desarrollo de una acción corta de codocencia, entre dos disciplinas y tres áreas (Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Ciencias Sociales y de la Lengua y Literatura) del último curso del Grado en Maestro de Educación Primaria.

PALABRAS CLAVE: codocencia, formación de maestros, integración, STEAM, AICLE.

ABSTRACT: The effective implementation of integrated approaches necessarily requires their understanding by teachers. In this paper we present results that show a remarkable improvement in this understanding in pre-service teachers after the development of a short co-teaching action, between two disciplines and three areas (Didactics of Experimental Sciences, Social Sciences and Language and Literature) of the last year of the Bachelor's Degree in Primary Education Teaching.

KEYWORDS: co-teaching, teacher training, teacher education, integration, STEAM, CLIL.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en una realidad caracterizada por fenómenos y procesos multidimensionales basados en las relaciones, autorregulaciones e interconexiones con un entorno cada vez más científico-tecnológico, con problemas reales cada vez más complejos, dinámicos e interdependientes. Según Delgado (2009): “para comprender esta realidad compleja y, quizás, hasta paradójica, se requiere de un pensamiento sistémico que permita la integración de los saberes bajo un enfoque dialéctico globalizador en el cual las partes se comprendan e interpreten a partir del todo y éste, a su vez, a partir de aquellas” (p. 17). Esta aproximación solo es posible desde un abordaje multidimensional, tanto teórico como de la práctica pedagógica (Barrios Silva, 2020).

De entre las posibilidades que ofrece la integración disciplinaria para la enseñanza, uno de los enfoques que ha adquirido mayor relevancia en los últimos años es la Educación integrada en Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (iSTEAM). Este enfoque resulta coherente con el carácter científico-tecnológico implícito en la sociedad actual. Sin embargo, a menudo se encuentran dificultades sobre su implementación por parte de profesorado, en buena medida debido a la complejidad de la integración disciplinaria (Ryu et al., 2019), siendo justamente la capacidad de los docentes para comprender y, por lo tanto, implementar dichos enfoques el aspecto más recurrente alegado desde posiciones críticas a la integración. Para auxiliar a los docentes en la comprensión e implementación de enfoques integrados, varios autores apuestan por la codocencia como una herramienta clave. En este trabajo presentamos los resultados obtenidos en relación con la conceptualización de maestros de Educación Primaria en formación sobre la integración disciplinar, después de haber pasado por una experiencia de codocencia entre tres asignaturas del Grado.

ENCUADRE TEÓRICO-DIDÁCTICO

La codocencia como herramienta para la formación docente en enfoques iSTEAM+AICLE

A pesar de que el crecimiento del conocimiento y de los avances tecnológicos en el siglo XXI han desafiado a la educación superior a desarrollar planes de estudio integrados (Chian, 2020), en ninguno de los niveles educativos, incluido el universitario, la práctica de la integración está extendida. La práctica de la integración requiere manejar conceptos teóricos de distintas disciplinas, su metodología y sus procedimientos, pero fundamentalmente tener la capacidad de observación y de reflexión para comprender las relaciones e interconexiones que se establecen entre estas. Por otro lado, es también necesaria la existencia de grupos de trabajo con características concretas: equipos colaborativos con vocación tanto de enseñar como de aprender, de aportar y recibir, de aceptar la diversidad y, en definitiva, de entender el problema como común (Delgado, 2009). En este contexto, la codocencia es entendida como beneficiosa para la integración (Johnson et al., 2021), dado que hace imprescindible la presencia de equipos de trabajo implicados en un proceso integrado, colaborativo, destinado a un único grupo de estudiantes, con el objetivo de promover el aprendizaje de contenidos que sería imposible alcanzar de forma individual. Entendemos la coeducación como un proceso fruto de una planificación conjunta, con la implicación de todos los codocentes, en la que se comparten ideas y reflexiones y se desarrolla un entendimiento mutuo de la práctica.

Este enfoque fue utilizado para el diseño e implementación de una propuesta para maestros en formación. El diseño se basó en el modelo SeLFiE² (Alonso-Centeno et al., 2022), que aúna los abordajes iSTEAM y AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras). Este modelo propone la integración de disciplinas STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua para contextos educativos bilingües, usando la narración de cuentos como el hilo conductor y motivador entre las diferentes actividades de las áreas integradas, vinculando el contenido científico con el aprendizaje de una lengua extranjera.

Propuesta didáctica

La acción didáctica se ha implementado en los dos últimos cursos académicos, desde las áreas de Didáctica de la Lengua y la Literatura, Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de las Ciencias Sociales entre las docentes de las asignaturas de cuarto curso

² Este modelo está presentado de forma más extensa en otra comunicación de los Encuentros.

Animación a la lectura en inglés e Investigación e innovación en el aprendizaje de conocimiento del medio, que aparece estructurada en dos partes, correspondientes al entorno natural y al entorno social. El objetivo de la propuesta es contribuir a la mejora de las competencias del alumnado en formación inicial de la Mención de Inglés para el manejo de enfoques integrados. El alumnado común de las dos asignaturas (tres disciplinas) trabajó durante el primer semestre del curso académico (septiembre a diciembre), en el desarrollo de un proyecto de innovación basado en la combinación iSTEAM+AICLE en el marco de un contexto bilingüe, que tuvo como punto de partida un cuento en inglés. Durante el semestre, en paralelo al desarrollo de los contenidos de cada área, el alumnado creó, diseñó y elaboró conjuntamente sus proyectos de innovación en pequeños grupos bajo el seguimiento y tutorización de las tres docentes de las asignaturas mencionadas. La elección del cuento en inglés de cada grupo de alumnado fue el eje estructurante que permitió articular los contenidos de Animación a la lectura en inglés, así como de indagación y diseño de un proyecto de ingeniería como parte del entorno natural; y los contenidos propios del entorno social. Al finalizar el semestre, cada grupo presentó sus proyectos tanto de forma escrita como oral para su posterior evaluación compartida. La presentación oral se realizó bajo el formato de un video corto (15-20 minutos), que exigía al alumnado seleccionar actividades de las tres áreas y presentarlas tal como lo harían en clase con los niños. Esta propuesta integrada conllevó un trabajo de enseñanza compartida entre las tres docentes encargadas, incluyendo la planificación conjunta de la propuesta: diseño del proyecto, objetivos y criterios comunes; cronograma, contenidos, seguimiento común del trabajo del alumnado en las tres materias y evaluación común. La coordinación entre el profesorado fue un punto fundamental desde el comienzo de la asignatura hasta el final, de forma que las decisiones han sido consensuadas y respaldadas de forma unánime y las tres áreas se valoraron al mismo nivel, sin que una fuera subsidiaria de otra, ni una se apoyara en los contenidos de otra. Cabe destacar que, a excepción de la presentación de las asignaturas, el alumnado no tuvo ninguna clase teórica sobre integración disciplinar.

METODOLOGÍA

Diseño

La siguiente pregunta guio esta investigación: ¿Es viable una experiencia corta de codocencia, usando un modelo pedagógico integrado y coherente, para que maestros en formación mejoren su conceptualización sobre la integración disciplinar? Para ello, realizamos un estudio de métodos mixtos paralelo convergente *QUAL + QUAN* (Creswell y Guetterman, 2019) en los últimos dos cursos académicos. En esta comunicación presentamos resultados correspondientes a la parte cualitativa del último curso. El análisis cuantitativo completo puede consultarse en Alonso-Centeno et al. (2022).

Contexto y participantes

Durante el curso académico 2021-2022 se realizó la segunda implementación del estudio, con un conjunto de 23 estudiantes, cursando el cuarto curso del Grado en Maestro de Educación Primaria (Mención en Lengua Inglesa) de la Universidad de xxxxxx, España.

Instrumentos

Dos fueron los instrumentos usados en este estudio. Por una parte, se aplicó un cuestionario, elaborado ad hoc para esta investigación, antes y después de la implementación, compuesto por dos preguntas que versaban sobre la percepción de la integración disciplinaria desde un punto de vista general, así como su relación con el enfoque AICLE. Además, se solicitó que complementaran las respuestas a cada pregunta con una representación gráfica que las concretara y/o ejemplificara. El segundo

instrumento fue una entrevista que las tres docentes realizaron con cada grupo, después de haber entregado el trabajo final. Esta entrevista, semiestructurada, duró 15 minutos y en ella se consultó al alumnado, entre otras cuestiones, sobre cómo habían plasmado la integración en sus proyectos finales; qué dificultades habían tenido y si consideraban que usarían este enfoque integrado en su futuro profesional.

Análisis de datos

En primer lugar, dos de los autores categorizaron de manera deductiva las respuestas del alumnado, asignando un nivel de conceptualización de la integración disciplinaria en base a los propuestos por Gresnigt et al. (2014, p. 52), tal como aparece reflejado en la Tabla 1, que muestra, además, un ejemplo de definición y representación gráfica para cada categoría que emergió del análisis de las respuestas a la pregunta *¿Qué entiendes por integración disciplinaria en Educación Primaria?* En los casos de no concordancia se llegó a un consenso entre los dos evaluadores. En las entrevistas, que fueron grabadas y transcritas, se seleccionaron los extractos en los que los estudiantes expresaban la visión del grupo sobre la integración. Nuevamente, estos extractos fueron categorizados siguiendo la definición de Gresnigt et al. (2014), con el mismo proceso de validación que en el caso de las respuestas de los cuestionarios.

Tabla 1: Definición y ejemplos de las categorías detectadas

CATEGORÍA	DEFINICIÓN	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
1) Aislado: Materias o disciplinas separadas y distintas.	Los contenidos o destrezas que se imparten a la par que los contenidos propios de las asignaturas	
2) Conectado: Se establece una conexión explícita entre las disciplinas separadas, relacionando deliberadamente las materias en lugar de asumir que los estudiantes entenderán las conexiones automáticamente.	La combinación de varias disciplinas en un aula	
3) Anidado: Una habilidad o un conocimiento de otra disciplina se aborda dentro de una asignatura/disciplina.	Se lleva a cabo cuando en una asignatura se tratan otras	
4) Multidisciplinar: Dos o más asignaturas se organizan en torno a un mismo tema o asunto, pero las disciplinas conservan su identidad.	Es el trabajo conjunto de varias asignaturas en torno a un mismo hilo conductor	
5) Interdisciplinar: En el curso interdisciplinario, puede no haber ninguna referencia a las disciplinas o asignaturas individuales. Se pierden las perspectivas de las disciplinas y se hace hincapié en las habilidades y los conceptos de toda la materia en lugar de dentro de las disciplinas.	Integración de contenidos de dos o más áreas con el fin de resolver problemas	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los resultados individuales obtenidos antes y después de la acción didáctica mediante el cuestionario, así como el nivel de conceptualización de cada

grupo, según el análisis de la entrevista grupal, en este caso ejemplificado por alguna frase representativa extraída de esta.

Tabla 2. Niveles de conceptualización de la integración disciplinar y ejemplificación cualitativa.

GRUPO E INTEGRANTES	NIVEL PREVIO DE CONCEPTUALIZACIÓN (CUESTIONARIO)	NIVEL POSTERIOR DE CONCEPTUALIZACIÓN (CUESTIONARIO)	NIVEL DE CONCEPTUALIZACIÓN (ENTREVISTA GRUPAL)	FRASE REPRESENTATIVA (ENTREVISTA GRUPAL)
Grupo 1	Estudiante 16	Anidado	Conectado	"Hemos juntado todos los temas".
	Estudiante 18	Conectado	Conectado	
	Estudiante 19	Conectado	Anidado	
Grupo 2	Estudiante 13	Conectado	Multidisciplinar	"Como contenidos de Natural Sciences y de Social Sciences podíamos usar la luz (...): Circuitos eléctricos (...), cómo ha llegado la luz a los hogares, las diferencias que hay actualmente en los hogares que hay luz y en los que no hay luz...".
	Estudiante 12	Conectado	Multidisciplinar	
	Estudiante 17	Multidisciplinar	Multidisciplinar	
Grupo 3	Estudiante 10	Conectado	Anidado	"Los alumnos no son conscientes de en qué asignatura... ven el proyecto como un conjunto. Entonces, puedes estar trabajando inglés y al mismo tiempo estar con la metodología de ciencias (método científico)".
	Estudiante 21	Conectado	Multidisciplinar	
	Estudiante 20	Multidisciplinar	Multidisciplinar	
Grupo 4	Estudiante 11	Conectado	Multidisciplinar	"Estructurarlo de otra manera, que no sea por áreas sino por problemas". "Cada problema da pie a trabajar todas las áreas".
	Estudiante 14	Multidisciplinar	Multidisciplinar	
	Estudiante 15	Conectado	Multidisciplinar	
Grupo 5	Estudiante 1	Conectado	Multidisciplinar	"Tenemos que utilizar elementos del libro para, digamos, unirlo y guiarlo todo y ahí fue cuando empezamos a arrancar bien, a utilizar la bruja como guía".
	Estudiante 2	Multidisciplinar	Interdisciplinar	
	Estudiante 3	Conectado	Multidisciplinar	
	Estudiante 22	Multidisciplinar	Multidisciplinar	
Grupo 6	Estudiante 7	Conectado	Multidisciplinar	"Hablabamos todo el rato de las brujas (tema del trabajo) y son distintas partes, multidisciplinar pero en realidad es una entera".
	Estudiante 23	Conectado	Multidisciplinar	
	Estudiante 5	Conectado	Multidisciplinar	
Grupo 7	Estudiante 4	Multidisciplinar	Multidisciplinar	"[Para dar respuesta a la actividad final sobre el Código de Kioto] Tienen que ir usando todo lo que han estado trabajando antes, para dar sus argumentos (---) y esto no es solamente dentro del área de CCSS, sino que tienen que haber usado también el tema de lo que han hecho con las postcards (...) lo que han tenido que hacer en el laboratorio en CCNN".
	Estudiante 6	Conectado	Multidisciplinar	
	Estudiante 8	Conectado	Anidado	
	Estudiante 9	Conectado	Conectado	

Como puede observarse el nivel de conceptualización individual antes de la acción didáctica fue ampliamente conectado, con algunos casos de concepción multidisciplinar. A raíz de la experiencia, se observa cómo una mayoría de alumnado avanza hasta conseguir una concepción multidisciplinar. Cabe destacar que el análisis cuantitativo (Alonso-Centeno et al., 2022) muestra un incremento estadísticamente significativo de las puntuaciones entre el cuestionario inicial y el final, con un tamaño del efecto grande (g Hedges = 1.224).

Los resultados individuales se ven reforzados por los obtenidos en la entrevista grupal donde han podido detectarse niveles aún mayores de integración, mayoritariamente multidisciplinar e interdisciplinar. Como en las explicaciones el alumnado expresó su nivel de comprensión poniendo ejemplos del propio proyecto diseñado, es posible que reflejen mejor lo que comprenden que sus expresiones y dibujos en el cuestionario.

De las entrevistas destacamos dos elementos. Por una parte, el hecho de que AICLE y, en particular, el cuento, ha sido identificado por el alumnado como un catalizador o un "facilitador de la integración", resultado que coincide con el obtenido por Schietroma (2019). Por la otra, todos los grupos manifestaron que tanto la acción de codocencia que habían vivenciado como la posibilidad de realización del proyecto durante las clases, con el apoyo de las tres docentes, habían sido elementos centrales para conseguir el "insight" sobre cómo realizar un proyecto integrado, destacando la necesidad de más experiencias similares en cursos anteriores del grado.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue conocer si era viable mejorar la conceptualización de la integración disciplinaria de maestros en formación tras la implementación de una propuesta de codocencia siguiendo un modelo iSTEAM+AICLE. Según los resultados obtenidos, podemos afirmar que la experiencia de corta duración (3 meses y medio) ha favorecido el desarrollo de competencias que llevan a una mejora significativa de la comprensión de la integración disciplinar, siendo tanto el modelo como el esquema de codocencia elementos cruciales para esta mejoría. Destacamos la relevancia de estos resultados, dado que la capacidad de las maestras y maestros para implementar enfoques integrados es el elemento más esgrimido cuando se cuestionan propuestas integradas. Este trabajo parece mostrar que aún experiencias cortas, pero coherentes y basadas en las mejores evidencias científicas disponibles, pueden ser eficaces. Por ello consideramos que es necesario seguir trabajando en codocencia en las carreras de formación de profesorado de Educación Primaria y Secundaria, para formar docentes que entiendan la relevancia de la integración disciplinaria en una enseñanza acorde a los tiempos actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Centeno, A., Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Sanz de la Cal, E. (2022). Perceptions of STEAM+CLIL integration: results of a co-teaching proposal during initial teacher training. En D. Ortega-Sánchez (Ed.), *Controversial issues and social problems for an integrated disciplinary teaching*. Springer.
- Barrios Silva, C. (2020). La formación interdisciplinaria del maestro primario desde la educación agropecuaria en la escuela cubana actual. *Mendive. Revista de Educación*, 18(2), 394-411. <http://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1689>
- Chian, M. M. (2020). Tracing the development of literacy practices for integrating interdisciplinary curriculum in higher education: international ethnographic study. *Trabalhos em Linguística Aplicada*, 59(1), 173-212. <http://dx.doi.org/10.1590/010318135896415912020>
- Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2019). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (6th ed.). Pearson.
- Delgado, R. (2009). La integración de los saberes bajo el enfoque dialéctico globalizador: la interdisciplinaria y transdisciplinaria en educación. *Investigación y Postgrado*, 24(3), 11-44. <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/revinpost/article/view/1309/499>
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>

- Johnson, T. M., Byrd, K. O., y Allison, E. R. (2021). The impact of integrated STEM modeling on elementary preservice teachers' self-efficacy for integrated STEM instruction: A co-teaching approach. *School Science and Mathematics*, 121(1), 25-35. <https://doi.org/10.1111/ssm.12443>
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 493-512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>
- Schietroma, E. (2019). Innovative STEM lessons, CLIL and ICT in multicultural classes. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 15(1), 183–193. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1587>

Vídeo trabajos para el desarrollo de la creatividad. Una experiencia en la formación del profesorado de secundaria

Ángel Luis Cortés Gracia¹, Beatriz Mazas Gil².

¹ Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. acortes@unizar.es

² Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. bmazas@unizar.es

RESUMEN: En este trabajo se presenta una propuesta didáctica basada en la realización de vídeos para el desarrollo de la creatividad en el profesorado de secundaria en formación. Se muestra un resumen de los resultados obtenidos a lo largo de cuatro cursos académicos entre los que destaca la variedad de propuestas y formatos, usando de diferentes estilos audiovisuales que incluyen cortos originales, documentales, propuestas basadas en series y programas de televisión, juegos y presentaciones académicas.

PALABRAS CLAVE: Vídeos; Creatividad; Formación del profesorado; Geología

ABSTRACT: This paper presents a didactic proposal based on the making of videos for the development of creativity in secondary school teachers in training. A summary of the results obtained throughout four academic years is shown, among which the variety of proposals and formats stands out, using different audiovisual styles that include original short films, documentaries, proposals based on T.V. series and programs, games and academic presentations.

KEYWORDS: Videos; Creativity; Teacher training; Geology

INTRODUCCIÓN

La formación del profesorado implica el desarrollo de competencias profesionales muy variadas. Estas incluyen desde las relacionadas con el conocimiento de las distintas disciplinas a aquellas que suponen el manejo de estrategias que faciliten el aprendizaje de las mismas. Dentro de las competencias consideradas como sistémicas, Villa y Poblete (2004) incluyen la creatividad, colocándola junto al espíritu emprendedor y la capacidad innovadora dentro de la categoría de las competencias universitarias que estos autores denominan “de capacidad emprendedora”. En otros trabajos también se destaca la creatividad como una competencia general de tipo sistémico (González y Martínez, 2008), caracterizada por su capacidad de generar nuevas ideas, dentro de un conjunto de competencias que proporcionan “capacidades que dan visión global, holística, de conjunto y que sirven para organizar y gestionar las acciones” (p. 205). De entre todas las habilidades para el siglo XXI, el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2015) diferencia entre aspectos relacionados con el alfabetismo fundamental, las competencias y las cualidades de carácter. En ese sentido, la creatividad sería una de las competencias clave que se debería desarrollar junto al pensamiento crítico y la resolución de problemas, la comunicación y la colaboración. Vázquez y Manassero (2018) consideran, no obstante, la creatividad como una dimensión del pensamiento crítico, que incluye destrezas como el planteamiento de preguntas, la observación (comparar, clasificar), el análisis y la síntesis (partes-todo, analogías y modelos).

Ahora bien, diseñar propuestas didácticas para trabajar la creatividad en la formación del profesorado no es tarea fácil y más aún si queremos fomentarla junto al resto de habilidades, competencias y destrezas señaladas anteriormente.

En este trabajo se presenta la descripción de una propuesta didáctica centrada en la realización de vídeos como actividad formativa para el profesorado de secundaria de la especialidad de Biología y Geología. Así mismo, se mostrarán algunos ejemplos de su puesta en práctica en los cuatro últimos años y una categorización representativa de los resultados obtenidos. El objetivo de la propuesta consiste en fomentar el desarrollo de la creatividad en el profesorado en formación a la vez que se involucra en prácticas relacionadas explícitamente con la comunicación y la colaboración y, de forma implícita, con el pensamiento crítico y la resolución de problemas (didácticos).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

La utilización de vídeos cortos es cada vez más frecuente en las aulas de las distintas etapas educativas, tanto los que utiliza el profesorado para mostrar contenidos o presentar problemas (García, 2014; Gómez-Fernández et al., 2017), como los realizados por el alumnado para presentar tutoriales, materiales de apoyo o mostrar sus resultados de aprendizaje (Ezquerro y Rodríguez, 2013). En el caso de los vídeos realizados por el alumnado, diversos autores destacan el potencial que tiene esta estrategia para el fomento de la capacidad creativa de los estudiantes, independientemente del ámbito disciplinar en el que se aplica. Así, en la enseñanza superior se encuentran numerosos ejemplos con buenos resultados (Chanal, 2019; Fernández-Río, 2018; González, 2014).

Planteamiento general de la propuesta

Dentro de las actividades formativas del Máster de Profesorado en la Universidad de Zaragoza (especialidad de Biología y Geología) se plantea la realización de vídeos cortos con objetivo didáctico en los que se pongan en juego destrezas relacionadas con la creatividad, la comunicación de un mensaje con contenido científico y la colaboración propia de un trabajo en equipo. La propuesta se articula en torno a contenidos de Geología, en este caso “Las rocas y sus usos”, y paralelamente a la misma se utilizan tres acciones adicionales de enganche para el alumnado:

- 1) El visionado de vídeos realizados por estudiantes de 1º de ESO de centros cercanos. Esta tarea permite a los futuros profesores conocer producciones reales del alumnado de ese nivel y valorar los recursos conceptuales y técnicos que llegan a manejar las chicas y chicos de esa edad.
- 2) La utilización de plataformas virtuales (o su proyección en el aula) para compartir los vídeos y coevaluar las producciones en cada curso académico. Así, la evaluación no es solo responsabilidad del profesorado universitario, sino que el profesorado en formación es partícipe en todos los momentos del proceso creativo, incluida la revisión y valoración final de las propuestas.
- 3) La realización de una salida fuera del aula (visita urbana) en la que se trabajan las rocas y ornamentales y de construcción. En la misma los estudiantes tienen la oportunidad, entre otras cuestiones, de observar, discutir, tomar datos o plantear preguntas relacionadas con el tema “in situ”. También pueden encontrar en la propia salida el escenario para sus vídeos o recursos visuales para los mismos.

Orientaciones para el diseño de los vídeos

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se solicita a los estudiantes que, trabajando en grupos de unas 3-4 personas (excepcionalmente hasta 6 personas), realicen un vídeo de formato libre sobre el tema que pueda convertirse en un recurso de aprendizaje motivador para

alumnado de 1º de ESO. Para ello, se propone una base de orientación que contempla las características generales del vídeo (tabla 1). A partir de ese punto, el objetivo es que los estudiantes desarrollen las tareas de forma autónoma y creativa, diseñando la estructura del vídeo, elaborando el guion de la propuesta, seleccionando los recursos necesarios para la grabación y edición del vídeo y, obviamente, plasmando todo ese proceso creativo en una producción compartida con el resto de la clase.

Tabla 1. Base de orientación para la elaboración de los vídeos.

Contenido del vídeo	Recomendaciones sobre los contenidos
Título:	Obligatorio
Contextualización:	Las rocas y sus usos. Asignatura de Biología y Geología (1º ESO)
Duración máxima:	5 minutos
Formato de archivo:	Compatible con los sistemas operativos habituales (Windows, MacOs, Linux, Android)
Lenguaje empleado:	Directo y riguroso, pero adaptado al nivel educativo
Uso de imágenes:	Descriptivas (imprescindible); ilustradoras de modelos (recomendable)
Textos de apoyo:	Imprescindibles
Narración:	Opcional (aunque recomendable)
Música y animaciones:	Opcional (aunque recomendable)
Créditos finales, incluida la autoría del trabajo:	Obligatorio

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta descrita se ha puesto en práctica en cuatro cursos académicos (2017-2018 a 2020-2021) y sigue activa en el curso 2021-2022. A lo largo de estos cuatro cursos se han recopilado 40 vídeos distintos en los que han participado unos 160 estudiantes.

La diversidad de propuestas es elevada, aunque se han podido agrupar en varias categorías en función del formato audiovisual en el que se han basado. En la tabla 2 se muestran las cinco categorías reconocidas y algunos ejemplos de cada una, indicando en su caso, los referentes en los que se han basado para la propuesta.

Tabla 2. Tipos de propuestas según el formato y ejemplos de las mismas.

Formato (número de vídeos)	Ejemplos (con títulos)
Películas originales (3)	Villa Roca en fiestas (corto de animación) El vendedor de minerales (<i>thriller</i> , ciencia ficción) En busca de la roca perdida (<i>trailer</i> de película de aventuras)
Documentales (10)	Rocas sedimentarias Mi ciudad: una visión geológica Paseo geológico por...
Basadas en series de TV (4)	Barrio Sésamo Big Bang Theory Troy McClure, experto en rocas (Los Simpsons)
Basadas en programas de entretenimiento en TV (5)	Operación decoración (basada en Operación Triunfo) De cita con la geología (basada en First Dates) Callejeros pedreros (basada en Callejeros Viajeros)
Basadas en juegos y aplicaciones (7)	Geomon Go (basada en Pockemon Go) GeoMaps (basada en Google Maps) Scape Room Geológico (basada en un planteamiento de “scape room”)
Presentaciones académicas (11)	Las rocas y minerales en el hogar Rocas ornamentales: una perspectiva histórica Las rocas del casco histórico

La categoría “películas originales” incluye tres cortos que destacan por su originalidad tanto en el planteamiento general como en la realización del mismo. Destaca la propuesta “Villa Roca en fiestas” <https://www.youtube.com/watch?v=PXQMogNT4M8> (figura 1) por su argumento, que relaciona entre sí los orígenes de las rocas, su composición, sus

usos y su localización geográfica, el uso de la animación (muestras de roca convertidas en títeres manejados por los estudiantes) e incluso por la música, con un tema original interpretado por los autores del vídeo. En “El vendedor de minerales” los estudiantes dramatizan una escena en un ambiente de novela negra que recurre a un posible problema sobre la escasez en el futuro de determinadas rocas y minerales.



Figura 1. Captura de pantalla de un vídeo original basado en la animación.

Dentro de la categoría “documentales” se incluyen 10 producciones muy variadas que, en general, siguen un formato de documental tradicional con una secuencia de vídeos, fotos, esquemas ilustrativos, etc. Es narrado normalmente por los autores, aunque en ocasiones los narradores son sustituidos por personajes de ficción o incluso juguetes (muñecos de Playmobil). En este tipo de propuestas domina la descripción formal de las rocas y sus usos, sin recurrir apenas a la ficción o animaciones (aunque puntualmente algunos las usan combinadas con lo anterior). Ocasionalmente, los narradores aparecen en el vídeo describiendo objetos o dando respuesta a diferentes preguntas sobre el tema.

El recurso de las “series de televisión” como referencia para el desarrollo de la actividad ha sido utilizado en cuatro ocasiones y se ha centrado en tres series muy conocidas: Barrio Sésamo, Los Simpsons (2) y Big Bang Theory. En estos casos, los personajes de la serie (o incluso los estudiantes interpretando a los mismos) son los protagonistas de la trama narrativa del vídeo, que se acompaña, al igual que los documentales, de imágenes y textos que ilustran los contenidos del mismo. El contenido científico es muy similar al de la categoría anterior (documentales), aunque presentado de manera más informal.

El grupo basado en programas de entretenimiento de televisión incluye cinco vídeos que se inspiran en tres programas: Operación Triunfo (2), First Dates (2) y Callejeros Viajeros. Los enfoques son muy diferentes y el contenido científico es presentado con rigor mostrando rasgos coincidentes con los programas citados: a) las características de una roca pueden hacer que triunfe frente a otras en función de sus características y usos (Operación Triunfo); b) las características y usos permiten emparejar a las rocas por su afinidad (First Dates) y c) las rocas que encontramos por la calle son muy diferentes y no siempre originales del lugar donde se encuentran y, por tanto, un paseo por cualquier ciudad permite encontrar ejemplares muy diversos (Callejeros Viajeros).

Los vídeos basados en juegos y aplicaciones informáticas también son frecuentes y así se incluyen hasta 7 propuestas claramente identificables con sus referentes. En todos los casos, a través de esos juegos o aplicaciones se llega hasta una serie de “fichas” o “píldoras informativas” en las que se sintetizan características y usos de las rocas. En ocasiones hay una narración guiada por personajes de animación originales (avatares de los estudiantes) como en el caso de GeoMaps (figura 2), que además va georreferenciando

la localización de los ejemplos. En general, se presenta una simulación del funcionamiento del juego o aplicación que va proporcionando información sobre el tema a lo largo del vídeo.

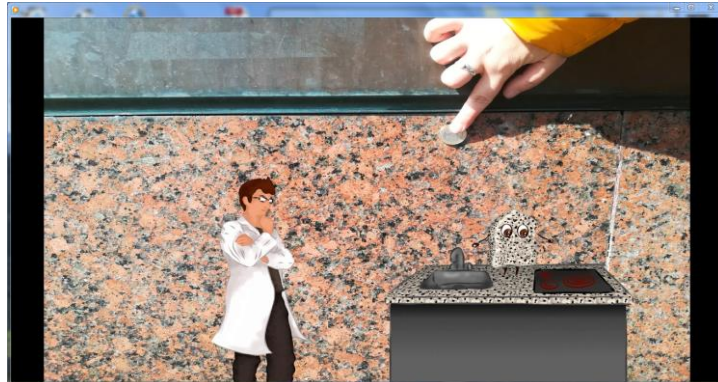


Figura 2. Captura de pantalla de un vídeo basado en una aplicación informática que incluye interacción entre animaciones e imágenes reales (GeoMaps).

Finalmente, el resto de propuestas se han incluido dentro de la categoría “presentaciones académicas”. Corresponden a un modelo de exposición ordenada de la información (contenidos conceptuales y ejemplos) similar a una presentación de PowerPoint automatizada. En la mayoría de los casos hay una narración (voz en off) por parte de los autores e incluso música, aunque hay algunas propuestas sin sonido que se basan exclusivamente en la aparición automática de información e ilustraciones estáticas.

CONSIDERACIONES FINALES

La actividad presentada permite a los estudiantes del Máster de Profesorado poner en práctica destrezas relacionadas con algunas de las competencias descritas en la introducción de este trabajo, como la creatividad, la comunicación y la colaboración.

La respuesta del alumnado ante este tipo de actividades es muy favorable y, tras la experiencia de su aplicación en cuatro cursos académicos, en la mayoría de los casos la implicación durante todo el proceso de diseño y realización de los vídeos supera las previsiones de dedicación de los estudiantes. La colaboración en esta actividad trasciende a los propios equipos de trabajo y, a menudo, miembros de otros equipos participan en los vídeos de otros compañeros con apariciones en los mismos, grabando voces diferentes como recursos para la dramatización, aportando conocimientos conceptuales sobre el tema del vídeo o técnicos sobre las herramientas para la edición, creación de ilustraciones, etc. La posibilidad de revisar los vídeos y evaluarlos por parte de todo el alumnado del curso (una media de 40 estudiantes por curso) también contribuye al éxito de la actividad, ya que desde el primer momento todo saben que sus producciones van a ser evaluadas por sus propios compañeros. En muchos casos, esto hace que, en palabras de algunos estudiantes, aumente la sensación de responsabilidad y necesidad de rigor científico, a la vez que entienden que el producto final debe ser atractivo y ameno al igual que el propio proceso de realización. Y para ello, intentan desarrollar la creatividad en sus propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Grupo de referencia BEAGLE de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales S27-20R (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo). Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA/UNIZAR).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chanal, V. (2019). La creatividad de la enseñanza en la educación superior: una perspectiva comunitaria. *Aula Abierta*, 48(4), 407-418. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.4.2019.407-418>
- Ezquerro, Á. y Rodríguez, F. (2013). Aprender a enseñar ciencias a maestros en formación a través del uso del vídeo. *Investigación en la Escuela*, 80, 67-76. <https://doi.org/10.12795/IE.2013.i80.05>
- Fernández-Río, J. (2018). Creación de vídeos educativos en la formación docente: un estudio de caso. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(1), 115-127. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.21.1.293121>
- García Matamoros, M.A. (2014). Uso Instruccional del video didáctico. *Revista de investigación*, 38(81), 43-68. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140396002.pdf>
- Gómez-Fernández, F., Raga, M.F., Moretón, H.A. y Salcedo, G.B. (2017). Innovación en docencia de mineralogía a partir de la realización de vídeos sobre contenidos prácticos. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 434-440. <https://doi.org/10.22370/ieya.2017.3.2.761>
- González Fontao, M.P. y Martínez Suárez, E.M. (2008). El profesor creativo y el profesor que potencia la creatividad en el contexto universitario. *Innovación Educativa*, 18, 203-211. <http://hdl.handle.net/10347/4444>
- González González, C.S. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia*, 40. <https://www.um.es/ead/red/40/gonzalez.pdf>
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M.A. (2018). Una taxonomía de las destrezas de pensamiento: una herramienta clave para la alfabetización científica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número Extraordinario 2018. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9189/6901>
- Villa, A. y Poblete, M. (2004). Practicum y evaluación de competencias. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*, 8(2). <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/42122>
- World Economic Forum (2015). *New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology*. Recuperado de https://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf

Visibilización de los beneficios invisibles de la naturaleza mediante la enseñanza de los Servicios de los Ecosistemas

Gloria Rodríguez-Loinaz¹, Igone Palacios-Agundez²

¹ Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU). Gloria.rodriguez@ehu.eus.

² Facultad de Educación y Deporte (UPV/EHU). Igone.palacios@ehu.eus.

RESUMEN: El concepto de servicio de los ecosistemas (SE) pone de manifiesto la estrecha dependencia del bienestar humano de la naturaleza. Este concepto tiene un alto potencial didáctico, sin embargo, es relativamente nuevo para la comunidad de docentes y su presencia en la formación inicial del profesorado es anecdótica. En este estudio se analiza si la enseñanza de este concepto en la formación inicial de maestras y maestros contribuye a visibilizar y valorar beneficios de la naturaleza no percibidos a primera vista. Los resultados muestran que tras una intervención didáctica sobre SE, el profesorado en formación valora SE que antes no visualizaba, ayudándoles a ampliar su visión de la problemática de la pérdida de biodiversidad y estimular el pensamiento crítico. Estos resultados refuerzan la importancia de incluir la enseñanza de los SE en la formación inicial del profesorado ya que la alfabetización científica de la ciudadanía depende en gran medida del profesorado de primaria.

PALABRAS CLAVE: Servicio de los ecosistemas, pensamiento crítico, sostenibilidad, profesorado.

ABSTRACT: The concept of ecosystem service (ES) highlights the close dependence of human well-being on nature. This concept has a high didactic potential, however, the teaching community recognises it as relatively new and its presence in initial teachers' training is anecdotal. In this study we analyse whether the teaching of this concept in initial teacher training contributes to making visible and valuing the benefits of nature that are not perceived at first sight. The results show that after the ES didactic intervention, pre-service teachers value ES that they did not visualise before, helping them to broaden their view of the problem of biodiversity loss and stimulating critical thinking. These results reinforce the importance of including the teaching of ES in initial teacher training, as the scientific literacy of citizens depends largely on primary school teachers.

KEYWORDS: Ecosystem services, critical thinking, sustainability, teachers.

INTRODUCCIÓN

Los diferentes ecosistemas presentes en nuestro entorno nos brindan múltiples beneficios que contribuyen a nuestro bienestar. El término servicios de los ecosistemas (SE) engloba todos estos beneficios que, en forma de bienes y servicios, tanto directos como indirectos, brindan los ecosistemas al ser humano (Díaz et al., 2006). Los SE se clasifican en tres categorías: servicios de provisión (agua limpia, alimento, energía, fibras, medicinas naturales...), servicios de regulación (control biológico, polinización, control de la erosión, regulación del clima, regulación de perturbaciones naturales, regulación del ciclo hidrológico...) y servicios culturales (recreo, disfrute del paisaje, identidad cultural,

conocimiento científico...) (Onaindia et al., 2015). Uno de los grandes problemas para la conservación de la biodiversidad reside en la falta de percepción y puesta en valor por parte de la ciudadanía de muchos de estos SE.

Los SE hacen explícita la estrecha dependencia del bienestar humano de la naturaleza y enfatizan la necesidad de tomar decisiones que garanticen el continuo flujo de SE. Este concepto y su marco conceptual ha mostrado la capacidad de facilitar el diálogo entre personas con aptitudes diferentes hacia la conservación de la naturaleza, ya que pone de manifiesto los beneficios tanto ambientales, como sociales y económicos de la conservación de la biodiversidad (Lau et al., 2018). Desde que en el año 2005 se llevó a cabo la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), un proyecto científico internacional que evaluó el estado de los SE suministrados a nivel mundial poniendo de manifiesto la necesidad de hacer frente a la degradación de los ecosistemas, el concepto de SE ha cobrado relevancia mundial a nivel tanto científico como político (Perrings et al., 2011); sin embargo, sigue siendo un concepto desconocido para gran parte de la ciudadanía. La interiorización de este concepto y su marco conceptual por la ciudadanía es clave para realizar el cambio social necesario para avanzar hacia un mundo más sostenible (Costanza et al., 2017). Para concienciar a la sociedad de la importancia de la conservación de la naturaleza para nuestro bienestar, es necesario dar más pasos, no solo a nivel científico y político, sino también en el ámbito educativo.

El concepto de SE es una herramienta clave para comunicar nuestra dependencia social de los ecosistemas naturales (Torkar y Krašovec, 2019) y, por lo tanto, tiene un alto potencial didáctico (Rodríguez-Loinaz et al., 2017). Impulsar procesos de enseñanza-aprendizaje sobre los beneficios que nos aporta la biodiversidad puede ayudar a los niños y niñas, jóvenes y adultos a realizar un análisis crítico de la realidad y a tomar decisiones responsables. Aumentar la concienciación y la comprensión del concepto de SE a través de los procesos de enseñanza puede contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ayudando a los y las estudiantes a comprender la estrecha relación entre la protección de la naturaleza y el bienestar humano y proporcionándoles argumentos sólidos para defender la conservación de la naturaleza y la sostenibilidad (Rodríguez-Loinaz y Palacios-Agundez, 2022). Por otro lado, el concepto de SE, al explicitar la estrecha relación entre los seres humanos y los ecosistemas, puede contribuir a resolver algunas de las limitaciones de los modelos educativos que se utilizan actualmente en la enseñanza de las ciencias ambientales, como el modelo del “Sistema Humano y Natural Acoplado” (*Coupled Human Environment Systems*), donde los seres humanos, aunque están conectados, son una unidad separada del medio ambiente (Ruppert y Duncan, 2017).

Ya se están dando pasos para incluir la enseñanza de los SE en los currículos escolares. Por ejemplo, el concepto de ES se incluyó en la idea central disciplinar “Biodiversidad y Humanos” de los *Next Generation Science Standards* (NGSS) (NGSS Lead States, 2013) y en los objetivos de aprendizaje de la Educación para los ODS (UNESCO, 2017). Sin embargo, el concepto es reconocido como relativamente nuevo por la comunidad de docentes (Rodríguez-Loinaz et al., 2017). Por ello, la inclusión de la enseñanza de los SE en la formación inicial de maestros es clave.

El objetivo de este estudio es analizar si la enseñanza de este concepto y su marco conceptual contribuye a visibilizar y valorar beneficios de la naturaleza no percibidos a primera vista. Para ello, se ha analizado qué beneficios de la naturaleza percibe el profesorado en formación y si conoce el concepto de SE y, posteriormente, si después de una intervención didáctica el profesorado en formación valora los SE menos tangibles.

METODOLOGÍA

Descripción de la muestra

La muestra de estudio estuvo compuesta por 98 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), con edades comprendidas entre los 18 y 21 años. El estudio se llevó a cabo en el contexto de una asignatura del primer curso enfocada a la didáctica de las Ciencias Experimentales. En el estudio participaron estudiantes de dos años académicos (2020-2021 y 2021-2022).

Recolección de datos

Los datos presentados en este estudio se obtuvieron a partir de dos cuestionarios *ad hoc*, un pre-test, realizado previamente a una la intervención didáctica sobre los SE (adaptada de Loinaz-Rodríguez y Palacios-Agundez, 2022), y un post-test, realizado tras la misma.

Antes de comenzar la intervención didáctica las y los estudiantes respondieron a un cuestionario con el objetivo de analizar sus conocimientos previos. El cuestionario estaba estructurado en tres partes. En una primera parte se les preguntaba acerca de los ecosistemas de su región y sobre la necesidad de protegerlos o no. En la segunda parte, se les pedía que identificasen los beneficios que dichos ecosistemas brindaban a las personas y que los valorasen en una escala del 1 al 5 en función su contribución al bienestar humano (1: muy baja; 5: muy alta). En la tercera parte, se les preguntaba específicamente por el concepto de SE: si lo habían oído alguna vez y, en su caso, dónde.

Tras la intervención didáctica se pasó otro cuestionario para evaluar los resultados de aprendizaje. Dicho cuestionario constaba de dos bloques. En un primer bloque se les volvía a preguntar sobre la necesidad de proteger o no los ecosistemas de su región. En la segunda parte se les pedía que valorasen cada uno de los SE trabajados en la intervención didáctica de acuerdo a su contribución al bienestar humano (1: muy baja; 5: muy alta). En la intervención didáctica se trabajaron los 21 SE descritos por Onaindia et al. (2015).

En este estudio se presentan los resultados correspondientes a la segunda y tercera parte del pre-test y la segunda parte del post-test.

Análisis de datos

Para realizar la comparación de las valoraciones asignadas por el alumnado a los beneficios identificados, sin disponer de una lista preestablecida, previamente a la intervención y las valoraciones asignadas tras la intervención a los SE trabajados, cada uno de los beneficios identificados en el pre-test fueron asignados a uno de los SE trabajados en la intervención y listados en el post-test (ej: “Mantienen nuestra cultura” en el pre-test fue asignado a “Identidad cultural y sentido de pertenencia”) (NOTA: beneficios identificados como independientes por el alumnado pueden englobarse dentro de un mismo SE. Ej. “1. Leña del bosque; 2. Electricidad de los ríos”; dos beneficios se engloban dentro de un único SE, “Energías renovables”).

RESULTADOS

El análisis de los resultados mostró que el 83% del alumnado no había oído nunca el concepto SE. Respecto a los beneficios que ofrecían los ecosistemas del entorno, previamente a la intervención didáctica, cada alumno y alumna identifico entre 0 y 9 beneficios ($M= 4.3$). Estos beneficios se englobaban dentro de 15 de los 21 SE considerados en este estudio (Fig. 1), siendo los servicios más visibles los servicios de provisión: provisión de alimentos (56%), de agua dulce (40%), de materias primas (37%)

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

y de energía (30%) (Fig. 1). Dos servicios de regulación, regulación de la calidad del aire (37%) y regulación climática (29%), y uno cultural, recreo (27%), también fueron percibidos por cerca de un tercio del alumnado (Fig. 1).

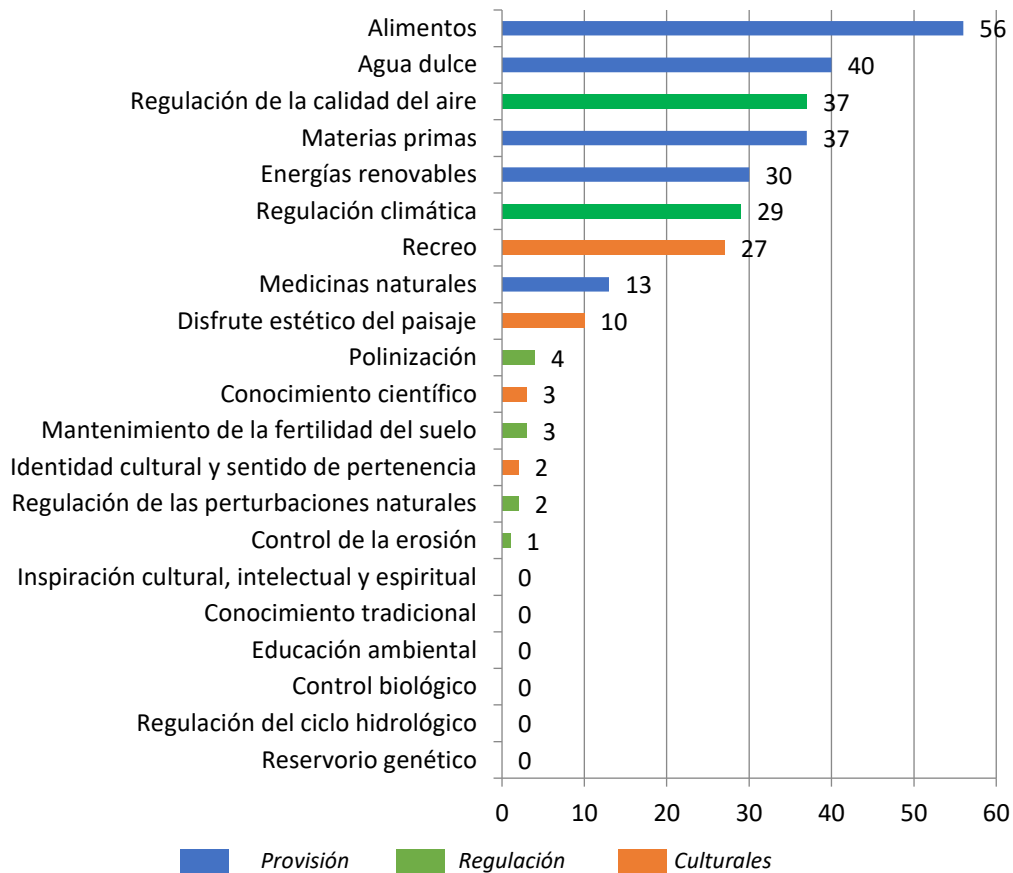


Figura 1. Número de estudiantes que identificaron cada SE en el pre-test.

Respecto a la valoración realizada en función de la contribución de los SE al bienestar humano, los SE que eran visibles para parte del alumnado previamente a la intervención didáctica (ej: alimentos, agua dulce, regulación de la calidad del aire, recreo) obtuvieron una valoración similar tanto antes como tras la intervención (Fig.2). Respecto a los SE que no fueron visibles para el alumnado previamente a la intervención, todos ellos fueron muy valorados tras la misma (ej: control biológico - $M= 4.3$; regulación del ciclo hidrológico - $M= 4.3$, reservorio genético - $M= 4.1$). En lo referente al tipo de servicios, tanto antes como después de la intervención, los servicios menos valorados fueron los servicios culturales (Fig. 2).

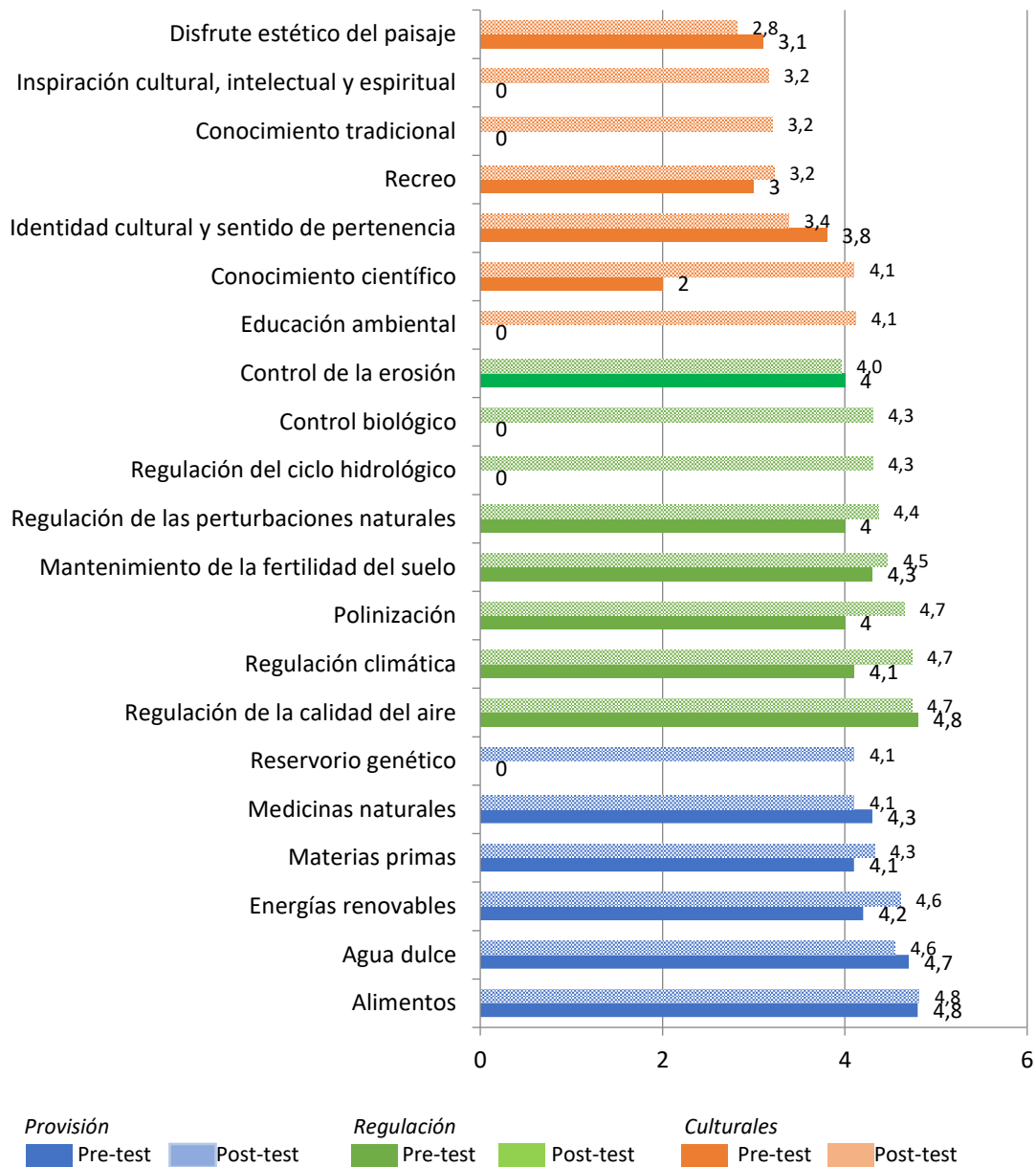


Figura 2. Valor medio dado por el alumnado a los SE en el pre-test y el post-test.

CONCLUSIONES

Conocer y valorar los ecosistemas, así como los beneficios que estos nos brindan, es imprescindible para tomar decisiones adecuadas sobre el medio ambiente. Los resultados de este estudio han mostrado que los maestros y maestras en formación, no solo no han oído nunca el concepto de SE, sino que no visibilizan a priori muchos de los servicios prestados por los ecosistemas de su entorno. Esto hace que tengan una visión sesgada de la naturaleza y la importancia de su conservación. Previamente a la intervención didáctica los y las estudiantes identificaron principalmente servicios de provisión, siendo los dos servicios más mencionados suministro de agua y de alimento. Esto coincide con los resultados de otros estudios (Alonso y Gutiérrez, 2017). La mayor visibilización de los servicios de provisión es debida en gran parte a que se tratan de beneficios directos que se encuentran incluidos en el sistema de mercado, mientras que los servicios de regulación y culturales son servicios indirectos no incluidos, generalmente, en el mercado. Esta falta de visibilización y valorización de la mayoría de los servicios de regulación y culturales

es la que ha llevado a priorizar en el modelo de desarrollo actual los servicios de provisión, como son la extracción de madera o la producción de alimentos (los cuales a menudo producen un gran impacto en el medio ambiente), a expensas de los servicios de regulación y culturales, así como de la propia biodiversidad (Geneletti, 2013).

Estos resultados refuerzan la necesidad de incluir la enseñanza de los SE en la formación inicial de maestros y maestras. Al enseñar el concepto de SE, las y los futuros docentes serán más conscientes de las contribuciones beneficiosas que la naturaleza proporciona a las personas y podrán visualizar y valorar muchos SE que antes no percibían, ayudándoles a crear una imagen más amplia del problema de la pérdida de biodiversidad y estimular el pensamiento crítico hacia la sostenibilidad. Esto es fundamental para que el concepto de SE y su marco conceptual calen en la sociedad, ya que la alfabetización científica de los ciudadanos depende en gran medida de los y las profesoras de primaria, convirtiéndolos así en poderosos agentes de cambio (Murga-Menoyo, 2015; UNESCO, 2017).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. L. S. y Gutiérrez, M. R. V. A. (2017). Biodiversity, ecosystem services and teaching: do our students understand how the functioning of ecosystems contributes to human well-being? *Limnetica*, 36(2), 479-490.
- Costanza, R., R. de Groot, L. Braat, I. Kubiszewski, L. Fioramonti, P. Sutton, S. Farber y Grasso, M.. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1–16.
- Díaz, S., J. Fargione, F. S. Chapin III y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* 4(8), 277.
- Geneletti, D. (2013). Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 25-35.
- Lau, J. D., C. C. Hicks, G. G. Gurney y Cinner, J. E. (2018). Disaggregating ecosystem service values and priorities by wealth, age, and education. *Ecosystem Services*, 29, 91-98.
- Millennium Ecosystem Assessment. (MEA) (2005). *Ecosystems and Human Well-being: A Synthesis Report*. Island Press. Washington, DC.
- Murga-Menoyo, M. Á. (2015). “Competencias para el Desarrollo Sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda Global Post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55–83.
- NGSS Lead State. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by States*. National Academies Press. Washington, DC.
- Onaindia, M., I. Madariaga, I. Palacios-Agundez y Arana, X. (2015). *Nature and Human Well-being in Biscay*. University of the Basque Country (UPV/EHU) press. Bilbao.
- Perrings, C., A. Duraiappah, A. Larigauderie y Mooney, H. A. (2011). The Biodiversity and Ecosystem Services Science-Policy Interface. *Science*, 331(6021), 1139–1140.
- Rodríguez-Loinaz, G. y Palacios-Agundez, I. (2022). Teaching ecosystem services: a pathway to improve students’ argumentation in favour of nature conservation and sustainable development? *Journal of Biological Education*, 1-22.
- Rodríguez-Loinaz, G., Palacios-Agundez, I. y Onaindia, M. (2017). Potencial didáctico del concepto “servicios de los ecosistemas”. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 861-868.
- Ruppert, J. y Duncan, R. G. (2017). “Defining and Characterizing Ecosystem Services for Education: A Delphi Study.” *Journal of Research in Science Teaching* 54 (6): 737–763.
- Torkar, G. y Krašovec, U. (2019). “Students’ Attitudes toward Forest Ecosystem Services, Knowledge about Ecology, and Direct Experience with Forests.” *Ecosystem Services* 37: 100916
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris, France: UNES.

Visión de los primeros auxilios en Educación Infantil por parte de los maestros

Cristina Vallés Rapp¹, M^a Beatriz di Marco Sánchez², Iris Gil Sesma³, Lorena Lage Silla⁴, Raquel Rey Rozas⁵

¹Facultad de Educación de Segovia, Universidad de Valladolid. cristina.valles@uva.es.

²Facultad de Educación de Segovia, Universidad de Valladolid. mariabeatriz.di-marco@alumnos.uva.es.

³Facultad de Educación de Segovia, Universidad de Valladolid. iris.gil@alumnos.uva.es.

⁴Facultad de Educación de Segovia, Universidad de Valladolid.

lorena.lage@alumnos.uva.es.

⁵Facultad de Educación de Segovia, Universidad de Valladolid.

raquel.rey@alumnos.uva.es.

RESUMEN: En la presente comunicación se muestra una investigación que pretende conocer la opinión de los docentes sobre su formación en primeros auxilios, así como comprobar el grado de seguridad e interés que tienen los profesionales para abordar en el aula sobre la respuesta en situaciones de emergencia. La investigación se ha realizado a través de la aplicación de un enfoque mixto y como instrumento de recogida de datos se ha utilizado el cuestionario. La mayoría de los docentes que han participado en el estudio muestran interés por los primeros auxilios y sienten motivación para abordar en la escuela conocimientos relacionados con estos aspectos, sin embargo, no se muestran seguros pues reconocen tener carencias formativas que les limitan su actividad.

PALABRAS CLAVE: Primeros auxilios, profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria, formación del profesorado

ABSTRACT: This communication shows a research that aims to know the opinion of teachers about their training in first aid, as well as to check the degree of safety and interest that professionals have when teaching first aid in the classroom. The research has been carried out through the application of a mixed methodological approach and the questionnaire has been used as instrument as a data collection instrument. Most of the teachers of Early Childhood Education in the study shows interest in first aid and they are motivated in these aspects in school, however, they aren't sure because they have deficiencies.

KEYWORDS: First aid, early childhood education teachers, teacher training

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los primeros auxilios han tomado un papel muy importante en la sociedad. Poco a poco, se ha podido constatar que a diario pueden ocurrir múltiples accidentes para los que toda la ciudadanía debería de estar preparada para intervenir de forma adecuada. Los maestros de Educación Infantil están expuestos a que ocurran ciertos accidentes en el ámbito escolar, por ello deberían estar capacitados para poder responder ante ellos con seguridad.

Por otro lado, los centros escolares destacan como espacios extraordinarios para poder enseñar cómo intervenir en estas situaciones ya que en los centros educativos el

profesorado está en contacto directo con el alumnado para abordar contenidos encaminados a la formación integral del niño. Resulta interesante plantear estos conocimientos desde la etapa de Educación Infantil puesto que en ella comienza la curiosidad por adquirir nuevos conocimientos a través de la experimentación y el juego, por lo que surge un clima de aprendizaje agradable para el alumnado.

Por todo ello, resulta interesante plantear este trabajo, una investigación preliminar sobre la formación del profesorado de Educación Infantil en primeros auxilios y cómo se sienten para abordar esta temática en el aula.

La necesidad de formación en primeros auxilios en el ámbito escolar

De acuerdo con Cano (2018), los primeros auxilios incluyen la atención inmediata que se le da a una persona enferma, accidentada o lesionada en el mismo lugar de los acontecimientos, antes de ser trasladada a un centro asistencial u hospitalario. Por otro lado, Torras (2011) afirma que son “el conjunto de normas de actuación dirigidas a mejorar o limitar el pronóstico de un accidentado. Estas normas deben representarse ante la ausencia de un médico” (p. 397). En este sentido, los primeros auxilios son la atención inmediata de forma no sanitaria que se le ofrece a una persona que acaba de sufrir un accidente o enfermarse, con el fin de mejorar su pronóstico. Según Náyade (2011), una rápida actuación tras un accidente puede llegar a salvar la vida de la víctima o prevenir posibles daños, tanto físicos como psicológicos, por lo que resulta fundamental destacar el importante papel que tienen los primeros auxilios en la sociedad actual.

Todo individuo debería ser capaz de decidir y actuar de manera responsable y con criterio con la finalidad de ayudarse a sí mismo o ayudar a los demás. Por eso, es fundamental que toda la ciudadanía tenga unos conocimientos básicos de primeros auxilios ya que la mayoría de los accidentes ocurren en momentos inesperados y, en muchas ocasiones, la actuación de las personas que se encuentran presentes resulta determinante para salvar la vida (Contreras, 1998). En concreto, los centros educativos son un reflejo de la sociedad por lo que en ellos se pueden producir múltiples accidentes en sus diferentes espacios y momentos, como puede ser durante la práctica de actividad física, las entradas y salidas del aula, los espacios de recreo. Según Martín (2015), la práctica de deporte escolar es la mayor causa de accidentes en el ámbito educativo. Por todo ello, la formación del profesorado y el alumnado en primeros auxilios no puede pasar desapercibida.

Según Feito (2008), “la escuela debe formar personas con capacidad para aprender permanentemente: lectores inquietos, ciudadanos participativos y solidarios, padres y madres implicados, trabajadores innovadores y responsables” (p. 24). Con ello, el aprendizaje de los primeros auxilios potencia el desarrollo autónomo del alumnado como parte activa de la ciudadanía y permite que se desenvuelva con soltura y conocimiento en caso de emergencias. Rodríguez, Ruibal y Toro (2020), señalan que “en el ámbito escolar los primeros auxilios deberán formar parte del bagaje de conocimientos científicos teórico-prácticos que deberán conocer y manejar los docentes, y deberán estar recogidos en el currículum como parte de los aprendizajes que deberán adquirir los alumnos en la escuela” (p. 368).

En este trabajo se trata de conocer la opinión de los maestros sobre su formación en primeros auxilios y descubrir el grado de seguridad e interés de estos profesionales para abordar en el aula conocimientos de primeros auxilios.

METODOLOGÍA

El instrumento de recogida de datos que se ha utilizado en esta investigación es el cuestionario, una herramienta que permite plantear un conjunto de preguntas para recoger información sobre una muestra de personas (Meneses y Rodríguez, 2011). Se ha aplicado una metodología mixta, en la que se combina la recogida de información tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, pues el cuestionario plantea cuestiones cerradas y abiertas.

El cuestionario del presente trabajo se ha creado con la herramienta de formularios de Google Forms y consta de 12 preguntas divididas en tres apartados:

- Datos personales del profesorado participante (preguntas 1-5)
- Opiniones del profesorado sobre formación en primeros auxilios (preguntas 6-9)
- Ideas del profesorado sobre la seguridad e interés para impartir contenidos de primeros auxilios en el aula (preguntas 10-12)

Para la recogida de datos se utilizó el muestreo no probabilístico por bola de nieve. En este caso el cuestionario se presentó a cuatro primeros sujetos y estos a su vez identificaron a más personas que cumplían los requisitos de esta investigación.

La muestra consta de 29 participantes de los cuales 2 son hombres y 27 mujeres. Todos ellos tienen entre 20 y 59 años y viven en distintas comunidades autónomas de España: Andalucía, Castilla y León, Galicia, Comunidad de Madrid y Comunidad Foral de Navarra. Se trata de docentes, en el 62% de los casos son Graduados en Educación Infantil, el 24% posee además otras titulaciones y el 14% restante son Graduados en Educación Primaria. En cuanto a la experiencia docente, el 28% de los participantes presentan más de 20 años de servicio, el 10% entre 15 y 20 años, el 20 % entre 10 y 15 años, el 14% entre 5 y 10 años, mientras que el 28% presentan menos de 5 años de servicio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la formación recibida en primeros auxilios, el 24,14% de los participantes afirman que no han recibido ningún tipo de formación sobre el tema, mientras que el 75,86% afirman que sí han sido formadas en estos contenidos, aunque algunas de ellas señalan que “no mucho” (Tabla 1). Además, algunos maestros consideran que se debería recibir más formación, incluyendo recordatorios y actualizaciones, por lo que estiman que la formación del profesorado en estos contenidos suele tener lugar de manera muy superficial. Estos datos no concuerdan con otras investigaciones anteriores, Gaintza y Velasco (2017) afirman que el 54% de los docentes sí han recibido formación, también Alba (2015) señala que el 46,67% de los docentes de Educación Infantil de la muestra sí ha recibido formación en primeros auxilios.

Tabla 1. Formación recibida sobre Primeros Auxilios por parte de los participantes

HAN RECIBIDO FORMACIÓN EN PRIMEROS AUXILIOS (%)			
SÍ		NO	
24,14		75,86	
CÓMO HA SIDO LA FORMACIÓN (%)			
UNIVERSIDAD	CURSOS DE FORMA VOLUNTARIA	OTROS	NO CONTESTA
3,44	34,48	34,48	27,50

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

Los participantes de este estudio afirman que la formación es recibida por diferentes cauces, lo más destacado es la formación en cursos en los que se han apuntado de manera individual y por voluntad propia, pues es la opción que señalan casi el 40% de las personas, mientras que otras opciones como la formación del centro, la formación de funcionarios o en la universidad no tienen protagonismo (Tabla 1).

En Martín (2019), se puede apreciar un estudio realizado a las 60 universidades españolas que ofertan el grado de Educación Infantil en sus planes de estudio, y se constata que solo 23 de ellas ofertan una asignatura relacionada con la formación del profesorado en primeros auxilios. Como excepción se encuentra tanto la Universidad de las Palmas de Gran Canaria como la Universidad Autónoma de Madrid, ya que ofrecen contenidos sobre primeros auxilios en dos de sus asignaturas. También se han encontrado algunas experiencias innovadoras en la formación de maestros abordadas de forma interdisciplinar (Vallés, Gil y López, 2016).

Desde una perspectiva docente, la formación del profesorado en materia de primeros auxilios debe ir más allá de la etapa universitaria aprovechando oportunidades de actualización y ampliación de conocimientos. En esta línea, una propuesta adecuada contemplaría que los propios centros educativos impartiesen determinadas sesiones destinadas a la formación del equipo docente y no docente.

Entre las personas que sí han recibido formación, 19 han reconocido que sus conocimientos han sido útiles, algunos participantes se limitaron en contestar afirmativamente mientras que otros señalaron razones como:

“Sí, para saber cómo reaccionar”; “Sí, aunque creo que es formación que debería hacerse obligatoria de vez en cuando para recordar”; “Sí, para atragantamientos”; “Sí, para estar preparado frente a cualquier situación o complicación que pueda darse en el aula”; “Sí, he puesto en práctica en muchas ocasiones lo aprendido”; “Sí, toda una materia dedicado a ello”, “En todas las etapas es fundamental...” y “Sí, fue un curso muy práctico que luego he podido llevar a la práctica en caídas de patio, por ejemplo”.

Por otro lado, se han encontrado respuestas en las que el profesorado refleja que no ha aplicado los conocimientos porque no se han presenciado situaciones que lo hayan requerido, pero que lo valoran positivamente. En estas afirmaciones se aprecia que se agradece no haber tenido que hacer uso de estos aprendizajes porque afortunadamente no ha surgido la necesidad de ponerlos en práctica. Algunos testimonios reflejan estas ideas:

“No la he necesitado por el momento”; “Gracias a Dios... no”; “Gracias a Dios no he tenido ningún caso gravísimo, algún problema pero bien”; “He tenido la suerte de no tener que ponerla en práctica, pero me parece algo esencial”

Según los resultados señalados, la formación en primeros auxilios ha sido útil para la mayoría de los encuestados, aspecto que coincide con otras investigaciones en las que el 80% de los profesores reconocen haber empleado sus conocimientos en primeros auxilios en situaciones reales (Joseph et al., 2015). Por último, todas aquellas personas que no han recibido ningún tipo de formación en primeros auxilios confirman que les gustaría recibirla.

En lo relativo a la necesidad de impartir contenidos relacionados con los primeros auxilios en las aulas de Educación Infantil las 29 personas han contestado que sí (Tabla 2), ya sea en su propia formación como docentes con respuestas como “sí, siempre es bueno saber actuar a tiempo y cómo hacerlo” o “sí, porque te puede

pasar cualquier cosa en el aula” o en la formación del alumnado como “sí, que aprendan conceptos básicos como pedir ayuda o llamar al 112”. Estos datos coinciden con el estudio realizado en Romón (2017), en el que un 60% de los docentes le dieron importancia a impartir estos contenidos, mientras que un 37,1% consideró que es bueno conocer ciertos aspectos y, tan solo un 2,9% opinó que este contenido carecía de importancia.

Tabla 2. Necesidad y seguridad para impartir conocimientos de primeros auxilios en Educación Infantil

CONSIDERA NECESARIO IMPARTIR CONOCIMIENTOS SOBRE PRIMEROS AUXILIOS EN EDUCACIÓN INFANTIL (%)		
SÍ	NO	
100	0,00	
MUESTRA SEGURIDAD PARA IMPARTIR CONTENIDOS SOBRE PRIMEROS AUXILIOS (%)		
SÍ	NO	OTRA
28	55	17

El Real Decreto 122/2007, de 27 de diciembre, por el que se establece el currículo del segundo ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad de Castilla y León no muestra ningún objetivo, contenido o criterio de evaluación relacionado con primeros auxilios, lo que supone una demostración de la poca importancia que se otorga a estos contenidos en la legislación. Sin embargo, muchos estudios avalan la necesidad de que el alumnado tenga una formación para actuar ante cualquier urgencia y debería ser una asignatura de obligado cumplimiento en los centros escolares (Ammirati et al., 2014; Campbell, 2012).

En cuanto a la capacidad para abordar estos aspectos en el aula el 55% de los encuestados no siente la seguridad suficiente para impartir contenidos de primeros auxilios en las aulas de Educación Infantil, aportan argumentos como “nunca he tenido formación” o “debería impartirlos un profesional sanitario”, atendiendo a una falta de conocimientos sobre el tema debido a una escasa formación. En contraposición a estos hallazgos, el 28% de las respuestas se sienten seguros, aunque 2 personas añaden matices como “tendría que volver a recordar/leer”, “contenidos básicos” (Tabla 2).

Por último, existe un 17% de los participantes que aportan respuestas de otro tipo que consideramos relevantes para tratar de manera particular. Estas 5 personas aportan comentarios como “depende de la situación”, “más o menos” o “más o menos, algo porque no estoy bien formada”. En este sentido, destaca que los maestros no sienten la seguridad suficiente para impartir estos contenidos en el aula de Educación Infantil con soltura y comodidad debido a una falta de formación o la incertidumbre sobre los momentos y situaciones en los que abordarlos. Estos resultados coinciden con Gaintza y Velasco (2017) quienes señalan que, la formación del profesorado, en general, no es adecuada para atender situaciones de emergencia en la escuela. Por otra parte, estudios anteriores que se han centrado en el papel del docente también han constatado la

necesidad de formación por parte de todo el profesorado en primeros auxilios (Sönmez, Uskun y Pehlivan, 2014).

CONCLUSIONES

Los participantes en este estudio, maestros de Educación Infantil y Educación Primaria, muestran una disposición favorable para implementar contenidos de primeros auxilios en las aulas de Educación Infantil, sin embargo, no se sienten lo suficientemente seguros debido a una falta de formación, tanto inicial como permanente en su carrera profesional.

Los maestros consideran esencial la formación en primeros auxilios a través de distintos cauces, consideran que es fundamental que el equipo docente esté lo suficientemente formado y preparado para actuar ante posibles accidentes que puedan surgir en la vida del centro, así como para proporcionar este tipo de conocimientos al alumnado en etapa escolar.

Para finalizar, resulta destacable la importancia de incluir en los Grados de Educación Infantil y en los de centros escolares, para el equipo docente y no docente, formaciones que ayuden a resolver de forma eficiente cualquier situación que se pueda desencadenar en un centro educativo o en cualquier situación cotidiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, R. (2015). Primeros Auxilios dirigidos al personal docente del ámbito escolar. *Revista Educativa Hekademos*, (17), 85-92.
- Ammirati, C., Gagnayre, R., Amsallem, C., Némitz, B., y Gignon, M., (2014). Are Schoolteachers Able to Teach First Aid to Children Younger than 6 Years? A comparative study. *BMJ*, 4 10.1136/bmjopen-2014-005848
- Campbell, S., (2012). Supporting Mandatory First Aid Training in Primary Schools. *Nursing Standar*, 27(6), 35-9
- DECRETO 122/2007, de 27 de diciembre, por el que se establece el Currículo del Segundo Ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad de Castilla y León.
- Feito, R. (2008). Competencias educativas: hacia un aprendizaje genuino. *Andalucía Educativa*, (66), 24-26.
- Gaintza, Z. y Velasco, Z. (2017). Análisis del grado de formación en Primeros Auxilios del profesorado en activo de Educación Infantil y Educación Primaria. *Formación Universitaria*, 10(2), 67-78.
- Martín, R. A. (2015). Educación para la salud en primeros auxilios dirigida al personal docente del ámbito escolar. *Enfermería universitaria*, 12(2), 88-92.
- Náyade, E. M. (2011). *Manual de Primeros Auxilios* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Chile.
- Rodríguez, L., Ruibal, B. y Toro, S. (2020). Los primeros auxilios en el currículo de la educación obligatoria en España. *Revista Técnico-científica del Deporte Escolar, Educación Física y Psicomotricidad*, 6(2), 365-389.
- Sönmez, Y., Uskun, E. y Pehlivan, A. (2014). Knowledge Levels of Pre-School Teachers Related with Basic First-Aid Practices, Isparta Sample. *Turkish Archives of Pediatrics*, 49, 238-246. <https://doi.org/10.5152/tpa.2014.1581>
- Vallés, C., Gil, C. y López, M. A. (2016). Jornadas de soporte vital básico: una experiencia innovadora en la formación de maestros. En J. Tejedor y C. Vallés *Educación y Salud*. Asociación Andrés Laguna para la Promoción de las Ciencias de la Salud.

Visión del Alumnado del Grado de Educación Primaria sobre el Sistema Solar

José Joaquín Ramos Miras¹, Manuel Mora Márquez, Alberto Membrillo del Pozo³, Sebastián Rubio García⁴.

¹ Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. jjramos@uco.es.

² Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. q82momam@uco.es.

³ Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. b72depoa@uco.es.

⁴ Facultad Ciencias Educación. Universidad de Córdoba. sjrubio@uco.es.

RESUMEN: Para diversos autores la presencia de ideas alternativas en el alumnado supone un hándicap a la hora de conseguir un aprendizaje significativo, diversos estudios han mostrado que tanto el profesorado en ejercicio como el profesorado en formación presentan ideas alternativas erróneas que pueden ser transmitidos a su alumnado. Es por ello por lo que se hace necesario estudiar las ideas previas del profesorado en formación para solventarlos y romper así este ciclo. En este estudio se ha encontrado que hasta cerca de un 86% del alumnado de Didáctica de las Ciencias Experimentales presenta ideas alternativas erróneas en relación con las Estaciones y la órbita Terrestre.

PALABRAS CLAVE: Errores conceptuales, Sistema Solar, Profesorado en formación.

ABSTRACT: For different authors, the presence of misconceptions in students is a handicap when it comes to achieving a significant learning. Various studies have shown that both practicing teachers and teachers in training present conceptual errors that can be transmitted to their students. That is why it is necessary to study the misconceptions in teachers in training to solve its and break this cycle. In this study it has been found that up to about 86% of the students of Didactics of Experimental Sciences present conceptual errors in relation to the Seasons and the Earth's orbit.

KEYWORDS: Misconceptions, Solar System, Teacher in training.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del pensamiento de un individuo, desde el punto de vista constructivista supone que la generación de ideas nuevas debe tener un encaje dentro de los modelos mentales del mismo para lograr un aprendizaje significativo. Estos modelos mentales tienen un sentido completo para ellos y ellas, presentando la peculiaridad de ser capaces de explicar con acierto fenómenos de su entorno. Si estos modelos representan conceptos erróneos, que no encajan con el modelo científico, nos encontramos ante errores conceptuales (Brewer 2008, Kallery 2011). Se ha reportado en la bibliografía que estos errores conceptuales representan una barrera para lograr un aprendizaje significativo. Para García y Cubero (2000) el estudiantado de Grados en Educación no es consciente que el ser conocedor de las ideas previas de sus estudiantes suponga una ventaja para conseguir un aprendizaje significativo. La construcción de dichos esquemas mentales por parte del alumnado no solo dependerá de su relación con su entorno, sino también de la influencia de su profesorado.

En relación con el campo de la Astronomía y el conocimiento del Sistema solar se han realizado diversos trabajos que aportan información sobre los errores conceptuales más

frecuentes (ejemplos Vosniadou y Brewer 1992; Varela-Losada et al. 2015, Jiménez-Liso et al. 2018, Slater et al. 2018). En este sentido Sadler (1987) en sus estudios en adolescentes encontró que la gran mayoría de los errores conceptuales e ideas previas en esta área se basaban en los conocimientos adquiridos durante la etapa de educación primaria. Por lo tanto, el profesorado debe estar preparado para identificar y subsanar lo antes posible dichos errores conceptuales (Knowles et al. 2005) para lograr el objetivo de un aprendizaje significativo ya que la enseñanza tradicional, en muchos casos, no hace que el alumnado interiorice las ideas que se les pretenden transmitir (Gil Pérez 1986).

A todo lo anterior, debemos añadir que es difícil que no se presenten errores conceptuales en todas las personas, incluso en individuos que tienen una gran formación académica (Lincon 2019). En este sentido, diversos autores (King 2010, Slater 2010) indican que numerosos docentes en formación presentan los mismos errores conceptuales que su alumnado, lo que limita en gran medida su capacidad para subsanarlos y, además, pueden suponer su transmisión y evitar un aprendizaje significativo.

Por tanto, el objetivo que se plantea en esta investigación es explorar e identificar las ideas previas relacionados con la órbita Terrestre entorno al Sol y las estaciones que presenta el alumnado de 3º del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Córdoba.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó con una muestra de 55 alumnos y alumnas de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales que se cursa en tercero del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Córdoba. Se les pidió que contestaran dos preguntas relacionadas con la órbita Terrestre y las estaciones y que realizaran un dibujo de una forma esquemática su idea de la órbita que describe la Tierra alrededor del sol. Las preguntas fueron:

1. “Respecto a las estaciones del año, señala la afirmación más correcta”. Esta pregunta era cerrada con 4 posibles respuestas:
 - a) Visto desde Córdoba, el próximo 4 de enero, el Sol y la Tierra estarán muy cerca, más que el resto del año.
 - b) La atmósfera y el eje inclinado de la Tierra son responsables de las estaciones.
 - c) Cuando en España es otoño, en Argentina es invierno, ya que hay diferencias de estaciones en los distintos países.
 - d) Todos los planetas tienen estaciones.
2. “Es posible un planeta Tierra en el que no hubiera estaciones a lo largo del año, ¿Qué tendría que pasar?” Esta era una pregunta abierta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran a continuación, respecto a la primera pregunta los porcentajes de las preguntas se muestran en el gráfico 1.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

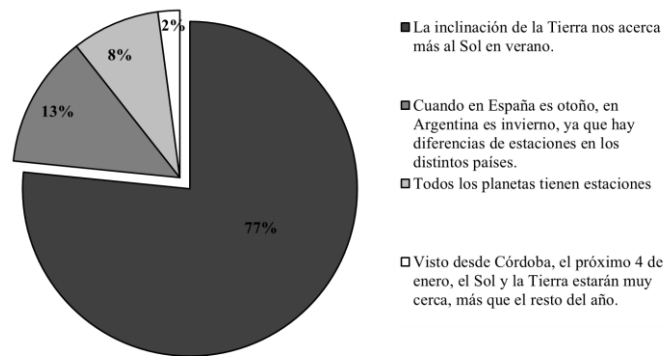


Gráfico 1. Porcentaje de las diferentes respuestas emitidas por el alumnado para la pregunta 1

La mayoría del alumnado (77%) señala que la respuesta más correcta, sería que la que sitúa a la inclinación de la Tierra y su atmósfera como responsables de las estaciones y sólo el 23% da otra respuesta. Esto estaría indicando que la mayoría de alumnado parece tener un concepto claro de a que se deben las estaciones y estaría relacionado con la inclinación del eje de la Tierra. No obstante, para corroborar esto, analizamos las respuestas emitidas en la segunda pregunta (gráfico 2).

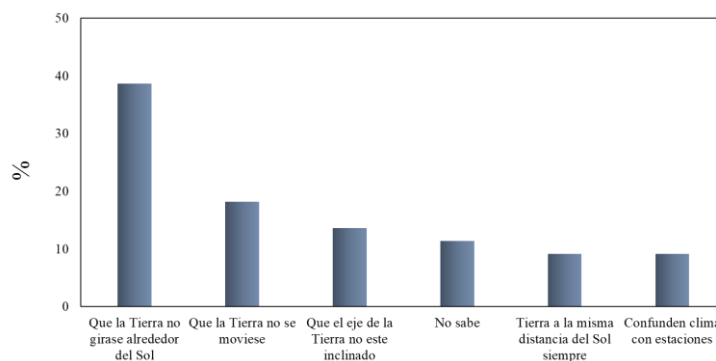


Gráfico 2. Porcentaje de las diferentes respuestas emitidas por el alumnado para la pregunta 2

Si estudiamos las respuestas emitidas por el alumnado podemos observar que alrededor del 40% del mismo entiende que para que no hubiera estaciones la Tierra no debería girar alrededor del Sol, casi un 20% llega a afirmar que la Tierra no debería moverse, un 26% emite diferentes respuestas, incluyendo aquellas que confunden climas con estaciones (gráfico 2) y sólo un 14% indica que el eje de rotación de la Tierra no estuviera inclinado. Por tanto, como podemos observar, solo un 14% del total del alumnado ofrece una respuesta acertada a esta cuestión, lo que contrasta con los resultados obtenidos en la pregunta anterior y podría indicar la existencia de ideas previas erróneas en un alto porcentaje en el alumnado de esta asignatura, en este ámbito de conocimiento.

Siguiendo a Ehrhen (2009) y Martin del Pozo (2013) la representación mediante la realización de dibujos el alumnado muestra sus ideas previas sobre un tema, siendo por tanto un método muy efectivo para este propósito. Si analizamos los dibujos realizados por el alumnado respecto a la trayectoria de La Tierra alrededor del Sol, los hemos agrupado en aquellos que representan una órbita circular y aquellos que representan una órbita más o menos esférica. Un 66% del alumnado representa la órbita perfectamente circular y solo un 34% representa una órbita relativamente elíptica (Figura 1).

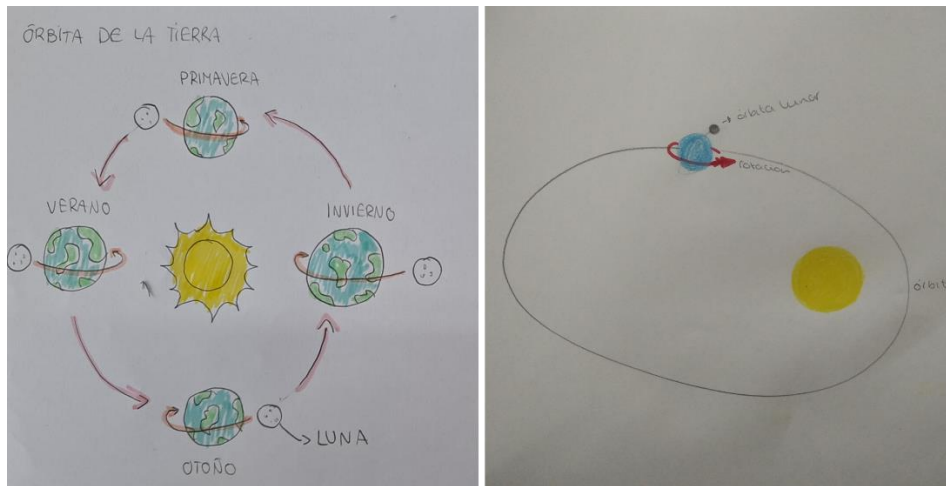


Figura 1. Ejemplos de representación de la órbita Terrestre por parte del alumnado, a la izquierda representación órbita esférica y a la derecha órbita elíptica.

Además, si analizamos otro error conceptual, como es el tamaño de los planetas, solo el 42 % del alumnado intenta representar los planetas a escala independientemente del dibujo de órbita que realizan. Si lo analizamos por órbitas dibujadas, el 44% del alumnado que ha dibujado una órbita circular intenta una representación a escala de los astros, mientras que para el alumnado que ha dibujado una órbita elíptica este porcentaje cae hasta un 37% (Figura 2).

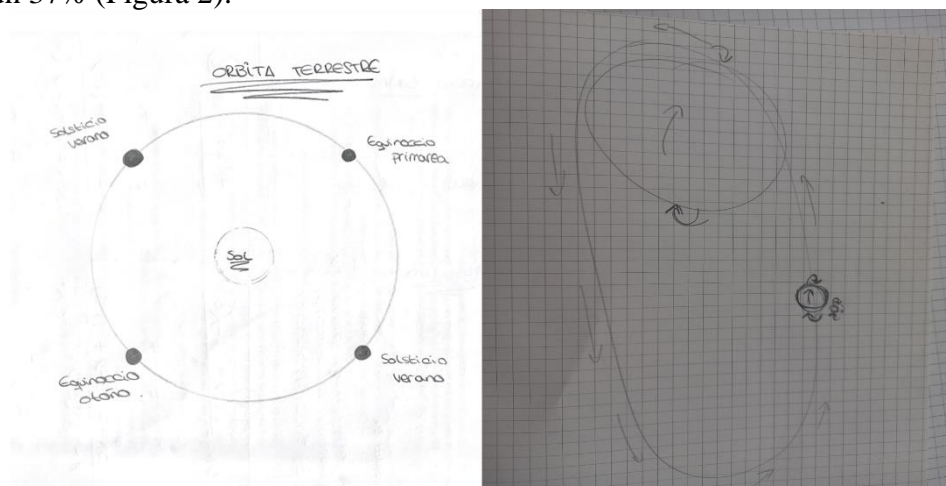


Figura 2. Ejemplos de representación de la órbita Terrestre por parte del alumnado, a la izquierda representación órbita circular y a la derecha órbita elíptica.

Aunque las representaciones intentan aproximar el tamaño relativo de la Tierra y el Sol, los dibujos ni se acerca a una posible escala, por lo que podríamos afirmar que la casi totalidad del alumnado no tiene claro el tamaño de dichos astros, ni posiblemente las enormes distancias que los separan, resultados similares fueron encontrados por Sadler (1998) en alumnado de Ciencias, lo que podría suponer que estos errores se transmitan a su futuro alumnado, siendo además uno de los conceptos que se trabajan en primaria y que, como indica Sadler (1987), muchas de estas ideas se fijan durante dicha etapa educativa.

Por tanto, debemos desarrollar estrategias didácticas para solventarlos en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en esta área de conocimiento, ya que incluso las aplicaciones móviles de realidad aumentada presentan errores conceptuales que

pueden inducir ideas previas erróneas similares a los mencionados en la literatura en sus usuarios (Aydin y Ozcan 2022).

CONCLUSIONES

La presencia de errores conceptuales en el alumnado supone un problema para lograr conseguir un aprendizaje significativo (Allen 2014). El profesorado en formación investigado muestra ideas previas erróneas que pueden alcanzar el 100% en el caso del tamaño relativo de los astros y cerca de un 86 % en relación a las Estaciones y la órbita Terrestre, además presentan carencias destacables relacionadas con sus conocimientos sobre el Sistema Solar. No obstante se hace necesario la realización de estudios cualitativos para explorar las ideas previas del alumnado. Debido a los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos extrapolar que este alumnado podrá transmitir a su futuro alumnado las ideas previas erróneas aquí detectadas.

Todo lo anterior justificaría el diseño de intervenciones didácticas efectivas como la desarrollada por Armario-Bernal et al. (2021), para detectar y solventar estas ideas previas en el profesorado en formación, no solo en este ámbito del conocimiento, sino en todos los demás y ser capaces de transmitir a este alumnado en formación la necesidad del conocimiento de las ideas previas de su futuro alumnado y partir de ellas para lograr un aprendizaje significativo (Gess-Newsome 2001).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, M. (2014). *Misconceptions in Primary Science*.(2nd Edition). McGraw-Hill.
- Armario-Bernal, M., Jiménez-Tenrio, N., María Oliva J. (2021). La interpretación del fenómeno de las mareas como foco para el diseño de una propuesta didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3802. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3802.
- Aydin, M. y Ozcan I (2022). Evaluating the content accuracy of augmented reality applications on the Solar System. *Physics Education*, 57(3), 1-12.
- Brewer, W. F. (2008). Naïve theories of observational astronomy: review, analysis and theoretical implications. En S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 155-04). Routledge.
- Ehrlén, K. (2009). Drawings as Representations of Children's Conceptions. *International Journal of Science Education* 31, 41-57. <https://doi.org/10.1080/09500690701630455>.
- García, J. E. y Cubero, R. (2000). Constructivismo y formación inicial del profesorado. Las concepciones de los estudiantes de Magisterio sobre la naturaleza y el cambio de las ideas del alumnado de Primaria. Estudio de caso en formación del profesorado. *Investigación en la Escuela* 42, 55-65. <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2000.i42.05>.
- Gess-Newsome, J. (2001). The Professional Development of Science Teachers for Science Education Reform: A Review of Research. En J. Rhoton & P. Bowers (Eds) *Professional Development Planning and Design*.(pp 91-100).NSTA Press.
- Gil-Pérez, D. 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas* 4 (2), 111-121. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50876>.
- Jiménez Liso, M., Martínez Chico, M., López-Gay, R., Castillo Hernández, F.J. 2018. ¡Aún no es otoño porque no se han caído todas-todas las hojas! Propuesta de cambio de contenidos sobre las estaciones. *Aula de Innovación Educativa* 277, 28-33.
- Kallery, M. (2011). Astronomical concepts and events awareness for young children. *International Journal of Science Education*, 33, 341-369. <https://doi.org/10.1080/09500690903469082>.
- King, C.J.H. (2010). An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales, *International Journal of Science Education*, 32(5), 565-601. <https://doi.org/10.1080/09500690902721681>.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Knowles, M., Holton, E. F., Swanson, R. A. (2005). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development*. 6ª edición. Elsevier.
- Lincon, D. (2019). *Understanding the Misconceptions of Science*. The Great Courses.
- Martín del Pozo, R. et al. (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Gamar.
- Sadler, P. M. (1987). Misconceptions in astronomy. Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY: Cornell University.
- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(3), 265-296. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199803\)35:3<265::AID-TEA3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199803)35:3<265::AID-TEA3>3.0.CO;2-P).
- Slater, T.F. (2010). Engaging students' astronomical thinking with metacognitive visual literacy tasks. *The Physics Teacher* 48, 618-619. <https://doi.org/10.1119/1.3517037>.
- Slater, E. V., Morris, J. E., McKinnon D. (2018). Astronomy alternative conceptions in pre-adolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education* 40(17), 2158-2180. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1522014>.
- Varela-Losada, M.M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, M., Arias-Correa, A. (2015). Concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21, 799-816. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150040002>
- Vosnidau, S. y Brewer W.F. (1991). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology* 24 (4), 535-585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W).

Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en graduados de ciencias que ingresan en el Máster de Secundaria

Juan José Vicente¹, Natalia Jiménez-Tenorio², José María Oliva³.

¹ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz. juanjose.vicente@uca

² Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz. natalia.jimenez@uca.es

³ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN: En esta comunicación se estudian las visiones sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) en graduados en titulaciones de ciencias que ingresan en el Máster en Educación Secundaria de la Universidad de Cádiz (MAES) en las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología. Para ello, se emplea un cuestionario abierto que incluye cuestiones referidas tanto a aspectos epistémicos como de la sociología de la ciencia. Este estudio forma parte de la fase de diagnóstico para el diseño e implementación de una propuesta didáctica sobre NdC. Los resultados obtenidos son coincidentes con los de otros trabajos, y revelan que los alumnos mantienen, una visión poco formada con respecto a los aspectos epistémicos de la NdC y visiones más eclécticas sobre sus aspectos sociológicos. No se obtuvieron diferencias significativas en función del género, aunque sí en determinados aspectos en función de la especialidad cursada.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial de profesores de secundaria; Complementos de formación; Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria; Naturaleza de la Ciencia.

ABSTRACT: This paper studies views about the nature of science (NOS) of science graduates, who carry out the Master in Secondary Education of the University of Cádiz in the special fields of Physics and Chemistry and Biology and Geology. An open questionnaire is used to explore participants' NOS views. This questionnaire includes questions about both aspects, epistemic and sociology of science. This study belongs to the diagnostic phase of a research of design and implementation of a teaching-learning sequence. The results agree with those of other studies and show that teachers in training have uninformed views of the epistemic aspects of NOS and more varied and complex views about sociological aspects of NOS. Significant differences were not obtained according to gender, although were obtained in certain aspects according to special fields carry out by students.

KEYWORDS: Master of Secondary Education; Nature of Science; Teachers in training; Training supplements.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diagnóstico de las ideas del profesorado sobre la NdC ha sido históricamente una de las líneas de investigación sobre la NdC en la didáctica de las ciencias. En los últimos años han aumentado también los trabajos referidos tanto al diseño como a la experimentación de propuestas didácticas sobre NdC a pequeña escala, es decir, dirigidas

de manera general para contenidos curriculares específicos, en contextos educativos concretos (García-Carmona, 2021).

El trabajo que se presenta en esta comunicación se encuadra en la fase diagnóstica de una investigación de diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) sobre aspectos relativos a la historia y NdC en el marco de la formación inicial del profesorado de ciencia. En el MAES (Máster en Profesorado de Educación Secundaria) de la Universidad de Cádiz, esta enseñanza se aborda para las especialidades de ciencias experimentales, dentro de la asignatura de Complementos de formación disciplinar. Concretamente, en este estudio se analizan las visiones sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) en una muestra de graduados que ingresaban en dicho máster en las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología.

MARCO TEÓRICO

La NdC es un concepto sobre el que existen diferentes posiciones entre el profesorado y la comunidad científica preocupada por problemas epistemológicos y sociológicos (Vázquez et al., 2001). En esta variedad de posiciones se pueden identificar dos posturas (Acevedo 2008): una en la que se identifica la NdC con los aspectos epistémicos de la ciencia, y otra que considera que la NdC es un concepto que engloba además aspectos relativos a la sociología y psicología de la ciencia. De manera general, Acevedo y García-Carmona (2016) identifican la NdC con todo aquello que caracteriza a la ciencia como una forma particular de construcción de conocimiento sobre el mundo físico o natural.

A pesar de estas discrepancias, existe consenso en la didáctica de la ciencia a la hora de considerar la NdC como un conocimiento esencial en la enseñanza de la ciencia, y un pilar de la alfabetización científica-tecnológica (Acevedo et al., 2018). Sin embargo, a la hora de conceptualizar la NdC estas diferencias impide que exista un acuerdo sobre qué aspectos de la NdC deberían enseñarse y como se podrían incluir en un currículo escolar de ciencia. Pero no ha impedido que se hayan realizado intentos para alcanzar acuerdos sobre la NdC en la enseñanza de las ciencias, que han sido revisados y discutidos por Vázquez y Manassero (2012). En estos intentos se aprecia una prevalencia de los aspectos epistemológicos referidos a la naturaleza del conocimiento científico, aunque en la actualidad los factores no epistémicos están recibiendo una creciente atención como objeto de enseñanza de la NdC (Aragón-Méndez et al., 2019).

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Preguntas de investigación

El estudio realizado se articula alrededor de las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué visiones sobre la NdC presentan los graduados que ingresan en el MAES?
2. ¿Existen diferencias en esas visiones en función del género?
3. ¿Existen diferencias en función de la especialidad?

Participantes

La muestra estuvo integrada por 36 graduados; en concreto, la totalidad de participantes de especialidades de ciencias en el MAES de la Universidad de Cádiz durante el curso 2018/2019. De ellos, 18 (4 hombres y 14 mujeres) procedían de la especialidad de Física y Química, y 18 (7 hombres y 11 mujeres) de la de Biología y Geología.

Instrumentos

Como instrumento para recabar información sobre las posiciones iniciales de los alumnos respecto a aspectos relacionados con la NdC, se ha diseñado un cuestionario que incluye los principales acuerdos sobre los aprendizajes deseables para el alumnado en torno a dicho tema hallados en la bibliografía (Fernández et al., 2002; Gil, 1993; Hodson, 1986; Lederman, 2007; Manassero et al., 2001; McComas, 2008; Osborne et al., 2003). El cuestionario fue sometido a la opinión de seis expertos, que introdujeron cambios menores en el cuestionario, y posteriormente a un proceso de pilotaje, con una muestra de estudiantes del tercer curso del Grado en Educación Primaria que permitió evaluar la comprensión de las preguntas por parte de los alumnos y el tiempo de respuesta del mismo. El cuestionario definitivo consta de 10 preguntas abiertas en el que los estudiantes deben argumentar sus visiones respecto a los siguientes dimensiones de la NdC: a) concepción del método científico; b) diferencias entre ley y teoría; c) relación entre la realidad y el conocimiento; d) carácter definitivo/provisional del conocimiento; e) objetividad y discrepancia en la ciencia; f) papel del trabajo colectivo en la ciencia; g) papel de la mujer en la ciencia; h) estatus de la tecnología respecto a la ciencia; i) participación y control social de la ciencia.

Procedimiento de análisis

Para analizar la información obtenida, se realizó un primer análisis cualitativo que permitió obtener una rúbrica inicial con nueve dimensiones de análisis, cada una de ellas compuesta por cinco categorías o niveles: dos de ellos que recogían visiones ingenuas con distinto grado de elaboración, otros dos que representaban visiones formadas con mayor o menor grado de aproximación a visiones consideradas adecuadas desde el punto de vista de los consensos contemplados, y otro más que se correspondía con una posición intermedia o de transición. No obstante, un estudio más amplio realizado en paralelo, mediante técnicas de análisis cuantitativo basadas en la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), puso de manifiesto que nuestra capacidad de discriminación no alcanzaba más allá que distinguir un máximo de tres niveles distintos, lo que aconsejó la conveniencia de refundir niveles, configurando así una rúbrica final con solo tres categorías (Tabla 1).

Tabla 1. Rúbrica elaborada para analizar el cuestionario.

DIMENSIÓN NdC	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
La investigación científica. Sobre el "método científico"	Proceso rígido, que parte de la observación y la experimentación. Método único	Se sigue aceptando una versión positivista del trabajo científico aunque se duda ya de la idea de método único	Se rechaza de forma explícita la idea de un método científico único y universal
El conocimiento científico: leyes y teorías	La ley es una teoría demostrada.	Se rompe con la identificación de ley como teoría comprobada, pero no se articula una diferencia. Se confunden términos como explicar y describir, o el "porqué" y el "cómo".	Ley y teoría se diferencian. Se atribuye a las leyes una función descriptiva y a las teorías una explicativa
El conocimiento científico: realidad vs. construcción	El conocimiento científico como reflejo de la realidad y algo verdadero	El conocimiento científico es real y verdadero pero incompleto. Nos acercamos a la realidad con el tiempo	El conocimiento se distancia de la realidad al considerarse el resultado de un proceso de construcción personal y social
Los cambios en las ciencias	La ciencia no evoluciona o evoluciona solo hasta cierto punto	La ciencia evoluciona de manera lineal y acumulativa	La ciencia nunca es definitiva. Evoluciona gradualmente y a través del

DIMENSIÓN NdC	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
			descarte y ruptura con ideas anteriormente era aceptadas
Objetividad en la ciencia. Discrepancias y controversias científicas	Objetividad absoluta / discrepancia entre científicos porque uno de ellos está equivocado	La ciencia como algo teóricamente objetivo pero que a veces no lo es por la condición individual humana	Se apunta hacia factores epistémicos y/o no epistémicos como factores que pueden explicar las discrepancias y controversias científicas
La ciencia y los científicos (sociología interna). El papel del trabajo colectivo	Negación/escepticismo o falta de argumentación sobre el papel del trabajo colectivo en la ciencia	El trabajo colectivo se reduce a la idea de construcción de la ciencia como suma de aportaciones. Cada científico se apoya en el trabajo de los anteriores	El trabajo colectivo implica reparto y complementariedad de esfuerzos: proyectos, grupos de investigación, publicaciones, congresos, debates, comunidad científica...
La ciencia y los científicos (sociología interna). El papel de la mujer en la ciencia	Respuesta descriptiva sobre el escaso papel histórico de la mujer pero sin ningún argumento	Discriminación social y psicológica de la mujer. Escaso efecto llamada por falta de referentes	Además de la discriminación social y psicológica se habla de la invisibilización de la mujer y de discriminación durante la carrera científica
Relación Ciencia-Tecnología (sociología externa)	Se establece subordinación de la tecnología con respecto a la ciencia	Se empieza a cuestionar una relación de estricta subordinación de la tecnología con respecto a la ciencia. Así, se reconoce que en tecnología también se investiga	No se identifica la tecnología como "ciencia aplicada", reconociendo una relación simbiótica entre ciencia y tecnología, de ayuda mutua y con semejante estatus.
Participación ciudadana, control social de la ciencia y limitaciones de la ciencia (sociología externa)	Escepticismo o falta de argumentación sobre el papel de la ciudadanía en el abordaje de los problemas de la humanidad en CyT	Se percibe el papel de la ciudadanía en los problemas de la humanidad que afectan a la CyT, aludiendo solo a acciones individuales de corresponsabilidad personal	Se considera crucial la participación colectiva de toda la sociedad, apelando a la necesidad para ello de una adecuada alfabetización científica. A veces se alude a los límites de la ciencia

RESULTADOS

De manera general, se observa cómo los futuros profesores poseen una visión positivista con respecto a los aspectos epistemológicos de la ciencia que hacen referencia a la construcción y las características del conocimiento científico. En concreto, el porcentaje más bajo de respuestas informadas correspondientes al nivel III de la rúbrica, se ha observado para las dimensiones relacionadas con la concepción del método científico (0%), la diferencia entre ley y teoría (0%), la relación del conocimiento con la realidad (2,8%) y el carácter provisional o no de este (5,6%). De este modo, casi el 90% de los alumnos conciben el método científico como un proceso rígido, que parte de la observación y la experimentación y, cuyo objetivo final es la obtención de leyes y teorías. Además, el 83,3% de los alumnos tienen dificultades para definir estos productos de la ciencia, y establecen una relación jerárquica entre ellas, de manera que conciben las leyes como teorías comprobadas experimentalmente. Para casi el 70% de los alumnos el conocimiento científico es real y verdadero, aunque incompleto, y el conocimiento científico se va acercando a la realidad con el tiempo, de hecho, para el 83,3% de ellos este avance o evolución de la ciencia ocurre de manera lineal y acumulativa.

Por otro lado, el porcentaje más alto de respuestas informadas se obtienen para las dimensiones relacionadas con la sociología de la ciencia (interna y externa). De manera

que, el porcentaje de respuestas correspondientes al nivel III de la rúbrica es del 8,3% para el papel del trabajo colectivo en la ciencia, del 13,9% para la relación entre ciencia y tecnología, y del 44,4% para el papel de la mujer en la ciencia. Así, alrededor del 70% del alumnado valora y reconoce la importancia del trabajo colectivo de los científicos, aunque más del 60% lo reduce a la suma de las aportaciones o al apoyo sobre el trabajo de los que nos preceden. En el caso de la relación entre ciencia y tecnología, aunque el 13,9% reconoce una relación simbiótica entre ambas, otorgándoles incluso un estatus semejante, existe un amplio porcentaje de alumnos (63,9%) que describen una relación de subordinación de la tecnología respecto a la ciencia. En relación a la presencia de la mujer en la ciencia, la mitad de los alumnos argumenta un escaso papel debido al rol social atribuido, y un 44,4% aporta además argumentos de invisibilización de su trabajo e incluso apunta, a veces, hacia cierta discriminación dentro de la carrera científica.

El análisis de las visiones sobre NdC de los profesores en formación muestra que no existen diferencias en sus visiones por el hecho de ser hombre o mujer y, que para la mayoría de las dimensiones de la NdC estudiadas, tampoco influye la especialidad por la que se cursa el MAES, excepto para aquellos aspectos relacionados con la objetividad en la ciencia y con el control social y participación ciudadana en la misma. Para estas dimensiones el valor de significación asintótica obtenido con la prueba de U de Mann-Whitney fue de $p=0,007$ y $p=0,003$, respectivamente. Así, la mitad de los alumnos de la especialidad de Física y Química conciben la ciencia como una actividad objetiva en la que no tiene cabida la discrepancia entre los científicos, visión que comparte solo el 11,1% de los alumnos de la especialidad de Biología y Geología, ya que aproximadamente tres de cuatro alumnos de esta especialidad consideran que la ciencia debería ser objetiva pero hay que tener en cuenta la condición individual humana, incluso el 11,1% apunta a factores tanto epistémicos como no epistémicos para justificar que la ciencia no sea objetiva. Sin embargo, son los alumnos de Física y Química los que presentan una visión más elaborada con respecto al control de la ciencia y al papel de la ciudadanía ante la ciencia, de manera que aproximadamente tres de cada cuatro alumnos perciben la importancia de la ciudadanía en los problemas de ámbitos científicos y tecnológico que afectan a la humanidad, aunque solo el 11,1% va más allá de la acción personal individual y contempla la participación como sociedad.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de las visiones sobre NdC de los alumnos del MAES de la Universidad de Cádiz coinciden con los mostrados en otros estudios con profesores de secundaria en formación como el de Acevedo-Díaz y Acevedo-Romero (2002), y con los trabajos de diagnósticos de las concepciones de los alumnos de distintas etapas educativas publicados en la última década (García-Carmona, 2021), predominando las ideas poco informadas sobre los aspectos de la NdC, aunque aparecen de manera minoritaria otras visiones más complejas, como ocurre en nuestro estudio con los aspectos relacionados con la sociología de la ciencia. Por otro lado, tampoco apreciamos diferencias en las ideas en función del género ni de la especialidad, si bien en este caso sí se detectaron diferencias significativas en dos de las nueve dimensiones contempladas. Esto último sugiere que la estructura de la propuesta didáctica a implementar en ambas especialidades no tiene por qué diferir demasiado, aunque sí tener en cuenta los matices comentados, además de adaptarse a las ejemplificaciones pertinentes propias de cada especialidad.

En nuestra opinión, a los graduados en carreras científicas y técnicas, a lo largo de su formación se les han ofrecido pocas oportunidades para reflexionar sobre la propia ciencia, como se construye y cuál es la naturaleza del conocimiento científico. Esta comprensión de la naturaleza de la ciencia por parte de los profesores en ejercicio y en formación, aunque insuficiente, es necesaria para garantizar una enseñanza adecuada de la NdC a sus alumnos, y por tanto consideramos que el estudio de la historia y la NdC es un elemento fundamental para la formación didáctica que se imparte en el MAE. Por ese motivo, los resultados de este estudio no sólo sirven para constatar los obtenidos en otros trabajos, sino que son importantes como uno de los puntos de partida para el diseño y perfeccionamiento de una SEA que permita generar esta reflexión sobre la NdC en los alumnos del MAES de la Universidad de Cádiz.

AGRADECIMIENTO

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., y Acevedo-Romero, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores en Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 29(1), número especial. <https://doi.org/10.35362/rie2912936>
- Acevedo, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), pp. 134-169.
- Acevedo, J. A., y García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- Acevedo-Díaz, J. A., Aragón-Méndez, M. M. y García-Carmona, A. (2018). Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia. *Revista Científica*, 33(3), 344-355.
- Aragón-Méndez, M.M., Acevedo-Díaz, J.A., y García-Carmona, A. (2019). Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 525-555.
- García-Carmona, A. (2021). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década. *Revista de educación*, 394, 241-270.
- 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.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., y Praia, J. F. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Hodson, D. (1986). Philosophy of Science and Science Education. *Journal of Philosophy Education*, 20(2), 215-225.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present and future. En S. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., y Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.5072.9923>

- McComas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science y Education*, 17, 249-263.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., y Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.
- Vázquez, A., y Manassero, M. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31.

LÍNEA 6. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

Simpósios

LÍNEA 6. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

Simposio 1

ASPECTOS AFECTIVOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS:
DIAGNÓSTICO E INTERVENCIÓN CON METODOLOGÍAS DE
APRENDIZAJE ACTIVO

José María Marcos Merino
(Coord.)

Numerosas investigaciones en neurociencia, psicología y didáctica de las ciencias han puesto de manifiesto la relevancia de los aspectos afectivos de alumnos y docentes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias. En este simposio se incluyen 5 comunicaciones que abordan algunos de estos aspectos afectivos (concretamente emociones, actitudes, identidades, autoeficacia y algunos componentes del valor subjetivo como interés, utilidad y coste) hacia las ciencias y su aprendizaje con alumnos de diferentes etapas educativas: Educación Primaria, Educación Secundaria y formación inicial de maestros (estudiantes universitarios del Grado en Educación Primaria). Estos trabajos incluyen investigaciones de diagnóstico, con las que profundizar en el conocimiento del dominio afectivo de estos alumnos hacia el aprendizaje de la ciencia y en su relación con otros factores como su identidad personal, su género y su nivel de formación científica. Asimismo, se incluyen investigaciones de intervención educativa, con las que determinar la influencia de distintas metodologías de aprendizaje activo en estas variables afectivas. Con la realización de este simposio se pretende profundizar en el debate acerca de la relevancia de los aspectos afectivos para la enseñanza de las ciencias, así como en establecer y difundir criterios para su investigación (instrumentos, metodologías de análisis...) e intervención educativa (programas de intervención metacognitiva y metaemocional, metodologías de enseñanza activa...).

Comunicaciones:

- *Actitudes relacionadas con la imagen de la ciencia y la tecnología en estudiantes de educación secundaria.* María Antonia Manassero-Mas y Ángel Vázquez-Alonso (Universidad de las Islas Baleares)
- *Aspectos emocionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias en el medio rural. Conectando las identidades científica y rural.* Ana Isabel Muñoz Domínguez y Pedro Juan Sánchez Gómez (Universidad Complutense de Madrid)
- *Efecto de la indagación confirmatoria y estructurada en las actitudes hacia la ciencia escolar.* Radu Bogdan Toma (Universidad de Burgos).
- *Evolución emocional hacia las ciencias de una muestra de maestros en formación.* Miriam Hernández del Barco, Isaac Corbacho Cuello, Florentina Cañada Cañada y Jesús Sánchez Martín (Universidad de Extremadura)
- *La formación previa y el género modulan el valor subjetivo y las emociones hacia la integración biología-matemáticas.* José María Marcos-Merino, Rocío Esteban Gallego y Jesús Gómez Ochoa de Alda (Universidad de Extremadura)

La formación previa y el sexo modulan el valor subjetivo y las emociones hacia la integración de las matemáticas y la biología

José María Marcos-Merino¹, M^a Rocío Esteban Gallego¹ y Jesús A. G. Ochoa de Alda¹

¹ Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura. jmmarcos@unex.es, rociosteban@unex.es, ochoadealda@unex.es.

RESUMEN: La investigación educativa apoya la necesidad de incluir un enfoque interdisciplinar de las ciencias en los distintos niveles educativos. Entre las barreras para implementar este enfoque se encuentra la relativa a la formación del profesorado y sus emociones. En esta contribución se analiza el efecto de tres variables (programa formativo, estudios previos y sexo) en las subescalas de emociones (positivas y negativas) y de valor subjetivo (interés, utilidad y coste) atribuidos por una muestra de 518 futuros maestros a la enseñanza interdisciplinar de matemáticas y biología. Los resultados revelan que el programa formativo (Grado en Educación Infantil o Educación Primaria) no influye en estas variables afectivas, que sí se ven determinadas por el sexo y los estudios previos: ser mujer y haber cursado Bachillerato no científico están asociadas a más emociones negativas y mayor atribución de coste hacia este enfoque interdisciplinar.

PALABRAS CLAVE: emociones académicas, valor subjetivo, maestros en formación, enseñanza interdisciplinar, sexo, Bachillerato.

ABSTRACT: Educational research supports the need to include an interdisciplinary science approach at different educational levels. Inadequate teacher training and deleterious emotions are barriers against implementing this approach. This contribution analyzes the effect of the undergraduate training program, prior learning, and sex on the self-reported emotions (positive and negative) and values (interest, utility, and cost) towards interdisciplinary teaching of mathematics and biology in a sample of 518 preservice teachers from Childhood or Primary Education. Results showed that emotions and values were not influenced by the undergraduate program but sex and prior learning. Women who lacked STEM training during upper secondary education self-reported more negative emotions and higher costs towards this interdisciplinary approach.

KEYWORDS: academic emotions, subjective task-value, pre-service teachers, interdisciplinary education, sex, Upper-Secondary Education.

INTRODUCCIÓN

En la etapa de Educación Primaria, la enseñanza comienza a subdividirse en distintas materias que alejan a los alumnos de la perspectiva sistémica necesaria para resolver los problemas a los que se enfrenta actualmente la humanidad. Por ello, es preciso aumentar las conexiones entre las diferentes materias, realizando actividades interdisciplinares en la enseñanza de las ciencias que conecten con problemas reales (Labov *et al.*, 2010). Las

matemáticas juegan un papel clave en este proceso, pues permiten a los alumnos utilizar diferentes formas de representar los resultados obtenidos a través de la experimentación (Andrews *et al.*, 2017), una competencia recogida en el currículo de Educación Primaria dentro del Bloque “Iniciación a la actividad científica” de Ciencias Naturales.

La incorporación de las matemáticas a la enseñanza de algunas ciencias como la biología no es un proceso sencillo, ya que, mientras que los estudiantes de todos los niveles educativos suelen describir atracción hacia la biología, describen rechazo hacia las matemáticas (Bursal y Paznokas, 2006). Este patrón sufre, además, de sesgos de género: las mujeres describen más emociones negativas hacia las matemáticas, incluso cuando ambos sexos obtienen las mismas calificaciones (Frenzel *et al.*, 2007). Estas actitudes negativas hacia las matemáticas se observan también en los futuros maestros (Castro, 2007), aquellos que, en su futura acción docente, deberán implementar la enseñanza interdisciplinar ciencia-matemáticas. Además, dado que las emociones experimentadas por los docentes de matemáticas se transfieren a sus alumnos, y que estas sufren de sesgos de género (las futuras maestras transfieren su ansiedad hacia las matemáticas principalmente a sus alumnas) (Frenzel *et al.*, 2007), es importante abordar estos aspectos afectivos desde la formación inicial. Diferentes autores han ligado estas emociones negativas de las futuras maestras a su bajo nivel de formación científica (Bonil y Márquez, 2011). En esta investigación se analiza el efecto de ambas variables (sexo y modalidad de Bachillerato), así como del programa formativo (Grado en Educación Infantil o Educación Primaria), en las emociones y el valor descritos por una muestra de futuros maestros hacia la enseñanza interdisciplinar de matemáticas y biología.

METODOLOGÍA

Muestra

Está constituida por 518 maestros en formación inicial (Universidad de Extremadura). Respecto a su programa formativo, un 68 % cursa el Grado en Educación Primaria, mientras que el resto cursa el Grado en Educación Infantil. La muestra está formada por un 76 % de mujeres. Sólo un 20 % de los participantes cursó un Bachillerato de ciencias.

Instrumento

Se emplean dos cuestionarios autoinformes previamente validados con muestras de maestros en formación (Marcos-Merino, 2020). El cuestionario que mide emociones consta de 10 ítems con los que estimar 5 emociones positivas (alegría, confianza, satisfacción, entusiasmo y diversión) y 5 negativas (preocupación, frustración, incertidumbre, nerviosismo y aburrimiento). Los participantes autoinforman en una escala de Likert (de 1 a 5) sobre la intensidad con la que experimentan o han experimentado cada emoción al emplear las matemáticas en biología. El cuestionario que mide el valor subjetivo hacia el uso de las matemáticas en biología consta de 11 ítems: 4 para estimar el interés, 4 para la utilidad y 3 para el coste. Los participantes autoinforman en una escala de Likert (de 1 a 7).

Análisis estadístico

Los datos se analizan mediante los softwares Jamovi 1.8 y JASP 0.14.1. Se emplea estadística no paramétrica, ya que los datos no se ajustan a una distribución normal, no muestra homogeneidad de varianzas y el tamaño de muestra entre los distintos subgrupos no está equilibrado. Se emplea la prueba U-Mann–Whitney para comparar las medianas

y la ANOVA robusta para identificar las fuentes de diversidad en las varianzas (debidas al programa formativo, sexo o formación científica o no científica previa al Grado). La ANOVA robusta es un estadístico aplicable a datos no paramétricos, con falta de homocedasticidad y con desequilibrio entre subgrupos (Wilcox y Rousseelet, 2018).

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados de la ANOVA robusta, el programa formativo (Grado en Educación Infantil o Grado en Educación Primaria) no es un predictor de las diferencias ni en las subescalas del valor subjetivo (interés, utilidad y coste; p-valor de 0.84, 0.93 y 0.55 respectivamente) ni en las emociones (ni positivas ni negativas, p-valor de 0.20 y de 0.80 respectivamente). Sin embargo, los resultados de la ANOVA robusta sí que identifican a la formación previa como un predictor de la diversidad de las puntuaciones de todas las subescalas tanto del valor subjetivo como de las emociones. Asimismo, revelan que el sexo es un predictor de las diferencias observados en el coste y en las subescalas de las emociones (Tabla 1).

Tabla 1: ANOVA robusta para el efecto del sexo y la formación previa en las subescalas del valor subjetivo y de las emociones atribuidas por los participantes al uso de matemáticas en biología. El efecto se representa mediante el estadístico Q y su significatividad mediante el p-valor. En negrita se resaltan aquellos p-valor<0.01

	Subescalas del valor subjetivo						Subescalas de emociones			
	Interés		Utilidad		Coste		Positivas		Negativas	
	Q	p	Q	p	Q	p	Q	p	Q	p
<i>Sexo</i>	3.1	0.082	0.1	0.721	7.8	0.007	15.4	0.001	19.1	0.001
<i>Formación previa</i>	42.0	0.001	19.0	0.001	22.4	0.001	44.6	0.001	21.5	0.001
<i>Sexo * formación previa</i>	0.12	0.726	0.5	0.472	2.9	0.091	0.1	0.784	0.0	0.907

El interés y la utilidad dependen de la formación previa pero no del sexo (Tabla 1). La prueba U-Mann-Whitney confirma el efecto de la formación previa en estas subescalas positivas del valor (p-valor<0.001): los participantes que estudiaron un Bachillerato de ciencias describen mayores niveles de interés y utilidad hacia el uso de matemáticas en biología (Figura 1). Respecto al coste, a diferencia de lo observado para el interés y la utilidad, el coste atribuido a la integración de ambas disciplinas depende tanto de la formación previa como del sexo. Los resultados de la ANOVA robusta reflejan el efecto de ambas variables por separado, pero no un efecto conjunto (Tabla 1). La prueba U-Mann-Whitney confirma el efecto de la formación previa (p-valor<0.001) y del sexo en el coste (p-valor=0.003). De este modo, los participantes que estudiaron una modalidad de Bachillerato no científica describen más coste hacia el uso de matemáticas en biología. Dentro de cada grupo de estudiantes (Bachillerato científico y Bachillerato no científico), las mujeres describen más coste hacia la integración de ambas disciplinas (Figura 1).

Las emociones también están influidas tanto por la formación previa como por el sexo. Asimismo, al igual que ocurre con el coste, los resultados de la ANOVA robusta reflejan el efecto de estas variables por separado, pero no un efecto conjunto (Tabla 1). La prueba U-Mann-Whitney confirma el efecto de ambas variables (p-valor<0.001). Así, los participantes que cursaron modalidades de Bachillerato no científico describen menos emociones positivas y más negativas hacia la integración matemáticas-biología. Dentro de cada grupo (Bachillerato científico y Bachillerato no científico), las mujeres describen menos emociones positivas y más negativas (Figura 1).

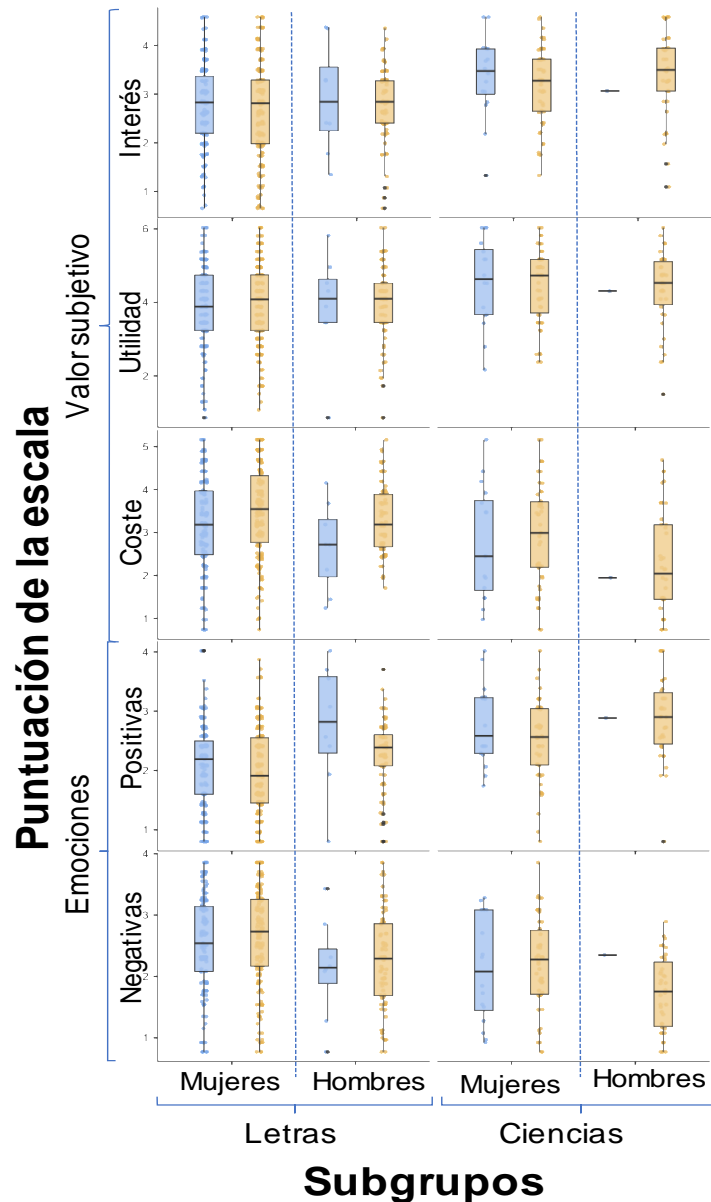


Figura 1. Distribución de las puntuaciones de las subescalas del valor y las emociones. El programa formativo se representa con cajas azules (Infantil) o amarillas (Primaria).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El programa formativo (Grado en Educación Infantil o en Educación Primaria) cursado por los futuros maestros no influye en las emociones y el valor subjetivo atribuidos a la enseñanza interdisciplinar de matemáticas y biología. Este resultado es inesperado, ya que en Educación Infantil la perspectiva integradora es bastante más habitual que en Educación Primaria. Por ello esperábamos que los alumnos atribuyesen más valor a esta formación. Los resultados indican, sin embargo, que las emociones y el valor hacia este enfoque interdisciplinar no están influidas por sus futuras necesidades profesionales.

Los aspectos afectivos sí están influidos por su formación científica previa: los futuros maestros que cursaron modalidades de Bachillerato no científico describen menos emociones positivas, interés y utilidad, y más emociones negativas y coste, hacia la integración matemáticas-biología. Asimismo, las emociones y el coste están también

influidas por el sexo: las mujeres describen menos emociones positivas y más emociones negativas y coste (tanto dentro del grupo de futuros maestros que cursaron un Bachillerato científico como dentro del grupo de aquellos que cursaron modalidades no científicas). La falta de efecto del sexo en las subescalas positivas del valor concuerda con estudios previos que han revelado que la utilidad no sufre de sesgos de género (Chouinard *et al.*, 2007). El efecto del sexo en las emociones y en el coste concuerda con distintos estudios previos que han mostrado que las mujeres expresan peores emociones hacia las matemáticas, incluso si tienen formación científica previa (Frenzel *et al.*, 2007). Estos resultados ponen de manifiesto que tanto la formación científica previa de los futuros maestros como su sexo deben ser tenidos en cuenta en los programas de regulación emocional necesario para mejorar sus emociones y valor otorgados a la enseñanza interdisciplinar de ciencias y matemáticas.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PID2020-115214RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Ayuda a Grupos GR21047 de la Junta de Extremadura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Marcos-Merino, J. M. (2020). *Emociones y aprendizaje en las actividades prácticas de Biología en Educación Primaria y en el Grado de Maestro en Educación Primaria* (tesis doctoral). Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Andrews, S. Runyon, C. y Aikens, M. (2017). The Math–Biology Values Instrument: Development of a Tool to Measure Life Science Majors’ Task Values of Using Math in the Context of Biology. *CBE-Life Sciences Education*, 16(3), 1-12.
- Bonil, J. y Márquez, C. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias?: implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, 307-309.
- Bursal, M., & Paznokas, L. (2006). Mathematics Anxiety and Preservice Elementary Teachers’ Confidence to Teach Mathematics and Science. *School Science and Mathematics*, 106(4), 173–180.
- Castro, C. (2007). La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 355-366.
- Chouinard, R., Karsenti, T., & Roy, N. (2007). Relations among competence beliefs, utility value, achievement goals, and effort in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 77(3), 501–517
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Goetz, T. (2007). Girls and mathematics - A “hopeless” issue? A control-value approach to gender differences in emotions towards mathematics. *European Journal of Psychology of Education*, 22(4), 497–514.
- Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: A new biology education for the twenty-first century? *CBE Life Sciences Education*, 9(1), 10–16.
- Wilcox, R. R., y Rousselet, G. A. (2018). A Guide to Robust Statistical Methods in Neuroscience. *Current Protocols in Neuroscience*, 82(1), 8.42.1-8.42.30.

Actitudes relacionadas con la imagen de la ciencia y la tecnología en estudiantes de educación secundaria

María-Antonia Manassero-Mas¹, Ángel Vázquez-Alonso²

¹Universidad de las Islas Baleares, ma.manassero@uib.es

²Universidad de las Islas Baleares, angel.vazquez@uib.es

RESUMEN: El marco teórico de esta comunicación procede de las investigaciones sobre los aspectos afectivos y las actitudes relacionadas con la ciencia y tecnología (C&T). Se presentan las opiniones de estudiantes de secundaria sobre C&T con el objetivo de comprobar su evolución respecto a las obtenidas hace 20 años. Los resultados confirman una imagen de C&T positiva, junto con los rasgos que concitan mayor aceptación (la importancia para la sociedad, curar enfermedades, crear oportunidades, una vida saludable y el desarrollo de los países) y los rasgos peor valorados (erradicar la pobreza, resolver problemas, ayudar a los pobres, beneficiar a los países desarrollados y confiar en las personas científicas). Las opiniones actuales sobre C&T son mejores que las anteriores, aunque un elemento (ayuda a los pobres) no sigue el patrón general de mejora, y las diferencias de género no son significativas. Finalmente, se discuten algunas recomendaciones para mejorar la educación científica.

PALABRAS CLAVE: Actitudes hacia la ciencia y la tecnología; imagen pública de la ciencia; educación científica y tecnológica.

ABSTRACT: The theoretical framework of this communication is drawn from the research on affective and attitudinal aspects related to science and technology (S&T). The lower secondary students' opinions on S&T are presented with the aim of verifying their evolution in regard to those obtained 20 years ago. The results confirm a C&T positive image, where the most widely agreed traits are the importance of S&T for society, for curing diseases, for future opportunities, for healthy life and for the development of countries; the lowest agreed traits are eradicating poverty, solving problems, helping the poor, benefiting developed countries, and trust in scientists. Current opinions on S&T are better than previous ones, although one item (helping the poor) does not follow the overall improvement pattern and gender differences are not significant. Finally, some recommendations to improve science education are discussed.

KEYWORDS: Attitudes towards science and technology; public image of science; scientific and technological education.

INTRODUCCIÓN Y MARCO DEL ESTUDIO

Hace tiempo que C&T son instituciones sociales que representan factores cruciales del progreso social, tanto para las sociedades desarrolladas como en desarrollo, pues, para todas, C&T pueden aportar respuestas a sus diversas necesidades. Inversamente, el apoyo social hace posible el mantenimiento de las prácticas científicas en los diversos contextos socio-culturales donde C&T se desenvuelven; gobiernos y empresas financian el sistema de C&T y, frecuentemente, afrontan decisiones técnicas o científicas de gran impacto

social (pandemias, medio ambiente, energía, transporte, comunicaciones, etc.), que despiertan en la sociedad legítimas controversias, responsabilidad, interés y deseos de participación en los procesos de toma de decisiones. Por todo ello, la percepción pública de C&T es un tema de relevancia social, pues C&T no solo influyen profundamente en la vida de las personas, sino que necesitan del apoyo social para cumplir sus objetivos de investigación, de avance del conocimiento y de transferencia para el desarrollo. Debido a esta relevancia social, continua y sistemáticamente C&T están presentes en las encuestas de opinión pública, e incluso proliferan los sondeos especializados en C&T. Desde 2002 y cada dos años la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología publica los resultados de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología, que analiza la percepción ciudadana sobre C&T y profundiza el conocimiento de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad y su capacidad para mejorar la calidad de vida; la última informa que los temas de medicina y salud, alimentación y consumo y medio ambiente y ecología reciben el máximo interés, mientras la categoría ciencia y tecnología, separada de los anteriores, ocupa el sexto lugar entre nueve temas (FECYT, 2021).

El eurobarómetro (UE, 2021) ofrece una perspectiva de la opinión de los ciudadanos europeos sobre C&T, donde destaca que una mayoría (86%) piensa que la influencia general de C&T es positiva, muestra un alto nivel de interés por la ciencia y la tecnología (82%), espera que una variedad de tecnologías, tales como energía solar (92%), vacunas y la lucha contra las enfermedades infecciosas (86%) y la inteligencia artificial (61%) tengan en el futuro un efecto positivo, especialmente para la salud, la atención médica y la lucha contra el cambio climático. Además, los europeos más jóvenes tienen el mayor interés en saber acerca de nuevos descubrimientos científico y desarrollos tecnológicos.

El estudio Delphi de expertos del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS, 2021) identifica las cuatro mayores tendencias científico-tecnológicas de la próxima década en la inteligencia artificial, big data e internet de las cosas, avances en biotecnología y biomedicina, sistemas inteligentes y la lucha contra pandemias y enfermedades y las consecuencias e impactos de ellas para la mejora de la salud general de las personas.

En didáctica de la ciencia, la imagen y la percepción pública de C&T se investiga también en el área de las actitudes relacionadas con la ciencia, donde la imagen social de C&T es solo uno entre la pluralidad y diversidad de objetos investigados (Vázquez y Manassero, 1995). Diversos estudios apuntan que C&T suscita mejores y más favorables actitudes de los estudiantes que otros objetos, y aunque las diferencias de género suelen confirmar el estereotipo masculino (mejores actitudes de los hombres), el tamaño del efecto es pequeño (Siegel y Ranney, 2003; Sjøberg, 2000).

Hace veinte años nació un estudio comparativo internacional denominado The Relevance of Science Education (ROSE-2002), que dio voz a estudiantes de 15 años de todo el mundo para identificar los factores afectivos cruciales para el aprendizaje de la C&T (Sjøberg & Schreiner, 2019). Los jóvenes occidentales mostraron un patrón general de desencanto con C&T y grandes diferencias de género; en particular, la brecha de vocaciones científicas fue dramática, ya que pocos adolescentes occidentales querían convertirse en científicos o tecnólogos, y, especialmente, muy pocas chicas. Aunque los adolescentes españoles se ajustan un poco a este patrón general, las diferencias de género son las más bajas de los países occidentales (Vázquez & Manassero, 2007).

Ahora se ha iniciado en todo el mundo una nueva ola de ese estudio, llamada ROSE Second (ROSES-2020), con el objetivo de actualizar las actitudes de los jóvenes acerca de C&T y su educación (Jidesjö et al., 2021). Una de las actitudes investigadas se refiere

a la imagen de C&T y las preguntas de investigación planteadas sobre la percepción de los estudiantes españoles acerca de C&T son: ¿Cómo perciben los estudiantes la C&T? ¿Qué características se perciben mejor y peor? Estas preguntas principales se desarrollan con respecto a las comparaciones con los resultados anteriores de Rose-2002 y en función del género: ¿Cómo se relacionan los resultados actuales de ROSES-2020 con los resultados anteriores de Rose-2002? ¿Las diferencias representan un progreso o una regresión? ¿Cómo perciben los chicos y las chicas la ciencia y tecnología actuales?

Esta comunicación trata de responder esas preguntas presentando algunos resultados preliminares con las opiniones de estudiantes españoles sobre C&T, comparándolos con los de ROSE-2002, estudiando las diferencias de género y analizando algunas recomendaciones para mejorar la educación C&T (Vázquez, 1997).

METODOLOGÍA

Un grupo internacional de expertos desarrolló el cuestionario ROSES-2020 que es el instrumento de investigación aplicado para recopilar empíricamente los datos afectivos de los jóvenes sobre diversas experiencias relacionadas con la ciencia, dentro y fuera de la escuela. Cada una de estas experiencias se desarrollan en el cuestionario a través de escalas específicas. “Mis opiniones sobre C&T” es una de estas escalas (tabla 1), donde se pide a los estudiantes que respondan una pregunta (¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones?), marcando en una escala Likert de cuatro puntos (1-desacuerdo, 4-acuerdo) su grado de acuerdo con 13 frases, que recogen diversos aspectos generales de la imagen de C&T.

Las respuestas de los estudiantes a esta escala constituyen los datos de este estudio. La recogida de datos se aplicó entre abril y noviembre de 2020, cuando los centros educativos cerraron temporalmente y la enseñanza se hizo en línea, debido a la pandemia COVID19. Los estudiantes respondieron el cuestionario ROSES-2020 de forma anónima y en línea, como una tarea de clase dirigida por un docente en cada grupo participante. Los investigadores y los docentes de secundaria colaboraron en tiempo real para gestionar el proceso de administración del cuestionario en cada grupo de clase, la distribución a los estudiantes de los enlaces en línea y el control de los informes sobre las preguntas e incidencias durante el proceso de encuesta para garantizar su calidad.

Una muestra inicial de 145 estudiantes españoles, con edad promedio de 15,3 años y formada por 74 chicos, 62 chicas y 9 no identificados, respondió válidamente la escala denominada Opiniones sobre Ciencia y Tecnología del cuestionario ROSE-2020. Los participantes asisten a dos institutos de educación secundaria y un colegio concertado ubicados en una ciudad pequeña y en el suburbio y el centro de una gran ciudad.

RESULTADOS

El hallazgo más general de este estudio identifica una opinión global positiva de los estudiantes sobre C&T, ya que la gran media (2.78) y las puntuaciones medias de acuerdo en la mayoría de las 13 frases están por encima del punto medio de la escala utilizada y sólo cinco frases obtienen medias por debajo del punto medio de la escala (tabla 1).

Otro hallazgo concreto se refiere a la identificación de los rasgos de C&T que concitan el mayor y menor acuerdo de los estudiantes. Entre los primeros, la importancia de C&T para la sociedad, para la cura de enfermedades, para generar oportunidades para las generaciones futuras, para procurar una vida saludable y confortable, para el desarrollo de los países y para aprender sobre sostenibilidad. Los acuerdos más bajos y

desfavorables corresponden a rasgos tales como ayudar a erradicar la pobreza, resolver casi todos los problemas, ayudar a los pobres y confiar en las personas científicas.

Tabla 1. Estadística descriptiva de las 13 frases sobre ciencia y tecnología del cuestionario ROSES-2020

Frases sobre la ciencia y la tecnología	Media	Desviación estándar
1. La ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad	3.50	0.678
2. La ciencia y la tecnología curarán las enfermedades como VIH/SIDA, cáncer, etc.	3.34	0.790
3. Gracias a la ciencia y la tecnología, habrá mejores oportunidades para las generaciones futuras	3.25	0.851
4. La ciencia y la tecnología hacen que nuestras vidas sean más saludables, fáciles y cómodas	3.09	0.830
5. Los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos dañinos que podría tener	2.86	0.865
6. La ciencia y la tecnología ayudarán a erradicar la pobreza y el hambre del mundo	2.08	0.923
7. La ciencia y la tecnología pueden resolver casi todos los problemas	2.27	0.929
8. La ciencia y la tecnología ayudan a las personas en situación de pobreza	1.84	0.880
9. La ciencia y la tecnología son la causa de los problemas ambientales*	2.27	0.809
10. Un país necesita la ciencia y la tecnología para desarrollarse	3.29	0.765
11. La ciencia y la tecnología benefician principalmente a los países desarrollados*	3.19	0.798
12. Siempre debemos confiar en lo que dicen los/las científicos/as	2.18	0.907
13. Aprender sobre la sostenibilidad es importante**	2.99	0.830

* Frase de contenido negativo y cuya puntuación debe invertirse

**Frase no incluida en ROSE-2002

También se puede considerar una opinión negativa sobre C&T la frase 11, pues expresa una idea discriminadora (C&T benefician principalmente a los países desarrollados), cuya puntuación debe ser invertida, de modo que el alto grado acuerdo con esta idea supone aceptar un rasgo de falta de equidad y de discriminación hacia los países en desarrollo.

Evolución temporal de las opiniones sobre C&T

La comparación ROSES-2020 / ROSE-2002 se elabora a través del análisis de los 12 ítems que comparten el mismo contenido en ambas olas (todos los ítems de ROSES-2020 excepto el 13) y permite señalar algunos hallazgos (figura 1).

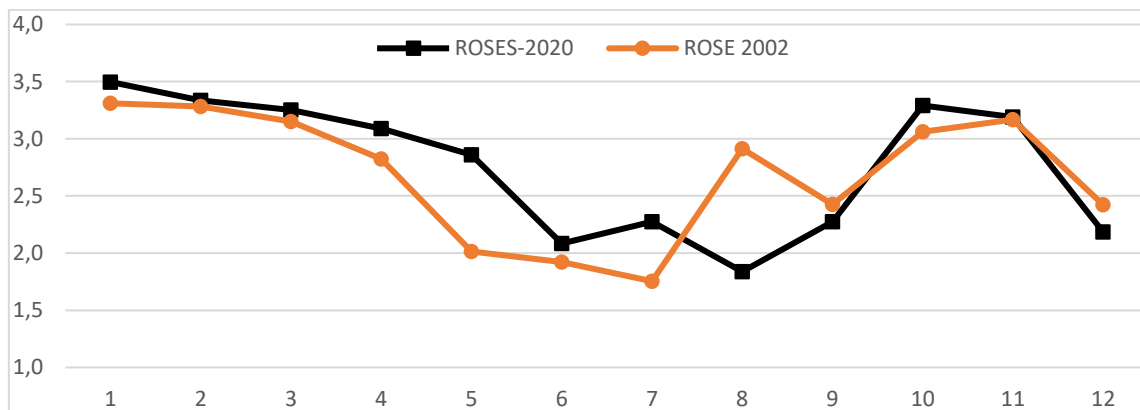


Figura 1. Puntuaciones ponderadas medias de las opiniones sobre C&T en ROSES-2020 y ROSE-2002

El primer hallazgo de esta comparación es que los perfiles de ambos estudios a lo largo de los ítems comparados son bastante paralelos (los puntos máximos y mínimos relativos se colocan aproximadamente sobre los mismos ítems) con la única excepción de la frase número ocho (ayuda a las personas en situación de pobreza).

El segundo resultado destacable es que los estudiantes de ROSES-2020 (gran media 2.78) tienen mejores opiniones sobre C&T que los estudiantes anteriores de ROSE-2002 (gran media 2.69) y el grado de acuerdo medio sobre casi todos los ítems planteados es más alto. Como se ha mencionado, un ítem específico (ayuda a los pobres) es una notable

excepción al mayor grado de acuerdo observado en los resultados de ROSES-2020, excepción que amortigua la tendencia general de mejores opiniones con mayores acuerdos de ROSES-2020 en relación con el anterior ROSE-2002.

Comparación entre chicas y chicos

En general, los hombres suelen mostrar actitudes relacionadas con C&T más favorables que las mujeres. Sin embargo, la comparación entre chicos y chicas de las opiniones sobre C&T no muestra diferencias significativas entre ambos grupos en ninguna de las frases que forman la escala de opiniones sobre C&T. Por ello, se puede concluir que chicos y chicas perciben todos los aspectos sobre C&T de la misma manera (figura 2).

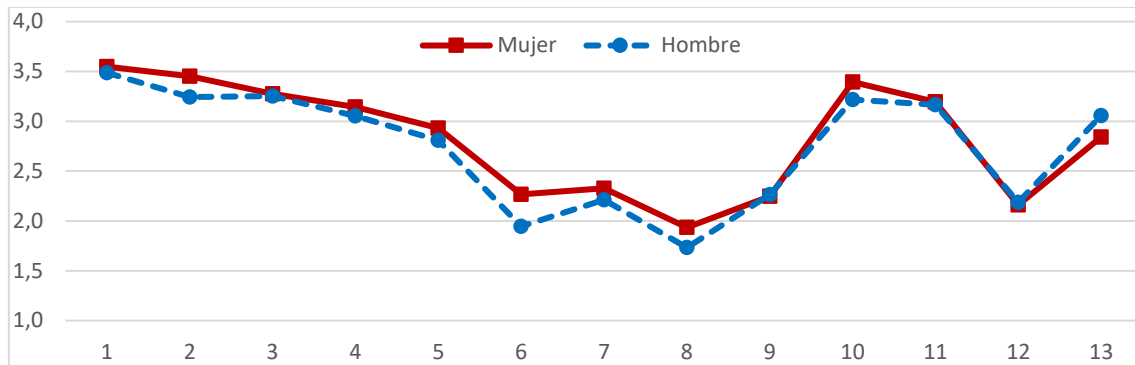


Figura 1. Puntuaciones ponderadas medias de las opiniones sobre C&T en chicos y chicas

Además, la figura 1 muestra incluso que las chicas tienden a manifestar mayor grado de acuerdo que los chicos con las distintas frases de la escala, de modo que, como tendencia, las chicas muestran opiniones hacia la C&T más favorables que los chicos. Este resultado de las opiniones sobre C&T es notable porque rompe el tradicional estereotipo masculino de la ciencia.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El hallazgo principal de este estudio muestra que las opiniones de los estudiantes sobre C&T son globalmente positivas, ya que la mayoría de los ítems muestran medias ponderadas por encima del punto medio de la escala. La respuesta a la primera pregunta de investigación es, pues, afirmativa: los estudiantes españoles tienen opiniones globales positivas sobre C&T. Además, los resultados permiten señalar las características mejor percibidas de C&T (p.e. la importancia para la sociedad), y las peor valoradas (p.e. la confianza en los científicos), que coinciden con algunos resultados similares resaltados en las encuestas sociológicas sobre C&T (CIS, 2021; FECYT, 2021; EU, 2021).

Las comparaciones de los resultados de Rose-2002 con la línea base anterior confirman un perfil general de opiniones sobre C&T análogo en ambas oleadas, lo que implica compartir los indicadores de puntuación más alta y más baja, con una sola excepción (erradicar la pobreza). Este resultado sugiere una cierta estabilidad de la escala, lo que puede llevar en el futuro a establecer las propiedades psicométricas (validez y confiabilidad) de este instrumento. Mayoritariamente, los puntajes actuales son más altos en todos los ítems que los de Rose-2002, lo cual permite interpretar que las percepciones de los estudiantes sobre C&T se han vuelto más positivas y justifica la afirmación de que las percepciones de C&T representan un cierto avance en los últimos 20 años. Así, el patrón general de desencanto sugerido por Sjøberg y Schreiner (2019) no se aplica a la percepción de C&T de esta muestra española, y además coincide también con los resultados mejores de Noruega informados por Aschim et al. (2021).

Las diferencias de género halladas no solo no muestran el patrón tradicional de género estereotipado tradicional a favor de los chicos, sino que exhiben la tendencia opuesta: las chicas superan a los chicos en casi todas las frases, aunque las diferencias no son significativas. Estos resultados son similares a los de los estudiantes noruegos, que muestran una reducción general de las diferencias de género en la percepción de C&T (Aschim et al. 2021).

A pesar de estos hallazgos positivos en C&T, todavía hay margen de mejora a partir de las debilidades que se informan. Un objetivo de mejora general de la educación en ciencias debe apuntar a aumentar los puntajes en aquellas características de C&T que resultan más bajas. El más claro ejemplo sería contribuir a generar mayor confianza de la gente en las personas científicas, una cuestión que resulta acuciante en el marco de la pandemia COVID19 y en el desarrollo general de la alfabetización científica.

La principal limitación de este estudio es el pequeño tamaño de la muestra, por lo que estos resultados ahora son provisionales y se espera su confirmación con muestras más grandes en el futuro, a medida que avanza el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aschim, E. L., Bjar, H., & Aae, R. (2021). Changes in Norwegian Students' Interest in Science, Technology and Environment. IOSTE Conference 2020, Daegu, Korea. https://conf.ioste2020korea.kr/cms/index.php/2021/02/01/ioste2020_op_229/
- Centro de Investigaciones Sociológicas CIS (2021). *Estudios Delphi 2021 sobre tendencias sociales, políticas y económicas, tendencias científico-tecnológicas y tendencias en salud mental.* Centro de Investigaciones Sociológicas http://www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Marginales/Globales/11002/E11002_Informe.pdf
- European Union EU (2021). *Special Eurobarometer 516. European citizens' knowledge and attitudes towards science and technology.* European Commission.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT (2021). *10.ª encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología – 2020 Informe completo.* FECYT. https://icono.fecyt.es/sites/default/files/filepublicaciones/21/percepcion_social_de_la_ciencia_y_la_tecnologia_2020_informe_completo_0.pdf
- Jidesjö, A., Oskarsson, M., & Westman, A-K. (2021). Trends in Student's Interest in Science and Technology: Developments and Results from the Relevance of Science Education Second (Roses) Study. IOSTE Conference 2020, Daegu, Korea. https://conf.ioste2020korea.kr/cms/index.php/2021/02/01/ioste2020_op_210/
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2019). *ROSE (The Relevance of Science Education) The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project. ROSE Final Report, Part 1.* University of Oslo. https://www.academia.edu/40272545/The_ROSE_project._The_development_key_findings_and_impacts_of_an_international_low_cost_comparative_project_Final_Report_Part_1_of_2
- Vázquez, A. & Manassero, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias, 13*, 337-346.
- Vázquez, A. (1997). Imagen de la ciencia en estudiantes mallorquines de secundaria. *Revista de Ciència, 21*, 121-132.
- Vázquez, A., & Manassero, M.A. (2007). *La relevancia de la educación científica.* Universitat de les Illes Balears.

Aspectos emocionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias en el medio rural. Conectando las identidades rural y científica

Pedro J. Sánchez Gómez¹, Ana I. Muñoz Domínguez², Radu Bogdan Toma³ y Carlos Martínez-Hernández⁴.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. pedros@ucm.es

² IES Vasco de la Zarza. Ávila. aimunoz@educa.jcyl.es

³ Facultad de Educación, Departamento de Didácticas Específicas: Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Burgos. rbtoma@ubu.es

⁴ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid. cmartinezhernandez@ucm.es

RESUMEN: En este trabajo presentamos una intervención educativa, realizada durante el curso 2020/21 con alumnos de 4º ESO de la ciudad de Ávila, orientada a tratar el tema del éxodo rural en el aula de ciencias. Hemos empleado la fabricación de jabón para poner en valor la cultura del aprovechamiento que caracteriza el saber tradicional de los pueblos. Como instrumento de evaluación hemos empleado el test de actitudes sobre la ciencia TOSRA (Navarro, Förster, González y González-Pose, 2016). Nuestra hipótesis es que una actividad como la que planteamos, en un contexto muy cercano a lo rural, como el abulense, ha de traducirse en un aumento de las actitudes positivas hacia la ciencia. Nuestros resultados confirman esta hipótesis, aunque hace falta una investigación más a fondo para cuantificar esta conclusión.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias; Éxodo rural; Elaboración de jabón.

ABSTRACT: In this paper we present an educational intervention, carried out during the 2020/21 academic year with 10th grade students in the city of Avila, aimed at addressing the issue of rural flight in the science classroom. We have used soap making to highlight the value of the circular economy that characterizes the traditional knowledge of the villages. As an evaluation instrument we used the TOSRA scientific attitudes test (Navarro, Förster, González y González-Pose, 2016). Our hypothesis is that an activity such as the one we proposed, in a context very close to the rural context, such as that of Avila, should lead to an increase in positive attitudes towards science. Our results confirm this hypothesis, although further research is needed to quantify this conclusion.

KEYWORDS: Science teaching; Rural flight; Soap making.

INTRODUCCIÓN

Una de las contribuciones de la investigación educativa de las últimas décadas es la idea de que las ciencias no deben ser enseñadas, o, incluso, que no pueden serlo, al margen de las otras grandes áreas del currículo. En esta línea, y siguiendo a autores como Derek Hodson (2010, 2020), nuestra postura es que la incorporación de aspectos sociales y culturales al currículum de ciencias no puede ser meramente una decisión metodológica, un recurso para favorecer el aprendizaje de ciertas cuestiones científicas. Creemos que los contenidos educativos tienen un potencial transformador.

Este es el enfoque que subyace a este trabajo. Presentamos los resultados de una intervención educativa incardinada en un contexto de especial relevancia en la España actual, el del abandono del medio rural, en la que se integran contenidos de ciencias, y, en concreto, de química. Nuestro punto de partida es que muchos de los saberes tradicionales acumulados en nuestros pueblos, y que por lo tanto están al borde de la desaparición, pueden ser aprovechados educativamente en tanto que formas respetuosas de relacionarse con el entorno. Ideas como la de sostenibilidad o la de reciclaje están, por necesidad, y aun de modo implícito, en la base de la cultura rural tradicional. Pues bien, muchas de estas actividades tradicionales implican procesos y técnicas que pueden describirse y estudiarse desde los contenidos científicos que se incluyen en el currículo de secundaria.

LA UNIDAD DIDÁCTICA EL ÉXODO RURAL

Para planificar nuestra intervención educativa hemos desarrollado una unidad didáctica a la que hemos titulado *El éxodo rural*. Por razones de espacio, no podemos incluirla aquí en detalle. A modo de resumen, la unidad didáctica consta de una treintena de sesiones, realizadas en paralelo en las aulas de Historia y de Física y Química, llevadas a cabo entre los meses de marzo y de mayo de 2021, en un grupo de 4º de la ESO del IES Vasco de la Zarza, uno de los cinco institutos de secundaria de la ciudad de Ávila. En la parte de historia se trata el éxodo rural como parte de la historia contemporánea de nuestro país. Las clases de química se centran en las reacciones de saponificación. La fabricación casera de jabón es una actividad tradicional del medio rural, realizada casi siempre por mujeres. A su vez, es una actividad práctica común en la enseñanza de la química. Parece, por lo tanto, una opción casi obvia para poder estudiar una actividad tradicional del mundo rural desde una perspectiva científica. Durante una de las últimas sesiones los alumnos realizaron una saponificación de grasas vegetales, empleando materiales y técnicas estándar en un laboratorio de química. Esta sesión incluyó una conexión vía *streaming* en la que una vecina de Cillán, un pequeño pueblo a 25 Km de la ciudad de Ávila, elaboró jabón por el método tradicional, empleando restos de grasa. Los alumnos pudieron interactuar con nuestra colaboradora, preguntándole sobre la elaboración de jabón y otros aspectos de la vida en el pueblo.

MÉTODO

Hemos adoptado una metodología cuasiexperimental pretest-postest con grupo de control (Cohen et al. 2018). Ambos grupos han seguido temarios paralelos durante el curso, pero el tema del abandono rural solo se trata en el experimental.

Participantes

Se conformó un muestreo de conveniencia a partir de los alumnos del centro en el que hemos realizado la intervención. Participaron un total de 47 estudiantes, matriculados en el 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria. De estos, un total de 23 conformaron el grupo experimental (52.17% niñas) y 24 el grupo control (37.5% niñas). La edad media de los participantes fue de 15.30 y 15.22 años en cada condición, respectivamente. Los docentes de ambos grupos, tanto en la asignatura de Historia como en la de Física y Química, son distintos y cuentan con una amplia experiencia.

Hipótesis de partida

Puede ser conveniente desarrollar en detalle la hipótesis que nos planteamos confirmar (o descartar) en nuestro estudio:

- 1) Partimos de que en Ávila lo rural forma parte de la experiencia cotidiana de los alumnos. Obviamente, no todos estarán igualmente vinculados al medio rural, aunque, dado el tamaño de la ciudad, y su entorno, es difícil no tener contacto con la ruralidad en un contexto como el abulense.
- 2) Como un corolario de lo anterior, consideramos que lo rural forma parte de la identidad de muchos de los alumnos con los que vamos a trabajar, sin entrar a valorar en qué medida o de qué modo.
- 3) Cabe asumir, por lo tanto, que una intervención educativa como la que planteamos puede conectar de un modo más profundo con nuestros alumnos que otras actividades más convencionales. En concreto, es razonable pensar que la dignificación de los saberes tradicionales de los pueblos puede ser vivida como una puesta en valor de su propio entorno, físico y cultural, por buena parte de los alumnos.
- 4) En definitiva, esperamos que como resultado de la intervención los alumnos desarrollen actitudes positivas hacia la ciencia, en la medida en la que los contenidos científicos se presentan vinculados a una visión de una parte de su propia identidad como algo valioso.

Resumiendo, la hipótesis de partida que nos planteamos en este trabajo es:

Si cabe hablar de una identidad rural, y si esta interacciona con la identidad científica, nuestra intervención, en el contexto de la ciudad de Ávila, ha de traducirse en una mejora de las actitudes hacia la ciencia.

Instrumento de medida

Dada la hipótesis de la que partimos, es fundamental contar con un instrumento fiable para la evaluación de actitudes sobre la ciencia. En nuestro estudio hemos empleado el test TOSRA (Fraser, 1978; 1981), en concreto, su versión en castellano (Navarro et al. 2016). Tytler y Osborne (2012) han mostrado que el TOSRA no ha perdido validez desde su publicación y Toma (2020), en una revisión reciente de instrumentos de medición de actitudes hacia la ciencia, clasificaba al test TOSRA entre los más robustos.

La prueba TOSRA consiste en un cuestionario tipo Likert de 70 preguntas, distribuidas en siete dimensiones (en la terminología de Navarro y colaboradores, *subescalas*). Para facilitar la comparación con otras investigaciones, hemos preferido mantener las iniciales

empleadas por los autores para designar cada subescala, así como el orden en el que estos las presentan (Navarro et al. 2016, p. 1462):

- Subescala S: (*Implicaciones sociales de la ciencia*). Mide las actitudes del sujeto acerca de los efectos de la ciencia en la sociedad.
- Subescala N (*Normalidad de los científicos*). Evalúa las creencias de los sujetos acerca del estilo de vida de los científicos.
- Subescala I (*Actitud hacia la investigación científica*). Mide la preferencia del sujeto por los métodos de los científicos.
- Subescala A (*Adopción de actitudes científicas*). Evalúa la disposición del sujeto a cambiar sus opiniones en base a la experimentación y a datos empíricos.
- Subescala E (*Disfrute de las clases de ciencias*)
- Subescala L (*Interés por la ciencia en el tiempo libre*)
- Subescala C (*Interés en carreras de ciencias*)

Parece claro, de acuerdo con lo que desarrollábamos en la sección 3.2, que nuestra intervención incidirá eminentemente en el valor personal de la ciencia para los alumnos, más que en el valor social o epistémico que estos puedan atribuir a la actividad científica. Las subescalas que podemos asociar a este valor personal son E y L, y de un modo algo menos explícito, A y C. *En definitiva, reformulando nuestra hipótesis, es de esperar un incremento apreciable en los resultados para las subescalas E y L de la prueba TOSRA, y en menor medida, en las subescalas A y C.*

Análisis de los datos

Hemos empleado la prueba Shapiro-Wilk ($p > 0.05$) para contrastar que tanto la prueba en su conjunto como cada dimensión del TOSRA separadamente se pueden aproximar a una distribución normal. La prueba de Levene confirmó que en todos los casos las varianzas entre los grupos son iguales ($p > 0.05$), apoyando el uso de estadística paramétrica. Para estudiar la evolución de los dos grupos hemos empleado pruebas t para muestras independientes sobre las puntuaciones de ganancia ($gain\ score = media\ posttest - media\ pretest$). Para asegurar que los resultados de análisis de las dimensiones del TOSRA sean significativos hemos empleado la corrección de Bonferroni para p . En concreto, puesto que TOSRA consta de siete dimensiones, tomaremos $\alpha = 0.05/7 = 0.007$. La corrección de Bonferroni es considerada el procedimiento más robusto contra la probabilidad de cometer errores de tipo I -falsos positivos- cuando no se posee el suficiente tamaño muestral para realizar un análisis ANCOVA (Dimitrov y Rumrill, 2003). Se empleó el programa estadístico GraphPad Prism (v. 8.0.2), para Windows.

RESULTADOS

El pretest se pasó a mediados del mes de febrero de 2021 y el posttest fue realizado en una de las últimas sesiones (última semana de mayo de 2021). Hemos realizado una prueba t para el pretest, tomando como hipótesis para refutar (H_0) que la media de las respuestas es igual para el grupo experimental y el de control ($\mu_{PRETEST\ CONTROL} = \mu_{PRETEST\ EXPERIMENTAL}$). La hipótesis alternativa (H_1) es simplemente que las medias son diferentes.

Con estas hipótesis, obtenemos un valor de $t(42) = -0.5345$ y del $p = 0.596$. En definitiva, no hay suficiente evidencia para rechazar H_0 y cabe asumir que antes de la intervención ambos grupos son estadísticamente equivalentes.

En La **Figura 1** mostramos las diferencias en las puntuaciones de ganancia entre el grupo de control y el experimental para las siete dimensiones del TOSRA. Se observan diferencias estadísticamente significativas en tres dimensiones actitudinales: (i) Disfrute de las clases de ciencias, $t(42) = 5.33$, $p = 0.0001$; (ii) Interés por la ciencia durante el tiempo libre, $t(42) = 3.49$, $p = 0.0001$; y (iii) Interés por carreras de Ciencias, $t(42) = 4.90$, $p = 0.0001$. Para las dimensiones restantes t oscila entre 0.10 y 2.63, y p entre 0.012 y 0.92.

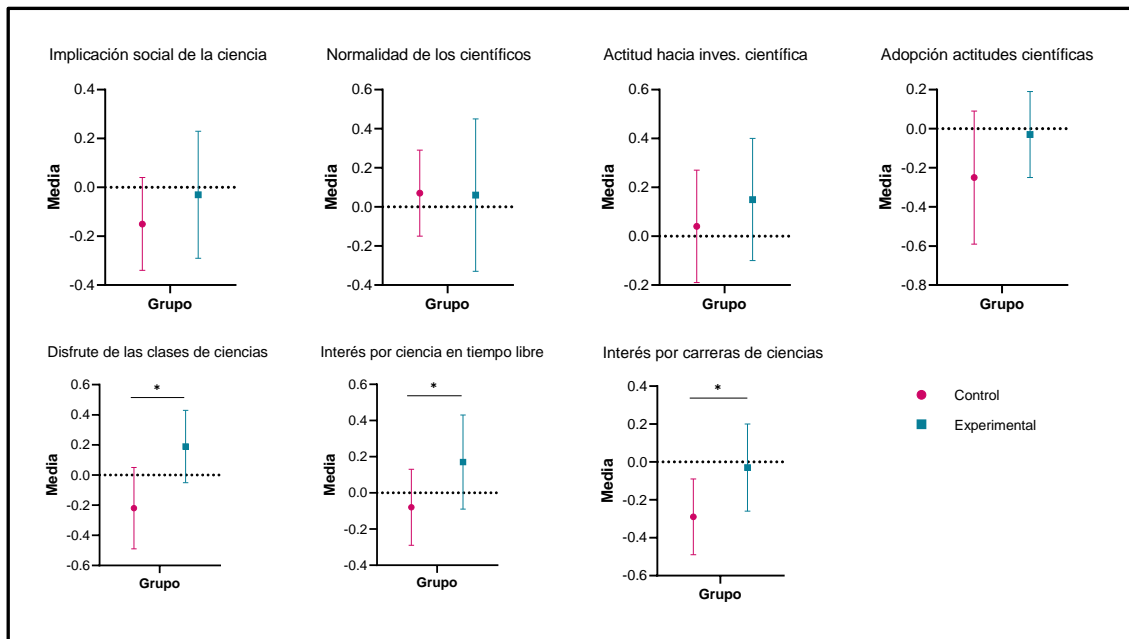


Figura 1. Diferencias entre el grupo control y experimental en la puntuación de ganancia (media posttest – media pretest). Hemos indicado con un asterisco las dimensiones que muestran diferencias estadísticamente significativas.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados permiten establecer, como primera conclusión, que la intervención didáctica produce un aumento significativo en las actitudes sobre la ciencia de los alumnos. Por un lado, el que los dos grupos sean equivalentes antes de la unidad didáctica nos lleva a excluir la influencia de los docentes. El pretest se pasa en ambos grupos a mediados de febrero, cuando los alumnos llevan ya cinco meses con el mismo profesorado. Si en este tiempo ambos grupos no han desarrollado actitudes diferentes sobre la ciencia, no parece razonable asumir que los cambios que se producen en los tres meses siguientes sean atribuibles al profesor. Por otro lado, entre el pretest y el posttest ambos grupos evolucionan de modos diferentes. Descartada la influencia del docente, cabe asumir que esta divergencia se debe a la intervención educativa.

Ciñéndonos a las dimensiones que muestran un comportamiento estadísticamente significativo, el notable aumento que medimos para la subescala L (*Interés por la ciencia durante el tiempo libre*) indica que nuestra intervención ha conseguido incidir a un nivel personal en los alumnos. A su vez, los resultados para *Interés por carreras de Ciencias*

(subescala C) apuntan a que no se trata *simplemente* de que los alumnos hayan encontrado divertidas las actividades incluidas en la unidad didáctica *El éxodo rural*, o al menos, no únicamente. Por último, la subescala E (*Disfrute de las clases de ciencias*), que experimenta el aumento más relevante de toda la prueba, y que no muestra correlación con el comportamiento de la subescala I (*Actitud hacia la investigación científica*). Esto nos permite descartar que la mejora de las actitudes se deba a una “implicación a corto plazo” (*short term engament*) con la materia dentro de la que se incluyen las prácticas de laboratorio (Abrahams, 2009). *En resumen, los resultados para estas subescalas, tomados conjuntamente, apoyan la conclusión de que se ha producido una interacción entre identidad rural e identidad científica.*

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. <https://doi.org/10.1080/09500690802342836>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8ª edición). Routledge.
- Dimitrov, D.M. y Rumrill, P.D. Jr. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *Work*, 20(2), 159-65.
- Fraser, B. (1978). Development of a test of science-related attitudes. *Science Education*, 62(4), 509– 515. <https://doi.org/10.1002/sce.3730620411>
- Fraser, B. (1981). *Test of Science Related Attitudes*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Hodson, D. (2010). Science education as a call to action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 197-206.
- Hodson, D. (2020). Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 20, 592–622. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6>
- Navarro, M., Förster, C., González, C. y González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the test of science-related attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1459-1482. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521>
- Toma, R.B. (2020). Revisión sistemática de instrumentos de actitudes hacia la ciencia (2004-2016). *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 38(3), 143-159.
- Tytler, R., y Osborne, J. (2012). Student attitudes and aspirations towards science. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 597–625). London: Springer.

Efecto de la indagación confirmatoria y estructurada en las actitudes hacia la ciencia

Radu Bogdan Toma¹

¹Universidad de Burgos. rb toma@ubu.es.

RESUMEN: La indagación científica se postula como una estrategia efectiva para la mejora de las actitudes hacia la ciencia. No obstante, los beneficios están relacionados con indagaciones que ofrecen poco andamiaje por parte del profesorado. Por ello, en este estudio se evalúa el efecto de dos tipos de indagaciones que ofrecen un alto grado de andamiaje docente. Así, se compara la eficacia de dos unidades didácticas implementadas mediante un enfoque tradicional-expositivo, indagatorio confirmatorio o indagatorio estructurado en las actitudes hacia la ciencia escolar de alumnado de 6º grado de Educación Primaria ($N = 119$, $M_{\text{edad}} = 11.25$ años). Tras la intervención, los estudiantes de la indagación estructurada manifestaron más intenciones de matricularse en futuras asignaturas de ciencias que sus pares del grupo de indagación confirmatoria o enfoque tradicional-expositivo. No hubo diferencias en el disfrute, la autoeficacia, la utilidad y la relevancia de la ciencia escolar.

PALABRAS CLAVE: actitud hacia la ciencia, indagación, educación primaria

ABSTRACT: Scientific inquiry is postulated as an effective strategy for improving attitudes toward science. However, the benefits are related to inquiries that offer little scaffolding by teachers. Therefore, this study evaluates the effect of two types of inquiries that offer a high degree of teacher scaffolding. The effect of two units implemented using lecture, confirmatory inquiry or structured inquiry approaches on 6th grade elementary school students ($N = 119$, $M_{\text{age}} = 11.25$ years) attitudes towards school science was evaluated. After the intervention, students who participated in the structured inquiry expressed more intentions to enroll in science subjects than their peers in the confirmatory inquiry or lecture groups. There were no differences in enjoyment, self-efficacy, usefulness, and relevance of school science.

KEYWORDS: attitudes towards science, inquiry, elementary education

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, abundan las investigaciones sobre el efecto de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación en las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de educación secundaria (Lazonder y Harmsen, 2016). Atendiendo al grado de andamiaje proporcionado por el docente, el proceso de aprendizaje por indagación puede categorizarse en cuatro niveles o tipos (Vorholzer y von Aufschnaiter, 2019). Durante la *indagación confirmatoria*, el docente proporciona al alumnado la pregunta de investigación, los procedimientos y los potenciales resultados. Por lo tanto, los estudiantes confirman un fenómeno siguiendo instrucciones detalladas.

En cambio, si el docente no proporciona los potenciales resultados, el alumnado estaría realizando una *indagación estructurada*. Cuando el alumnado es el responsable de diseñar los procedimientos de investigación y, además, no conoce los resultados de antemano,

realiza una *indagación guiada*. Por último, la *indagación abierta* carece de andamiaje por parte del docente. En este caso, el alumnado formula las preguntas de investigación, diseña los procedimientos y genera los resultados. La figura 1 presenta los tipos de indagación según el andamiaje docente durante la formulación de la pregunta e hipótesis de investigación; diseño del procedimiento de investigación, y obtención de resultados.

Tipos de indagación	¿Quién formula la pregunta y la hipótesis de la investigación?	¿Quién diseña el procedimiento de investigación?	¿Quién proporciona la solución/los resultados?
Confirmatoria	Docente	Docente	Docente
Estructurada	Docente	Docente	Alumnado
Guiada	Docente	Alumnado	Alumnado
Abierta	Alumnado	Alumnado	Alumnado

Figura 1. Tipos de indagación según el nivel de andamiaje

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

Se ha comprobado que las estrategias de indagación guiada y abierta mejoran las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia (Lazonder y Harmsen, 2016). Sin embargo, las investigaciones sobre el uso de la indagación en educación primaria son escasas. Además, los docentes de esta etapa adoptan con mayor frecuencia la indagación confirmatoria y estructurada en lugar de la guiada o abierta (Lucero et al., 2013). La eficacia de estos enfoques que implican un alto grado de andamiaje por parte del docente ha sido descuidada en la literatura. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es investigar el efecto de los diferentes tipos de indagación con alto grado de andamiaje en el desarrollo de las actitudes de los estudiantes de primaria hacia la ciencia escolar. Específicamente, se examina la eficacia de la indagación confirmatoria y estructurada, en comparación con un enfoque tradicional basado en enfoques expositivos.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Dada la brevedad de la intervención (que se describe más adelante), la administración de un pretest habría supuesto importantes riesgos para la validez interna del estudio (Shadish et al., 2002). Por lo tanto, se adoptó un *diseño de grupo de control con solo posttest*, compuesto por dos condiciones pedagógicas de grupo experimental (indagación confirmatoria e indagación estructurada) y una de control (clases tradicionales-expositivas).

Participantes y potencia estadística

El tamaño muestral se determinó mediante un análisis de potencia estadística empleando el software G*Power, que indicó que se necesitaría entre 141 y 63 participantes para detectar un tamaño del efecto mediano ($\eta_p^2 = .06$) a grande ($\eta_p^2 = .14$) con una potencia del 80% (Faul et al., 2007). Se conformó un muestreo a partir de seis cursos/clases de tres centros educativos situados en la ciudad de Burgos, en España. Participaron en el estudio 119 estudiantes matriculados en el sexto curso de educación primaria (53.8% niñas). La edad media del alumnado fue de 11.25 años ($DE = 0.43$). Las seis clases se asignaron aleatoriamente a uno de los grupos experimentales o de control, estableciéndose dos clases por cada condición pedagógica compuesta por 39, 37 y 43 alumnos para el grupo control, indagación confirmatoria e indagación estructurada, respectivamente.

Intervención

Se diseñaron e implementaron dos unidades didácticas de tres horas de duración cada una. La primera unidad abordó contenidos curriculares relacionados con los planos inclinados mediante la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué factores afectan a la cantidad de fuerza que hay que emplear para mover un objeto sobre un plano inclinado?* El procedimiento de investigación consistió en comprobar la relación entre la fuerza ejercida con un dinamómetro y la inclinación, la longitud y la rugosidad de los planos inclinados. La segunda unidad abordó contenido curricular sobre la fuerza de gravedad y la fuerza de resistencia del aire mediante la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué factores influyen en la velocidad de descenso de un paracaídas?* El procedimiento de investigación consistió en examinar la relación entre el tiempo de descenso de paracaídas con distintas longitudes de cuerda, tamaños, formas y materiales. En los grupos de control, los contenidos se impartieron empleando enfoques tradicionales basados en clases expositivas. En los grupos experimentales, se emplearon las estrategias de indagación confirmatoria y estructurada descritas en la Figura 1. A los grupos de investigación de confirmación se les proporcionó la pregunta de investigación, los procedimientos de investigación y los posibles resultados. En cambio, en los grupos de indagación estructurada, la pregunta y los procedimientos de investigación se introdujeron progresivamente. En primer lugar, se permitió a los alumnos formular preguntas e hipótesis de investigación y proponer un diseño de investigación. A continuación, se les presentó progresivamente la misma pregunta de investigación y los mismos procedimientos que en los grupos de indagación de confirmación. Por último, desarrollaron la indagación sin saber de antemano los posibles resultados.

Instrumento

En consonancia con demandas contemporáneas para el uso de instrumentos psicométricamente robustos (Toma, 2020, 2021; Toma y Lederman, 2020), se empleó el instrumento *School Science Attitude Survey* (SSAS) adaptado culturalmente y sometido a múltiples pruebas de validez y fiabilidad por Toma y Meneses-Villagrà (2019a). El instrumento está compuesto por diez ítems con una escala de respuesta de cinco opciones enfocados a medir seis dimensiones actitudinales: intención de matricularse en futuras asignaturas de ciencias, disfrute, dificultad percibida, autoeficacia, utilidad de las clases de ciencias; y relevancia de las clases de ciencia. La dimensión de dificultad percibida se refiere a la realización de tareas y deberes escolares, aspecto que no se ha abordado en la presente intervención. Por lo tanto, esta dimensión no ha sido evaluada en este estudio.

RESULTADOS

Los datos se analizaron mediante un análisis multivariante de la varianza (MANOVA) de 2 (género) x 3 (condición pedagógica). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las condiciones pedagógicas, $F(10, 204) = 2.06, p = .03$; Pillai Trace = .18; $\eta_p^2 = .09$. Sin embargo, solo hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las intenciones de matricularse en futuras asignaturas de ciencias, $F(2, 105) = 6.70, p < .01$. Específicamente, las chicas y los chicos que han participado en las indagaciones estructuradas manifestaron significativamente más intenciones de matricularse en futuras asignaturas de ciencias que sus pares del grupo control o de indagación confirmatoria. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas para las restantes dimensiones actitudinales (Figura 1).

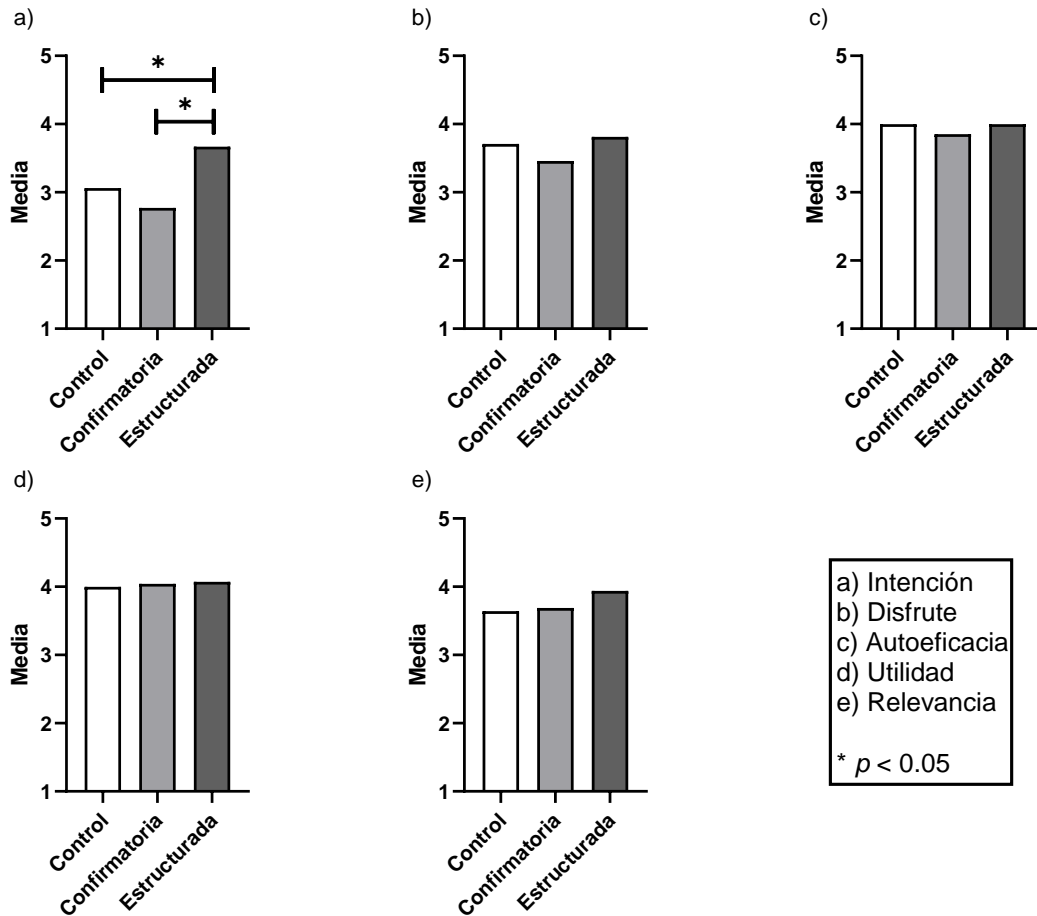


Figura 1. Actitudes hacia la ciencia escolar según condición pedagógica

CONCLUSIONES

El presente estudio aborda el efecto diferencial de los distintos tipos de indagaciones escolares en las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en comparación con los enfoques tradicionales basados en clases expositivas. En general, los estudiantes que han participado en la indagación estructurada mostraron una actitud más positiva que sus pares de los grupos control o indagación confirmatoria, siendo esta diferencia significativa en las intenciones de matricularse en futuras asignaturas de ciencias. De este modo, estos hallazgos son consistentes con los obtenidos en estudios previos que sugieren más beneficios pedagógicos de los enfoques indagatorios con un menor grado de andamiaje por parte del docente (Kang y Keinonen, 2017).

De esta forma, el presente estudio contribuye a reducir la brecha en el conocimiento acerca de la eficacia de los diferentes tipos de indagación, especialmente en el caso de la indagación confirmatoria y estructurada, ciertamente descuidada en la literatura. Asimismo, una revisión de la literatura revela que las investigaciones sobre la eficacia de la indagación en educación primaria son escasas (Lazonder y Harmsen, 2016). Por lo tanto, este estudio se ha enfocado en alumnado del final de la etapa de educación primaria, momento clave para el desarrollo de las vocaciones científicas (Toma y Meneses-Villagrà, 2019b).

Las principales implicaciones que se derivan de este estudio están relacionadas con la formación del profesorado de Educación Primaria y el diseño de recursos educativos para

fomentar el uso de la indagación estructurada como una estrategia de enseñanza habitual en las clases de ciencias. En este sentido, se trata de una tarea especialmente importante para el contexto español, donde el profesorado recurre principalmente a los libros de texto y a estrategias expositivas en su quehacer didáctico (Romero-Ariza et al., 2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., y Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Kang, J., y Keinonen, T. (2017). The effect of inquiry-based learning experiences on adolescents' science-related career aspiration in the Finnish context. *International Journal of Science Education*, 39(12), 1669–1689. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1350790>
- Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lucero, M., Valcke, M., y Schellens, T. (2013). Teachers' beliefs and self-reported use of inquiry in science education in public primary schools. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1407–1423. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.704430>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., Sorensen, P., y Oliver, M. C. (2019). Highly recommended and poorly used: English and Spanish science teachers' views of Inquiry-Based Learning (IBL) and its enactment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., y Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton, Mifflin.
- Toma, R. B. (2021). Problemas de validez y fiabilidad en los cuestionarios ROSE: revisión sistemática de la producción española. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(3), 3102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3102
- Toma, R. B. (2020). Revisión sistemática de instrumentos de actitudes hacia la ciencia (2004-2016). *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 143-159. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2854>
- Toma, R. B., y Lederman, N. G. (2020). A comprehensive review of instruments measuring attitudes toward science. *Research in Science Education*, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09967-1>
- Toma, R. B., y Meneses-Villagrà, J. A. (2019a). Validation of the single-items Spanish-school science attitude survey (S-SSAS) for elementary education. *PLoS ONE*, 14(1), e0209027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209027>
- Toma, R. B., y Meneses-Villagrà, J. A. (2019b). Preferencia por contenidos científicos de física o de biología en Educación Primaria: un análisis clúster. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(1), 1104. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1104
- Vorholzer, A., y von Aufschnaiter, C. (2019). Guidance in inquiry-based instruction—an attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1562–1577. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1616124>

Evolución emocional hacia las ciencias de una muestra de maestros en formación en formación inicial

Miriam Hernández del Barco¹, Isaac Corbacho Cuello, Jesús Sánchez Martín, Florentina Cañada Cañada.

¹ Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Extremadura. mhdelbarco@unex.es.

RESUMEN: En este trabajo se presenta un estudio longitudinal realizado durante tres cursos académicos consecutivos (desde el 2018/2019 hasta el 2020/2021) con una muestra de 144 maestros en formación. Se han recogido datos relativos a sus emociones hacia las ciencias y conocimiento científico durante la intervención de un programa metacognitivo y emocional. Los resultados muestran cómo la implementación de actividades prácticas y manipulativas durante el aprendizaje de las ciencias mejora la dimensión afectiva de los futuros maestros.

PALABRAS CLAVE: Metodologías activas, formación inicial del profesorado, aprendizaje de las ciencias, emociones

ABSTRACT: This research presents a longitudinal study carried out in the 2018/2019 to 2020/2021 academic years with a sample of 144 prospective teachers where data have been collected regarding their cognitive dimension and emotions towards science over three academic years after the intervention of a metacognitive and emotional programme. The results show how the implementation of practical and manipulative activities during science learning improves the affective dimension of future teachers.

KEYWORDS: Active methodologies, teachers in training, scientific learning, emotions

JUSTIFICACIÓN

Los contextos actuales de cambio permanente requieren de una ciudadanía versátil y resolutiva capaz de adaptarse a los inciertos tiempos futuros. Una sólida formación científica de base nos ayuda a posicionarnos frente al mundo con una mirada crítica y a tomar decisiones apropiadas. El bienestar individual y colectivo depende de la educación que reciban los estudiantes, pues es lo que les permitirá desarrollar al máximo sus capacidades, construir su personalidad, comprender y configurar su realidad integrando las dimensiones cognoscitivas y afectivas. Sin embargo, y a pesar del compromiso que existe con la formación científica de la población se ha detectado que a lo largo de las últimas décadas ha existido un abuso de una orientación positivista en la enseñanza de las ciencias; tradicionalmente, las clases de ciencia se han enseñado de una forma muy diferente a lo que verdaderamente significa “hacer ciencia” (Vázquez y Manassero, 2007). Este enfoque academicista basado en la transmisión de contenidos ha excluido de los procesos de enseñanza el dominio afectivo de los estudiantes (considerándolo inapropiado y acientífico) (Mellado et al., 2014). Esto ha generado numerosos errores conceptuales en los estudiantes de educación primaria y secundaria y además, a medida

que avanzan de curso, los alumnos van desarrollando actitudes indeseables hacia la ciencia.

Para poder erradicar esos errores conceptuales y revertir esas actitudes (que se perpetúan en la educación superior) es preciso realizar un cambio en la orientación didáctica de las ciencias y especialmente durante la formación inicial de maestros por la enorme responsabilidad que tendrán como docentes en la transmisión de conocimientos y emociones a los estudiantes de educación primaria.

Estudios preliminares realizados con esta muestra revelan que los futuros maestros presentan una mayor frecuencia de emociones negativas hacia la física y química que hacia la biología y geología (Hernández del Barco y Corbacho-Cuello, 2021). El trabajo que se presenta, que forma parte de una Tesis Doctoral, ha sido diseñado para analizar la evolución emocional de los maestros en formación a lo largo de su formación científica durante su formación universitaria tras realizar diversas intervenciones en el aula de ciencias. Para ello se realizó un análisis diagnóstico inicial, cuando los futuros maestros se encontraban en 2º curso (2018/2019), revelando la existencia de emociones negativas hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, una baja percepción de autoeficacia y numerosas ideas alternativas hacia los contenidos de física y química y biología y geología. Para modificar estas predisposiciones indeseables, se diseñaron e implementaron diferentes estrategias didácticas durante los siguientes tres cursos, y finalmente en el 4º año (2020/2021) se volvieron a recoger datos referentes a sus emociones, autoeficacia y conocimientos científicos. Todas las intervenciones han sido diseñadas para que los futuros maestros trabajen de forma autónoma y colaborativa, siendo los protagonistas de sus procesos de aprendizaje.

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación cuantitativa y longitudinal que se ha llevado a cabo con 144 estudiantes matriculados en 2º curso del grado de Educación Primaria en el curso 2018/2019 y que han realizado durante tres cursos un programa metacognitivo de intervención emocional que ha consistido en la realización de actividades prácticas en las tres asignaturas de ciencia del grado: 2º curso Didáctica de la Materia y la Energía; 3º curso Didáctica del Medio Físico y los Seres Vivos; 4º curso Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria. Para la recogida de datos se ha utilizado un cuestionario donde se le sugerían las emociones de la tabla 1 y se les pedía que señalaran con una “X” aquellas que habían sentido. Los datos se han recogido en dos ocasiones: antes de comenzar el programa (pre-test) y una vez cursadas las asignaturas de ciencias el grado (post-test). Las emociones seleccionadas y la taxonomía empleada se basan en años de estudios de emociones en el departamento. El cuestionario está validado y disponible en el anexo del trabajo de Hernández-Barco y Corbacho-Cuello (2021).

Tabla 1. Emociones utilizadas en la investigación

Positivas	Negativas
Alegría	Aburrimiento
Confianza	Ansiedad
Diversión	Miedo
Entusiasmo	Nerviosismo
Satisfacción	Preocupación
Sorpresa	Rechazo

RESULTADOS

En este trabajo se presenta la evolución emocional que ha experimentado una muestra de maestros en formación antes y después de realizar un programa metacognitivo y emocional en las distintas asignaturas de ciencias. En la figura 1 se muestra la evolución que experimentan las emociones positivas hacia la física y la química y hacia la biología y la geología: inicialmente (pre-test) los futuros maestros señalaron menos emociones positivas hacia las dos áreas científicas. A la derecha del gráfico se observa cómo el porcentaje de emociones negativas hacia la física y la química (que inicialmente superaba en porcentaje al de emociones positivas) no sufre a penas variación antes y después de cursar las asignaturas de ciencias. En el caso de la biología y geología desciende el porcentaje de emociones negativas.

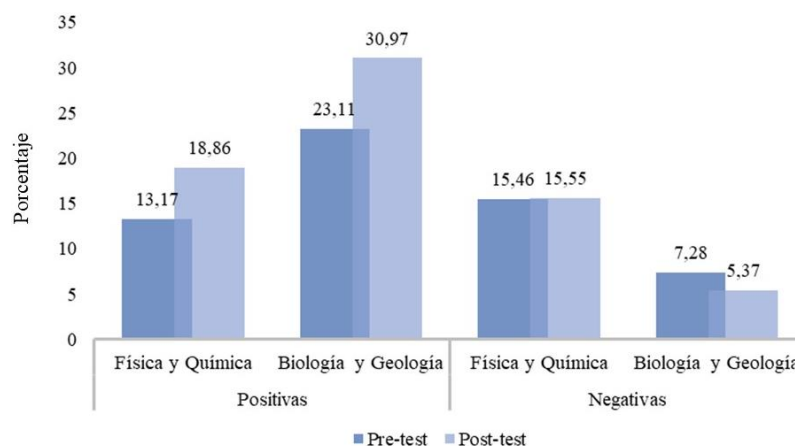


Figura 1. Evolución emocional hacia las diferentes áreas científicas

Antes y después de cursar las asignaturas de ciencias, los maestros en formación han señalado más emociones positivas hacia biología y geología que hacia la física y química. La emoción más señalada en ambas áreas científicas es el entusiasmo, seguido de la confianza en el caso de la biología y geología y por preocupación en el caso de física y química. Por otro lado, la emoción positiva que menos han señalado los estudiantes hacia la física y la química es alegría, mientras que para la biología y geología es la sorpresa.

En el post-test la emoción negativa menos señalada es ansiedad en los dos casos. En cuanto a la emoción que menos han señalado los estudiantes con relación a la física y química es la alegría, y para la biología y geología es ansiedad.

Para saber si estas diferencias son significativas, se ha aplicado la U de Mann Whitney, donde se han comparado las frecuencias medias de emociones positivas y negativas para las dos áreas científicas antes y después de cursar las asignaturas de ciencias. Los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Prueba U de Mann Whitney

		<i>p</i>
Física y química	Emociones positivas	<.001
	Emociones negativas	0.316
Biología y geología	Emociones positivas	0.001
	Emociones negativas	0.002

Tras aplicar la prueba U de Mann – Whitney para dos muestras independientes, obtenemos diferencias estadísticamente significativas en las emociones positivas hacia la física y química ($p < 0.001$) y hacia la biología y geología ($p = 0.001$), y en las emociones

negativas hacia la biología y geología ($p=0.002$), pero no así hacia la física y química ($p=0.316$).

DISCUSIÓN

La inclusión del dominio afectivo y las emociones en la didáctica ha supuesto un cambio de rumbo que ha llevado a la reorganización de objetivos y plantea el desarrollo de nuevas competencias necesarias en las sociedades de hoy en día. Este nuevo enfoque convierte al estudiante en el centro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, que promueve las construcciones personales propias de cada alumno considerando además sus conocimientos previos (Anđelković et al., 2018). Es necesario que tanto el profesorado en activo como en formación, sean conscientes de sus propias emociones y de qué efectos pueden generar a través de su actividad de aula, sobre todo en esas áreas que generan emociones negativas como la física y la química (Dávila-Acedo, 2017). La biología es la ciencia favorita por los maestros en formación y genera muy pocas emociones negativas (Ochoa-De Alda et al., 2019).

En otros estudios realizados con maestros en formación en la que se ha trabajado el cambio emocional que supone cursar la asignatura de didáctica de la materia y la energía (Pipitone et al., 2019) también se observa un cambio emocional y de actitudes frente a las ciencias, y asocian esa mejora emocional a la metodología (impartición de clases donde el alumno asume gran parte del protagonismo, mostrando la conexión de la ciencia con su día a día...); a aspectos afectivos, como el vínculo que se crea entre los docentes de la asignatura y los maestros en formación; a mejorar su autoeficacia. Sin embargo, aún conservan una visión de las clases teóricas muy negativa.

Dávila-Acedo (2017) encuentra como principal causa generadora de emociones la metodología. En esta investigación se ha tenido en cuenta principalmente ese factor a la hora de realizar las intervenciones, de esta forma se pretende despertar consciencias a los futuros maestros para que den importancia a su actuación en el aula como docentes y hacerles responsables a través de su implicación social del desarrollo humano y científico, implementando en el aula de ciencias de estrategias didácticas promotoras de experiencias positivas en el alumnado de primaria.

CONSIDERACIONES FINALES

En la comunicación se describe un estudio longitudinal realizado durante la formación científica de maestros y se presentan los datos relativos al rendimiento afectivo tras la implementación de un programa metacognitivo y emocional. Los resultados revelan que se produce un aumento en el porcentaje de emociones positivas señaladas hacia el área de la física y la química, y también hacia la biología y geología. En el caso de la física y la química, los futuros maestros manifiestan sentir más emociones positivas como la confianza o la diversión una vez finalizan sus estudios, sin embargo, no disminuye de forma significativa el porcentaje de emociones negativas. Con respecto a la biología y la geología es significativo el aumento de emociones positivas (como la confianza y la satisfacción) y la disminución de emociones negativas. Es innegable la enorme influencia que ejercen las emociones en los procesos de enseñanza y aprendizaje y esto se vuelve especialmente relevante en las materias que despiertan emociones negativas, como la física y la química. Para poder revertir estas emociones negativas es necesario un profesorado científica y emocionalmente competente, que esté dispuesto a implicarse con el grupo y realizar actividades científicas alejándose de las tradicionales clases transmisivas siguiendo el libro de texto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación (PID2020-115214RB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033) [AEI/FEDER, EU]; la Junta de Extremadura [Grant GR21047] y el Ministerio de Ciencia e Innovación [BES-2017-081566].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andelković, S., Dedjanski, V., y Pejic, B. (2018). Pedagogical benefits of fieldwork of the students at the Faculty of Geography in the light of the Bologna Process. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(1), 110–125. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1379058>
- Dávila-Acedo, A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(3), 570–586. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.05
- Hernández del Barco, M. A., y Corbacho-Cuello, I. (2021). Dominio afectivo e inteligencias múltiples de maestros en formación de la Universidad de Extremadura. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(2), 33–53. <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.2.7087>
- Ochoa-De Alda, J. A. G., Marcos-Merino, J. M., Gómez, F. J. M., Mellado, V., y Esteban, M. R. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 37(2), 43. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2598>
- Pipitone, C., Guitart, J., Agudelo, C., y García, À. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 41–54. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4608>
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 4(3), 417–441. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.03

LÍNEA 6. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

Simposio 2

¿QUÉ MODELO DE MAESTRAS Y MAESTROS DE INFANTIL
ESTAMOS CONSTRUYENDO DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS
CIENCIAS EXPERIMENTALES PARA AFRONTAR SU FUTURO
RETO PROFESIONAL?

José Cantó Doménech

(Coord.)

La formación inicial de maestras y maestros (FIM) de Educación Infantil es el primer paso en la adquisición y el desarrollo de competencias profesionales que se completarán en el ejercicio profesional en la escuela. Por ello, los modelos que se presentan desde nuestra área de conocimiento, son cruciales para conformar las prácticas docentes que desarrollarán posteriormente en el aula. En este simposio presentamos una serie de investigaciones y experiencias, en el contexto de la FIM, que abordan diferentes aspectos en la construcción de un modelo de docente con características concretas: cercano al contexto natural, abierto a los nuevos retos que la tecnología nos ofrece, competente digitalmente, reflexivo en su propia práctica docente y que sabe adaptarse a los retos y circunstancias de un mundo en permanente cambio. El simposio lo componen cinco comunicaciones de seis universidades, que permiten avanzar en la construcción, desde nuestra área de conocimiento, de ese modelo profesional de maestra y maestro de Educación Infantil del siglo XXI.

Comunicaciones:

- Aprendizaje en la naturaleza cercana: tridimensional *learning* y argumentación con el alumnado del grado de infantil en la charca didáctica y en el parque.
Josu Sanz y Lidia Caño. Universidad del País Vasco.
- Análisis de la implementación de la asignatura de *Introducción de la robótica en Educación infantil* en la Universidad de Córdoba.
Manuel Mora, Sebastián Rubio y José Joaquín Ramos. Universidad de Córdoba.
- Desarrollo de competencias digitales docentes en el futuro profesorado de educación infantil desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Juan-Francisco Álvarez-Herrero. Universidad de Alicante
- Qué piensa el profesorado en formación de educación infantil sobre qué ciencia enseñar y cómo hacerlo.
María A. Lorenzo, Nuria Castiñeira, Mercedes Varela y Uxío Pérez. Universidad de Vigo
- Evaluando competencias profesionales específicas de ciencias en el Grado de Educación Infantil en el contexto de la Covid-19.
Carlos de Pro¹, Francisco Javier Robles¹ y José Cantó². ¹Universidad de Murcia y ²Universidad de Valencia

Aprendizaje en la naturaleza cercana: aprendizaje tridimensional y argumentación con el alumnado del Grado de infantil en la charca didáctica y en el parque

Josu Sanz Alonso ¹, Lidia Caño Pérez ².

Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), josu.sanz@ehu.eus ¹, lidia.cano@ehu.eus ²

RESUMEN: Hemos querido implicar a nuestro alumnado del Grado de Educación Infantil en una iniciativa consistente en aprovechar la naturaleza cercana a la Facultad, y en especial una charca creada el curso anterior, para desarrollar actividades de educación para infantil. Y es que cualquier espacio natural, desde un parque urbano a una pequeña charca, ofrece oportunidades para trabajar intencionalmente la competencia científica, si la maestra es capaz de valorar la potencialidad educativa de cada espacio identificando qué contenidos científicos y qué conceptos transversales trabajar y a través de qué procesos se pueden promover (*tridimensional learning*). Los resultados de esta iniciativa indican que el alumnado en formación ha propuesto actividades centradas en contenidos relacionados con las ciencias naturales y las ciencias de la Tierra, basadas principalmente en la observación y tomando como ejes transversales el cambio y las causas y efectos. Se ha denotado también una significativa comprensión del modelo de ecosistema en las representaciones que han realizado de la charca.

PALABRAS CLAVE: Ecosistema, charca didáctica, educación infantil, conceptos transversales, profesorado en formación.

ABSTRACT: We have involved our undergraduate students in an initiative consisting on identifying the educative potential of the nature surrounding our Faculty, especially a pond created the previous year. Any outdoor nature space, an urban park or a small pond, offers opportunities to intentionally work on the scientific competence if the teacher is able to assess the educational potential of the space, i.e. identifying which scientific contents and which transversal concepts to work on and activating the scientific processes can be promoted (three-dimensional learning). The results of this initiative indicate that the students have proposed activities focused on natural sciences and Earth sciences, based on observation practice and working mostly in the crosscutting concepts 'change' and 'causes and effects'. A significant understanding of the ecosystem model has also been noted in the student's representations of the pond.

KEY-WORDS: Ecosystem, didactic pond, early childhood education, crosscutting concepts, pre-service teachers.

INTRODUCCIÓN

Muchas escuelas, sobre todo en Educación Infantil, están aprovechando cada vez más los espacios exteriores, bien naturalizando el patio, cuidando de un huerto, poniendo en valor algún espacio verde cercano, o bien incluso a través de la construcción de una charca didáctica, que es uno de los recursos educativos que está teniendo un mayor auge en estos últimos tiempos. Si bien la naturaleza nos induce actitudes positivas –y es cierto que muchos estudios otorgan beneficios actitudinales, emocionales y cognitivos a la educación en la naturaleza (García-González y Schenetti 2019)–, el mero hecho de ‘salir fuera’ no es garantía de que se produzca un aprendizaje. En ese sentido, el/la docente de infantil debe tener una intencionalidad manifiesta para saber qué conceptos y qué procesos se pueden trabajar en cada espacio (Gomes y Fleer 2018). Es decir, debe ser científicamente competente para determinar qué potencialidad le ofrece cada recurso, sea un patio, un huerto o una charca, y ahondar así en los aspectos clave y significativos del currículum que se puedan trabajar en ese espacio para conectarlo con lo que se trabaja en el aula.

A partir de ahí, si trabajamos los espacios fuera del aula desde una perspectiva de la indagación y la competencia científica, podemos lograr un modo de involucrar a los niños con esa naturaleza cercana, para que se puedan generar emociones positivas, sentimientos de apropiación y cuidado hacia el espacio y sus seres vivos. Y es que para generar un sentimiento de apego y protección primero hemos de poder conocer y comprender los elementos, procesos, seres y relaciones que se dan en esos espacios.

Existen un buen número de trabajos en los que se ha analizado el desarrollo de la competencia científica, tanto de los niños de infantil como del propio profesorado en formación, en escenarios como el huerto, el río o las salidas de campo (Bravo et al. 2021), pero no son muy abundantes los que han analizado el potencial de la charca como recurso educativo. Los pocos estudios que se han encontrado abordan aspectos tan interesantes como la modelización, la argumentación y la mejora de actitudes ambientales (Lehrer y Schauble 2012, López y Jiménez-Aleixandre 2007, Sousa, Quintino, Palhas, Rodrigues y Teixeira 2016), si bien son muy puntuales los trabajos que abordan la charca desde la etapa de infantil (Coffey y Sterling 2003).

Y es que la charca, bien sea natural o bien haya sido creada por el propio centro educativo, es especialmente representativa para trabajar el modelo de ecosistema, que en ocasiones es difícil de comprender para los estudiantes, y también para abordar aspectos como la variabilidad, la competencia, los cambios de población u otros aspectos de la ecología. En niveles educativos más elementales se pueden trabajar en la charca el modelo de ser vivo o actividades simples de observación de especies representativas como los odonatos o los anfibios, muy significativos estos últimos para los más pequeños.

Los resultados de este trabajo tienen su punto de partida en el programa formativo ‘Natura Ikasgela-La naturaleza como aula’ compuesto por una serie de cuatro charlas-talleres de expertos que se celebraron entre noviembre y diciembre de 2021 en el marco de la asignatura ‘Las ciencias experimentales en el aula de educación infantil’ de tercer curso del Grado. Como complemento a esas charlas (Patios naturales y aprovechamiento de espacios exteriores en infantil, Conocimiento de la charca, Taller de ilustración científica y Taller de plantas y animales), y tomando como referencia la charca creada en la propia Facultad y dos parques urbanos de las inmediaciones, cada grupo de alumnos, 13 grupos de unas 4-5 personas, debía de desarrollar un portfolio con dos tareas fundamentales: proponer una serie actividades para trabajar la competencia científica con el alumnado de

infantil en el parque y otra serie de actividades para la charca, además de una representación gráfica y escrita de la misma charca como modelo de ecosistema.

Tomando como base el análisis de las producciones del alumnado se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué potencialidad ofrecen para el alumnado en formación los recursos naturales cercanos a la Facultad? Es decir, ¿qué tipo de actividades proponen para trabajar ciencia desde un punto de vista tridimensional con los niños en la charca y en el parque?
2. ¿Qué grado de entendimiento del modelo de ecosistema expresan los/las estudiantes de magisterio en relación a la charca educativa?

METODOLOGÍA

Análisis de la propuesta de actividades para trabajar en Educación Infantil

A cada grupo de estudiantes se le pidió que analizara el potencial de los espacios exteriores para trabajar la competencia científica mediante una rúbrica de análisis basada en tres aspectos. Por un lado, los elementos presentes y materiales que hay disponibles en ese espacio, y por el otro, los contenidos científicos y los conceptos transversales que según el alumnado se podrían trabajar (la rúbrica está accesible en el siguiente enlace <https://ehubox.ehu.eus/s/Q4ebnDWaqCe9qyg>). Este último aspecto, es decir, los conceptos transversales (*crosscutting concepts*) tales como los cambios, las causas y efectos o los patrones, han sido identificados como elementos claves del aprendizaje tridimensional junto a las ideas claves y los procesos científicos (*'tridimensional learning'*, NRC 2007), siendo algunos de ellos especialmente relevantes para trabajar la enseñanza del medio natural.

Una vez hecha esa prospectiva cada grupo propuso en detalle tres actividades para educación infantil para la charca y otras tres para el parque, con la premisa de que se trabajasen diferentes procesos científicos como la observación o la clasificación, donde los niños pudiesen realizar hechos observables y medibles. Cada actividad debía incluir entre otras cosas una descripción de los procesos científicos que se trabajarían, de los citados contenidos científicos y conceptos transversales, además de las preguntas que harían a los niños y un potencial esquema argumentativo que incluía evidencia, justificación y conclusión, siguiendo la pauta de Toumlin (1958). Formar a nuestro alumnado en identificar los elementos de un argumento en un potencial diálogo que tendrían con los niños en el desarrollo de esa actividad es especialmente importante por el papel que tiene el/la docente en fomentar el uso de la evidencia desde edades tempranas (Monteira y Jiménez-Aleixandre 2016). El análisis de estos esquemas argumentativos escritos de cada actividad nos permitió evaluar la consistencia de las preguntas, pero sobre todo de las evidencias, las conclusiones y las justificaciones propuestas (Songer 2012).

Análisis de las ilustraciones de la charca

Adicionalmente, se analizó el grado de entendimiento del modelo de ecosistema a través del análisis de las representaciones gráficas que cada grupo debía de hacer de la charca. Tomando como referencia los tres niveles de componentes de un ecosistema (Del Carmen 1999) se categorizaron los elementos presentes en cada dibujo (que se acompañaba además de una explicación escrita), y así se pudo determinar el grado de complejidad con el que cada grupo representó el ecosistema de la charca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación al tipo de actividades propuestas y los conceptos que se querían trabajar, y siguiendo la categorización de la NRC (2007), en el parque se dieron igual número de actividades relacionadas con las Ciencias biológicas y con la Física y la Química (46% respectivamente) y apenas un 8% relacionadas con las Ciencias de la Tierra (8%). En este caso, puede deberse a que muchas de las actividades propuestas del ámbito de la Física y la Química están relacionadas con las pendientes y las rampas, un tema que los/as estudiantes habían estado trabajando previamente de manera práctica en clase. De hecho, en el análisis de la potencialidad de ambos parques cercanos a la Facultad se detectaron un buen número de elementos como rampas, toboganes o columpios muy apropiados para trabajar la motricidad y el tema de las fuerzas, la velocidad y las distancias. En este mismo ámbito, algunos grupos propusieron también trabajar el tema de las sombras y la luz, aprovechando los elementos naturales presentes y la relación entre la posición del sol y su variación con las horas. El otro tema mayoritario es el de las Ciencias de la Naturaleza en el que principalmente se propusieron la clasificación de hojas y la identificación de especies de árboles, muy en consonancia con una de las charlas formativas que habían recibido. Algunos grupos propusieron actividades algo diferentes como la identificación de insectos o trabajar el ciclo del agua (en el ámbito de las Ciencias de la Tierra). Con respecto a la charca, sí puede decirse que predominaron las actividades relacionadas con Ciencias de la Naturaleza (69%) sobre todo relacionadas con la identificación y clasificación de insectos y de anfibios y con el ciclo de vida de los anfibios, entre otros, muy en relación también con otra de las charlas, en este caso a cargo de la sección de herpetología de la Asociación de Ciencias Aranzadi. El resto de actividades se centran en el ámbito de las Ciencias de la Tierra, proponiendo trabajar el ciclo del agua, los cambios estacionales o mediciones de las dimensiones, la profundidad y las características de la charca que podrían hacerse con los niños (31%).

Con respecto a los procesos científicos que los estudiantes han elegido para llevar a cabo sus actividades la observación/clasificación/comparación es la mayoritaria, tanto para las actividades del parque (61%) como de la charca (53%). Esto concuerda también con el requerimiento de que las propuestas fuesen fáciles de realizar en infantil y tuviesen como objetivo la recogida de evidencias. En menor medida se propusieron predicciones, y control de variables/experimentaciones, sobre todo en el parque (18% y 15% respectivamente), especialmente en las actividades relacionadas con el juego y la física (rampas, toboganes y las causas y efectos). Es destacable que en la charca hubo un porcentaje significativo de actividades donde se eligió las observaciones a largo plazo con la variable tiempo, sobre todo en las actividades relacionadas con el ciclo de las ranas, crecimiento de la maleza alrededor de la charca, o la medición de los cambios en el nivel de agua y el ciclo del agua.

En relación a los conceptos transversales hemos cuantificado tres grupos por grado de utilización. Los más empleados tanto en la charca como en el parque fueron los ‘Cambios’ y las ‘Causas y efectos’, además de ‘Escalas y proporciones’. Seguidamente, con una utilización media encontramos a los ‘Patrones’, ‘Funciones’ y ‘Sistemas’ tanto en el parque como en la charca. El alumnado en muy pocas ocasiones ha mencionado ‘Energía y materia’ en la descripción de sus actividades, solo en la charca en las actividades relacionadas con el ciclo del agua. Es cierto que este tema de los conceptos transversales es uno de los que más les ha costado comprender. Y aunque en muchas ocasiones han tenido dudas o los han confundido y utilizado erróneamente, después de haberlos trabajado en clase podemos decir que sí han comprendido que son conceptos que pueden

aplicarse y ser válidos para diferentes contenidos científicos, y sobre todo, que ayudan a profundizar en estos (Goggins et al. 2019).

El primer análisis general de los esquemas argumentativos que acompañaban a las actividades propuestas indica que en muchas ocasiones prevalecieron las preguntas abiertas sobre las cerradas. Otro aspecto a destacar es la confusión en algunos grupos al definir las justificaciones, que confundían con evidencias. Por otro lado, muchas de las justificaciones no solían ofrecer ‘backing’ científicos, denotando quizás que siendo el objetivo un potencial dialogo con los niños quizás nuestro alumnado no consideró necesario incidir en aspectos demasiado teóricos.

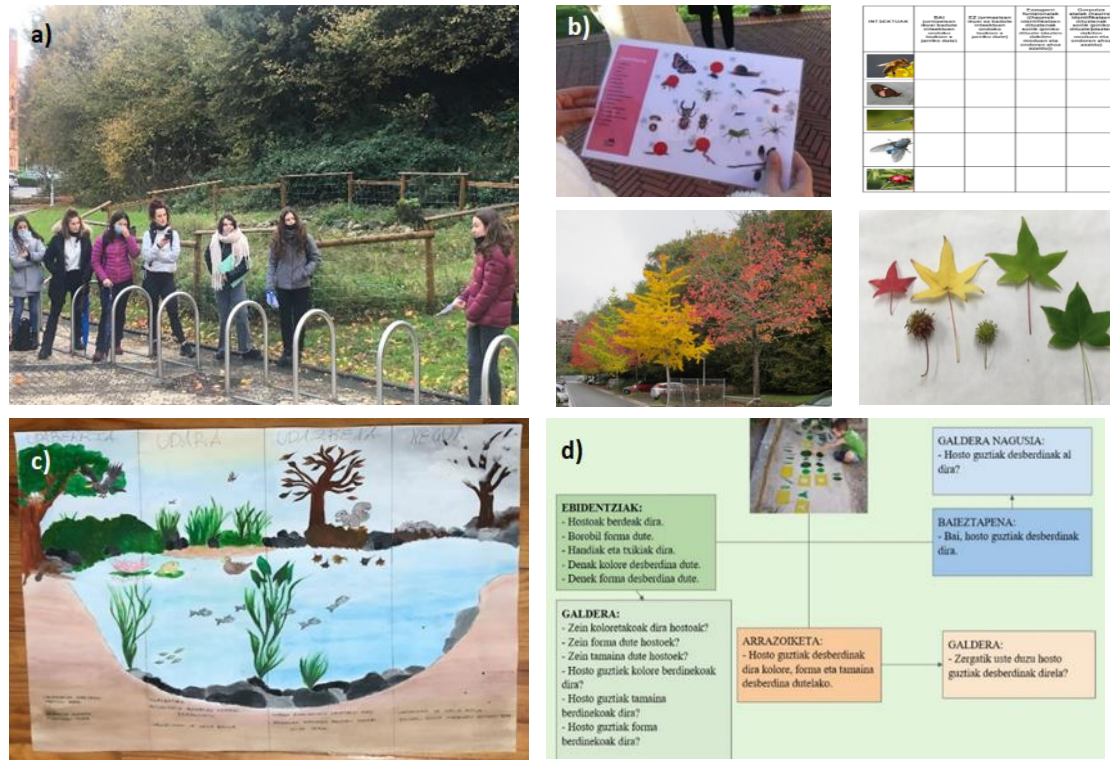


Figura 1. De arriba abajo y de izquierda a derecha: a) Charla formativa en la charca (al fondo), b) Ejemplos de actividades para infantil propuestas por el alumnado, c) Representación gráfica de la charca realizada por un grupo (con la temática del cambio estacional), d) Esquema argumentativo de una de las actividades propuestas.

Por último, del análisis de los dibujos de cada grupo se pudo comprobar en su mayoría un alto entendimiento del ecosistema de la charca. Si bien cada grupo en su dibujo decidió representar algún aspecto concreto como los cambios estacionales (Figura 1c), las relaciones tróficas o la metamorfosis de los anfibios, el análisis y categorización de las explicaciones demostró que casi todos los grupos tomaban en consideración aspectos relacionados con los tres niveles que definen el modelo: los límites y dimensiones del ecosistema y los elementos (vivos y no vivos) que lo componen (nivel 1), las relaciones entre estos y los cambios que afectan y se producen en el ecosistema (nivel 2) y el impacto humano, las relaciones del ecosistema con el exterior (nivel 3). Es interesante destacar como a pesar de algunas concepciones erróneas (e.g. ‘los animales que vienen de fuera, por ejemplo a por comida, pueden tener un impacto negativo en el ecosistema’), en general identifican muy bien cadenas tróficas (‘los insectos y anfibios de la charca, y las aves que la visitan, se relacionan por el ciclo trófico’) y las relaciones materia-energía (‘el sol es necesario para la vida en la charca’), o la necesidad de conectar la charca con el entorno (‘no se debería de cortar la hierba alrededor y así se conectaría más la charca

con el bosque del al lado'). Es decir, no se ha detectado en general un pensamiento antropocéntrico ni una ausencia de consideración hacia procesos que no se perciben a simple vista (Korfiatis 2018), a pesar de que la formación recibida en los talleres y en la propia asignatura no ha sido tan exhaustiva en contenidos de ecología.

A modo de conclusión puede decirse que esta iniciativa ha conseguido que nuestro alumnado vea la potencialidad educativa de los dos espacios naturales más próximos a nuestra Facultad como son la charca y el parque urbano, unos recursos que hasta ahora escapaban a su mirada. El objetivo que subyace de esta experiencia es que en un futuro cercano estos maestros y maestras sean capaces de aprovechar esos entornos naturales o naturalizados que les ofrezca su futura escuela y el entorno donde se ubica, detectando esas oportunidades para trabajar no solo conceptos, sino también procesos y conceptos transversales. Cualquier espacio fuera del aula, esté más o menos naturalizado, ofrece innumerables oportunidades de hacer ciencia con los niños si sabemos cómo mirarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J. L., Mellado, V., Conde, M. C. (2021). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 10, 172–198.
- Coffey, A. L. y Sterling, D. R. (2003). It's a frog's life. *Science and Children*, 172–198.
- Del Carmen, L. (1999). El estudio de los ecosistemas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 20, 47–54.
- García-González, E. y Schenetti, M., (2019). Las escuelas al aire libre como contexto para el aprendizaje de las ciencias en infantil. El caso de la Scuola nel Bosco Villa Ghigi. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(2), 2204. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2204
- Goggins, M., Haas, A., Grapin, S., Llosa, L., y Lee, O. (2019). Integrating Crosscutting Concepts into science instruction. *Science and Children*, 57(2), 56–61.
- Gomes, J. y Fleer, M. (2018). Is Science Really Everywhere? Teachers' Perspectives on Science Learning Possibilities in the Preschool Environment. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9760-5>
- Korfiatis, K. (2018). Ecology. En Kampourakis, K., & Reiss, M. J. (Eds.). *Teaching biology in schools: Global research, issues, and trends* (pp. 153–163). Routledge.
- Lehrer, R. y Schauble, L. (2012). Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. *Science Education*, 96, 702-724.
- López, R. y 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.
- Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232–1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- National Research Council (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K–8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Songer N. B. y Gotwals A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141–165.
- Sousa, E., Quintino, V., Palhas, J, Rodrigues, A.M. y Teixeira, J. (2016). Can environmental education actions change public attitudes? An example using the pond habitat and associated biodiversity. *PLoS ONE*, 11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154440>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Nueva York: Cambridge University Press.

Análisis de la implementación de la asignatura de “Introducción a la Robótica en Educación Infantil” en la Universidad de Córdoba

Manuel Mora Márquez, José Joaquín Ramos Miras, Alicia Jurado López, Sebastián Rubio García
Universidad de Córdoba

RESUMEN: La Robótica Educativa, en los últimos años y gracias a su inclusión en los currículos de Educación Secundaria Obligatoria (en el área de Tecnología) y de Educación Primaria, se ha convertido en una herramienta didáctica de un amplio espectro a la hora de poner en marcha situaciones de enseñanza-aprendizaje donde volcar no solamente conceptos científico-tecnológicos sino de carácter transversal y que atañen a la actual sociedad, altamente tecnologizada, del siglo XXI. En este sentido y teniendo en cuenta esa corriente de *cientificación* de los currículos, desde el curso 2019/2020 se ha puesto en marcha la asignatura optativa del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Córdoba “Introducción a la Robótica en Educación Infantil”, cuyos primeros pasos se muestran a modo de análisis en esta comunicación.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, Robótica Educativa, Enseñanza-Aprendizaje

ABSTRACT: Educational Robotics, in recent years and thanks to its inclusion in the curricula of Compulsory Secondary Education (in the area of Technology) and Primary Education, has become a broad-spectrum didactic tool when it comes to implementing teaching-learning situations where not only scientific-technological concepts are regarded, but also transversal concepts that concern today's highly technological society of the 21st century. In this sense, and taking into account this trend of curriculum scientisation, since the 2019/2020 academic year, the optional subject "Introduction to Robotics in Early Childhood Education" has been launched in the Degree in Early Childhood Education at the University of Cordoba, the first steps of which are shown as an analysis in this communication.

KEYWORDS: Early Childhood Education, Educational Robotics, Teaching and Learning

INTRODUCCIÓN

La Robótica Educativa (en adelante, RE) se ha ido asentado, en estos últimos años, como herramienta didáctica y pedagógica a la hora de trabajar conceptos de carácter científico-tecnológico en el aula (Lombana, 2015), en la mayoría de los casos bajo el prisma de la educación no formal. Esta herramienta se fundamenta en las metodologías del juego experimental y del aprendizaje por descubrimiento, metodologías que permiten un aprendizaje significativo y que sitúa al alumnado como centro del proceso de enseñanza-aprendizaje (en adelante, E-A).

La Robótica tiene como fundamento diseñar e implementar innovaciones desde el plano tecnológico (Reyes, 2011), encontrándose presente en multitud de dispositivos electrónicos cotidianos, hecho que la capacita como herramienta clave para atender las necesidades de la sociedad altamente tecnolozada del siglo XXI (Baturone, 2005). Este trabajo sistemático de la Robótica y la forma de resolver e interaccionar con problemáticas actuales ha hecho de la RE una herramienta de aula en pos de resolver estrategias de E-A, con un rol fundamental a la hora de trabajar conceptos científicos-tecnológicos, en contextos que van desde la educación formal a la no formal (Rubinacci, Ponticorvo, Passariello y Miglino, 2017). De esta forma, la RE se define como una herramienta de apoyo en el proceso de E-A que, mediante la metodología del trabajo por proyectos (Miller y Nourbakhsh, 2016), consigue facilitar el aprendizaje y mejorar las competencias generales (Benarroch Benarroch y Núñez, 2015). Numerosas investigaciones sitúan las bondades de la RE como una innovación que se localiza en el plano intermedio entre los discentes y la resolución de problemas (Chavarría y Mella, 2010), permitiendo el trabajo de competencias básicas como el análisis y resolución de problemas, el pensamiento científico y el desarrollo social y habilidades comunicativas, entre otras (Ocaña, 2010). En este sentido, la educación STEM entra en sinergia con estas bondades de la RE, proponiéndose en los últimos años numerosas estrategias de E-A en el aula donde se proponen la resolución de problemas a través de la lógica y la metodología científica.

METODOLOGÍA

En este trabajo, se muestran los resultados de una investigación que pretende explorar el uso de la RE en el aula de Educación Infantil, a través de la implementación de la asignatura optativa del cuarto curso del Grado en Educación Infantil “Introducción a la Robótica para Educación Infantil”, de reciente creación en la Universidad de Córdoba, asignatura que responde a la necesidad de un currículo con un aumento de los contenidos científicos-tecnológicos. Para ello, la muestra de trabajo ha sido de un N=54, correspondiente al alumnado del primer curso de implementación, el curso 2019/2020.

Para llevar a cabo la investigación, se empleó un instrumento cuestionario diseñado exprofeso donde, agrupados por bloques, se analizaba el uso de la RE en el aula (Sánchez, 2019); la percepción general de la RE como herramienta de uso del proceso E-A, a partir de una escala actitudinal (Yalcin, Kahraman y Yilmaz, 2020) y la percepción de la RE como herramienta de mejora en el aula (Ertmer y col, 2012). Para el análisis, se usó el programa de estadística SPSS en la versión 25.0, donde se codificaron respuestas para obtener frecuencias absolutas, análisis de varianza y correlaciones entre los datos obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La puesta en marcha de la asignatura, de la cual solamente es objeto de este estudio la percepción del alumnado, tuvo como objetivo la necesidad formativa en herramientas innovadoras en estrategias E-A en el aula, versada en el uso de las nuevas tecnologías.

La muestra sobre la que se ha realizado el estudio está compuesta por 54 individuos, de los cuales 51 son mujeres (94.4%) y 3 son hombres (5.6%), con un itinerario de acceso mayoritario del Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales (53.7%).

Para ver de dónde partía la muestra con respecto a los conocimientos previos, se realizaron una serie de preguntas que, una vez agrupadas e inferidas las frecuencias de las mismas, se pueden observar en la figura 1. Como se desprende de la misma, el promedio

de estas frecuencias fue de 2.09, apreciándose que partíamos de un conocimiento pobre en los contenidos relacionados con la RE.

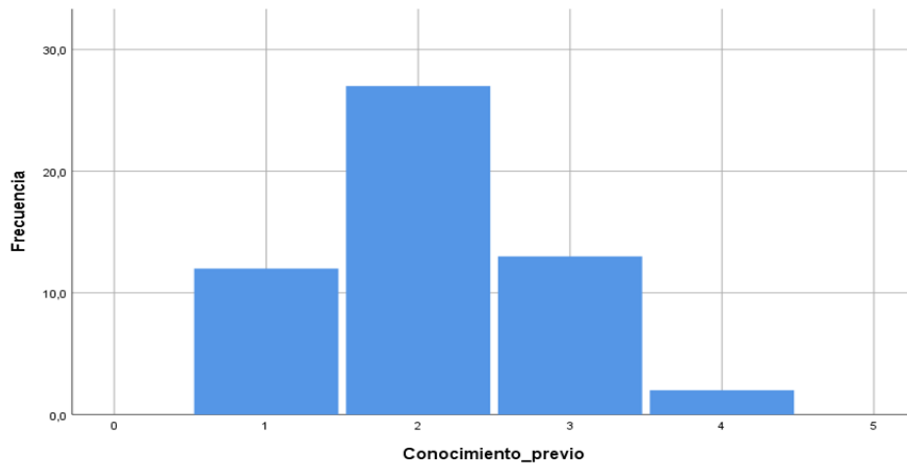


Figura 1. Conocimiento previo en RE del alumnado de la asignatura

Paralelamente a este estudio de ideas previas, un 70.4% de los encuestados consideraba que su nivel de competencia digital se correspondía con un nivel intermedio, mientras que el 29.6% restante declaraba tener un nivel de usuario. Sin embargo, la puesta en marcha de variadas sesiones prácticas con robots comerciales, montajes con LEGO® o diseño 3D con Tinkercad, por citar algunos ejemplos, dejó una valoración altamente positiva por parte del alumnado, con una puntuación media de 4.35 sobre 5, puntuación donde resaltaba la valoración de la puesta en marcha de las propuestas didácticas en el aula (4.48 sobre 5) frente al contenido teórico desarrollado en la asignatura y su implementación didáctica (4.28 sobre 5).

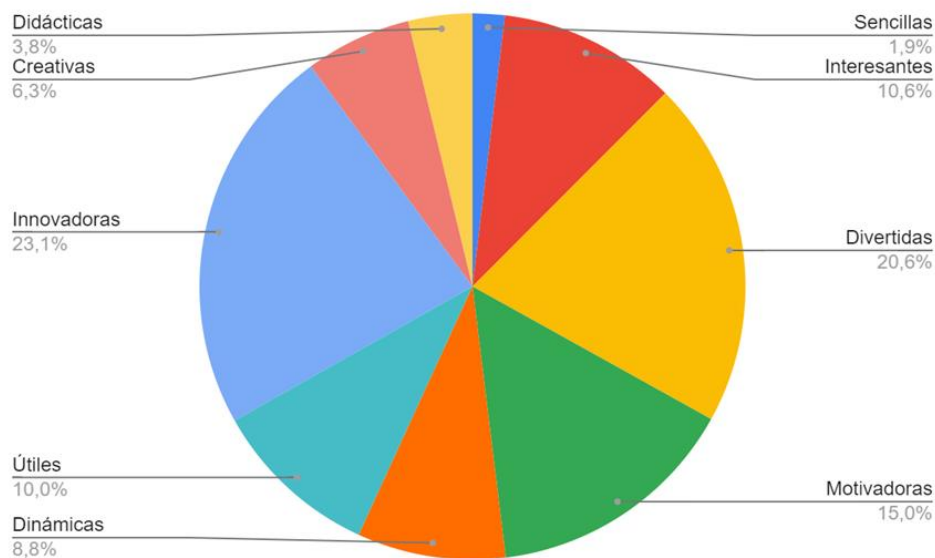


Figura 2. Respuestas sobre los adjetivos empleados por el alumnado para describir su opinión sobre las aplicaciones robóticas y su uso en el aula

En una pregunta de carácter cualitativo, se solicitó a lo encuestados que calificaran la asignatura y las estrategias E-A desarrolladas durante el transcurso de ésta. Las respuestas categorizadas y agrupadas se muestran en la figura 2, donde observamos que el adjetivo

que destaca para calificar las aplicaciones robóticas es innovadoras, aunque también les parecieron divertidas, motivadoras e interesantes.

A continuación, los encuestados respondieron a 5 apartados donde se quería chequear cómo veían esta herramienta RE en el aula con respecto a las competencias STEM (bloque 1), la percepción de la RE como herramienta de aula a través de una escala actitudinal (bloque 2), la RE como herramienta de mejora de las estrategias E-A (bloque 3), la RE como herramienta educativa con doble enfoque (aprendizaje desde la tecnología y aprendizaje con la tecnología) (bloque 4) y las dificultades del uso de la RE en el aula (bloque 5). En la tabla 1 se recogen algunas de las preguntas realizadas con el promedio obtenido y su desviación estándar.

Tabla 1. Resultados del análisis del uso de la RE como herramienta de aula para la mejora de las estrategias E-A

Número de pregunta	Pregunta	Promedio	Desviación estándar
<i>El uso de la RE como herramienta de aula y las competencias STEM (bloque 1)</i>			
1	Pienso que el aprendizaje de las competencias STEM es importante dentro de la educación reglada	4.46	0.539
2	Pienso que las áreas de conocimiento que se trabajan con las competencias STEM son importantes para mi futuro trabajo	4.44	0.718
3	Tengo habilidades suficientes para desarrollar competencias STEM en mis futuras aulas de Educación Infantil	3.52	0.818
4	Creo que el aprendizaje de las competencias STEM es necesario para ayudar a solventar los problemas de la sociedad actual	3.87	0.891
<i>Escala actitudinal para analizar la percepción general de la RE como herramienta de aula (bloque 2)</i>			
5	Pienso que desarrollar aplicaciones robóticas es interesante para mi futuro trabajo en las aulas de Educación Infantil	4.61	0.596
6	Me gustan las aplicaciones robóticas en general	4.26	0.782
7	Me gustaría desarrollar nuevas aplicaciones robóticas para su uso en el aula	4.13	0.933
8	Me gustaría conocer más sobre las aplicaciones de codificación (lenguaje de programación como el Scratch) en robótica	4.24	0.950
<i>La RE como herramienta de mejora (bloque 3)</i>			
9	La RE centrada en el currículo, como herramienta de ampliación y conexión entre las materias de una forma transversal y dentro de un enfoque multidisciplinar	4.33	0.700
10	La RE centrada en los estándares de aprendizaje, como elemento integrador para comprender ideas abstractas y complejas	4.04	0.931
11	La RE como herramienta de aplicación de conocimientos en la resolución de problemáticas reales	4.15	0.763
12	La RE como herramienta integradora en la puesta en marcha de contenido multidisciplinar	4.28	0.763
<i>La RE dentro del proceso E-A (aprendizaje desde la tecnología y aprendizaje con la tecnología) (bloque 4)</i>			
13	El diseño de robots y/o aplicaciones robóticas permiten diseñar propuestas didácticas que involucran la resolución de problemas centradas en el alumnado y en sus intereses	4.46	0.636
14	En el diseño de propuestas didácticas usando la robótica se potencia el trabajo colaborativo del alumnado	4.67	0.514
15	El uso de la robótica y su integración en el aula potencia el aprendizaje de conceptos científico-tecnológicos y así es percibido por el alumnado	4.59	0.599
16	La adquisición de conocimientos STEM por parte del alumnado dentro de las actividades de robótica es fundamental para el diseño de propuestas didácticas para el aprendizaje de conceptos científico-tecnológicos	4.39	0.712

Dificultades del uso de la RE en el aula

17	La falta de formación del profesorado es una de las limitaciones más importantes del uso de esta herramienta	4.76	0.473
18	La falta de motivación del alumnado en el uso de esta estrategia didáctica es una de las limitaciones más importantes a la hora de implementar propuestas didácticas basadas en la robótica	3.28	1.497
19	La dificultad de encontrar herramientas didácticas que permitan el trabajo bajo el enfoque de la robótica es una de las limitaciones más importantes	3.74	1.085
20	La no integración de la robótica dentro del currículo es una de las limitaciones más importantes a la hora de implementar posibles propuestas didácticas	3.63	1.186

Atendiendo a las respuestas del bloque 1, cabe destacar la elevada valoración que merecen las competencias STEM dada su importancia tanto actual como futura, si bien es cierto que el alumnado señala no tener elevadas habilidades para llevar a cabo situaciones de E-A en el aula relacionadas con la robótica (pregunta 3). En el bloque 2, donde se realizaba una escala actitudinal para ver la percepción de la RE en el aula, se pone en valor la alta puntuación en preguntas basadas en el lenguaje de codificación Scratch (pregunta 8), además de aquellas que aluden al desarrollo de aplicaciones robóticas (pregunta 7). Con respecto al bloque 3, la RE como herramienta de mejora, se infiere claramente que la RE constituye una herramienta didáctica para la mejora de las estrategias E-A en el aula, destacando su utilidad como herramienta de programación y su uso como herramienta curricular (pregunta 9). En el bloque 4, donde se chequea la RE como herramienta de doble enfoque didáctico, se pone en valor la misma como potenciadora de estrategias de trabajo colaborativo (pregunta 14). Por último, y aludiendo a las dificultades del uso de la RE en el aula, bloque 5, comentar que la muestra de alumnado encuestado mostraba una mayor diversidad de opiniones, a tenor de los valores de desviación estándar, si bien es cierto que la pregunta en la que más coinciden es la que se refiere a que la falta de formación del profesorado es una de las limitaciones más importantes del uso de esta herramienta en el aula de Educación Infantil, donde el 77.8% de los encuestados está plenamente de acuerdo con esta afirmación, de ahí la importancia de introducir asignaturas de Robótica Educativa en los planes de estudio de los Grados en Educación.

CONCLUSIONES

Implementar nuevas asignaturas en los planes formativos de los Grados de Educación siempre supone un desafío y en todos los casos alude a una necesidad de mejorar el currículo de estos niveles educativos, en clara respuesta a la tecnologización de la sociedad actual.

En el caso expuesto en este trabajo, la puesta en marcha de una asignatura de Robótica en el Grado de Educación Infantil, el alumnado parte además de un nivel de conocimientos bastantes escasos con respecto al contenido científico-tecnológico de la propia asignatura. Sin embargo, los resultados obtenidos, tanto cualitativos como cuantitativos, ponen en valor la necesidad de implementar este tipo estrategias innovadoras en dichos niveles, con la puesta en marcha de situaciones E-A que no solo partan del conocimiento tecnológico o científico, sino que aludan a conocimientos transversales que atiendan a los problemas de la sociedad actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baturone, A. O. (2005). Robótica: manipuladores y robots móviles. Marcombo.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Benarroch Benarroch, A. y Núñez, G. I. (2015). Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos: una propuesta de evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 0009-27.
- Chavarría, M. y Mella, A. S. (2010). La robótica educativa como una innovativa interfaz educativa entre el alumno y una situación-problema. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, (2), 1-12.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59, 423–435.
- Lombana, N. B. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234.
- Miller, D. P. y Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for education. In *Springer handbook of robotics* (pp. 2115-2134). Springer, Cham.
- Ocaña, G. (2010). Robótica en el Aula. Una experiencia tecnológica para el desarrollo de Competencias Básicas. *Paradigma Digital. Revista de Divulgación Educativa*, 12, 160-173.
- Reyes, F. (2011). *Robótica-Control de robots manipuladores*. Alfaomega Grupo Editor.
- Rubinacci, F., Ponticorvo, M., Passariello, R., & Miglino, O. (2017). Robotics for soft skills training. *Research on Education and Media*, 9(2), 20-25.
- Sánchez, T. S. (2019). La influencia de la motivación y la cooperación del alumnado de Primaria con robótica educativa: un estudio de caso. *Panorama*, 13(25), 117-140.
- Yalcin, S. A., Kahraman, S., & Yilmaz, Z. A. (2020). Development and Validation of Robotic Coding Attitude Scale. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(4), 342-352.

Desarrollo de competencias digitales docentes en el futuro profesorado de educación infantil desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales

Juan-Francisco Álvarez-Herrero¹.

¹Universidad de Alicante. juanfran.alvarez@ua.es.

RESUMEN: Las tecnologías digitales, si bien llevan años presentes, en los últimos tiempos se han hecho muy necesarias. Cualquier futuro docente de ciencias, incluso de la etapa de educación infantil, debe ser competente digitalmente. Por ello, en esta investigación se aborda los criterios que se han de cumplir para que un docente sea competente digitalmente, y se establece una propuesta coherente con los mismos, para que cualquier futuro docente de la etapa sea capaz de desarrollar ambas competencias, la científica y la digital. De esta manera, en un futuro, podrá promover sus desarrollos entre su alumnado.

PALABRAS CLAVE: competencia científica, competencia digital, competencias docentes, Educación Infantil

ABSTRACT: Digital technologies, although they have been there for years, in recent times have become very necessary. Any future science teacher, even at the early childhood education stage, needs to be digitally competent. For this reason, this research addresses the criteria that must be met for a teacher to be digitally competent, and a coherent proposal is established with them, so that any future teacher of the stage is able to develop both competencies, the scientific and digital. In this way, in the future, he will be able to promote your developments among your students.

KEYWORDS: scientific competence, digital competence, teaching competences, Early Childhood Education

INTRODUCCIÓN

Cualquier docente, por su condición de formador de personas, sea de la etapa educativa que sea, debe dominar los contenidos que la etapa, nivel y asignatura que imparte. Pero además de ello, en estos últimos tiempos, se hace más necesario si cabe, que además sea competente en otras muchas más habilidades y estrategias, y principalmente que sea competente digitalmente. Y es que, a raíz de la pandemia de la COVID-19, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se han vuelto más necesarias que nunca en todos los ámbitos y muy especialmente en la educación. No se trata pues de una cuestión disciplinar ni tampoco transversal, sino las TIC deben estar presentes en el quehacer diario de cualquier docente (Lund et al., 2014).

Se está hablando y mucho en los últimos años sobre la Competencia Digital Docente (CDD) y más concretamente de los indicadores, los ámbitos y áreas de la misma. Se busca delimitar que requisitos debe cumplir un docente para que pueda ser considerado competente digitalmente (Falloon, 2020). Han sido diversos los estudios que han tratado

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

de fijar estos criterios (Ghomi y Redecker, 2019), o incluso de consensuarlos para tratar de que, por ejemplo, en España, exista un marco común que regule la CDD. Sin embargo, no existe un plan de formación común que establezca y regule la formación en competencias digitales que debe recibir un docente desde su etapa de formación en la universidad hasta que ya es un docente en activo (Galindo-Domínguez y Bezanilla, 2021). En los currículos de los grados de magisterio de las diferentes universidades españolas, no hay un nexo común en el que se aborde esta formación. Los propios estudiantes, futuros docentes de educación infantil, reconocen un conocimiento escaso de las TIC (Casillas et al., 2020). Precisamente dentro de la formación conducente a generar futuros docentes de educación infantil, y más concretamente pensando en dichos docentes y sus funciones a la hora de enseñar a su futuro alumnado, ciencias, es también necesario que sean competentes digitalmente.

Si se parte de la definición de competencia digital docente como: un proceso de aprendizaje permanente que nos capacita para el uso de las TIC en la creación, acceso, análisis, administración, integración, evaluación y comunicación de la información con el claro objetivo de resolver problemas y situaciones en nuestra sociedad digital sometida a un cambio constante (Álvarez-Herrero, 2014); se ve que su relación con la didáctica de las ciencias es más que patente. En definitiva, cuando se resuelven problemas y situaciones de la sociedad, se está poniendo en práctica el método científico y se está haciendo ciencia.

Esta competencia a su vez, se desglosa en 5 ámbitos o áreas:

- A. Información y alfabetización informacional. Ser capaz de: Identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información relevante, evaluando su finalidad y relevancia.
- B. Comunicación y Colaboración. Ser capaz de: Comunicarse en entornos digitales, compartir recursos, conectar y colaborar con otros a través de herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes.
- C. Creación de contenido digital. Ser capaz de: Crear y editar contenidos nuevos (textos, imágenes, videos...), integrar y reelaborar conocimientos y contenidos previos, realizar producciones artísticas, contenidos multimedia y programación informática. Saber aplicar los derechos de propiedad intelectual y las licencias de uso al aula.
- D. Seguridad. Ser capaz de: Proteger los datos, la identidad digital, uso de seguridad, uso seguro y sostenible.
- E. Resolución de problemas. Ser capaz de: Identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones a la hora de elegir la herramienta digital apropiada, acorde a la finalidad o necesidad, resolver problemas conceptuales, problemas técnicos y actualizar la competencia propia y de los alumnos.

Pero la pregunta a hacerse es, ¿cómo encaja todo esto en el desarrollo de la competencia científica de futuros docentes en la etapa de educación infantil para que estos puedan resultar competentes tanto científicamente como digitalmente?

A grandes rasgos, muchos de los criterios establecidos en la competencia digital docente ya vienen recogidos en las diversas definiciones de competencia científica que podemos encontrar en la literatura (Cañas et al., 2007; Laspra, 2018; Napal y Zudaire, 2019), la única salvedad es que la primera exige frente a la segunda, que sea en un entorno o medio digital. Y a su vez, tal y como asegura Cañal (2012): “saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias”, lo que también se puede trasladar a: saber

de TIC no equivale a tener competencia profesional para enseñar con TIC. Es decir, se requiere un desarrollo de competencias profesionales o competencias docentes, que van mucho más allá del conocimiento de contenidos de ciencias y de tecnologías digitales. Máxime cuando lo que se pretende es que en un futuro dichos docentes sean capaces de promover las competencias científicas y digitales de su alumnado (Palaiologou, 2016).

Por ello, y más concretamente centrando nuestro problema en la etapa de educación infantil, de forma similar a como se lo plantean Cantó y de Pro (2019), cabe preguntarse ¿cuál es el objetivo fundamental de la enseñanza de las ciencias en esta etapa?, y ¿cómo debe desarrollarse esta educación científica mediante el uso o la implementación de las TIC en estas edades tempranas?

Tampoco se trata de implementar las TIC en toda acción o intervención que se realice, sino de hacerlas valer cuando aporten un valor añadido en el aprendizaje de las ciencias, primero del futuro docente de educación infantil, para que después este lo haga con su alumnado (Högström, 2019).

En este estudio se realiza, atendiendo a los criterios de ambas competencias, una propuesta de intervención a realizar con alumnado del grado de maestro en educación infantil, quienes al ponerla en práctica estén desarrollando su competencia digital docente desde la didáctica de las ciencias y pensando que serán en un futuro, guías en el desarrollo de las mismas en su futuro alumnado.

METODOLOGÍA

Se proponen actividades a realizar con alumnado del grado de maestro en educación infantil, en las áreas de didáctica de las ciencias experimentales, siguiendo los cinco ámbitos que anteriormente se han descrito de la competencia digital docente.

A. Información y alfabetización informacional.

Saber localizar canales de YouTube (Figura 1) y páginas web donde se describan experiencias y buenas prácticas para llevar las ciencias a las aulas de Infantil.

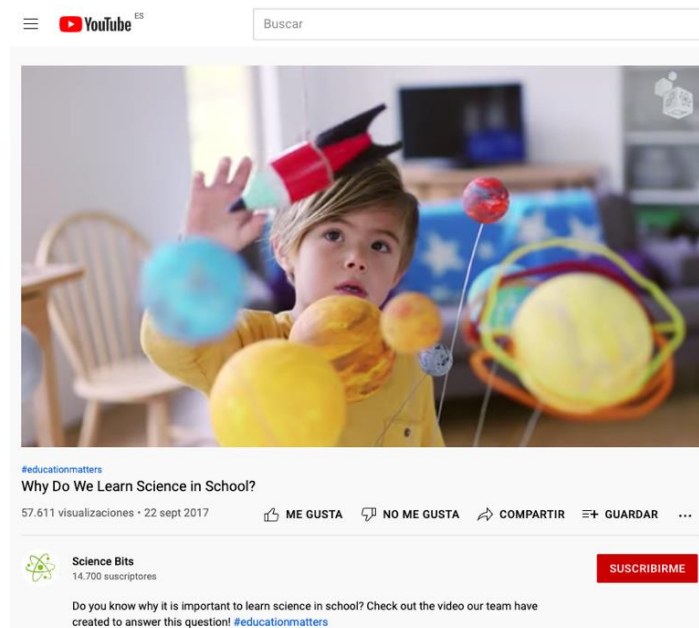


Figura 1. Canal de videos en YouTube de Science Bits

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

Saber reconocer aquellas páginas con informaciones falsas, *fake news* y pseudociencias y diferenciarlas de aquellas con información rigurosa y con amplio potencial para poderse desarrollar en las clases de educación infantil

B. Comunicación y Colaboración.

Saber establecer videoconferencias y otros canales de comunicación con otro profesorado, alumnado de otros centros, y personas de ciencia, con las que compartir aprendizajes, experiencias y proyectos de ciencias.

Crear un blog de aula con el que compartir las experiencias de ciencias realizadas en el aula con el resto de la comunidad educativa, fomentando de esta manera no sólo la comunicación y divulgación de lo que se hace, sino también promoviendo canales de colaboración y participación con otros.

C. Creación de contenido digital.

Crear actividades lúdicas interactivas con aplicaciones tales como: Educaplay, Socrative, etc., que permitan la consolidación de los conocimientos trabajados en las clases de ciencia. Las actividades pueden ser muy variadas: emparejamientos, reconocimiento de imágenes, reconocimiento de texto, puzles, autocompletar, etc.

Creación de contenido multimedia (videos, audios, murales audiovisuales, etc.) que sean una recopilación, resumen o demostración del o de los productos obtenidos en los proyectos de ciencias (por ejemplo: la documentación en video de los progresos y cambios que se producen en la germinación y el crecimiento de una planta a partir de una semilla plantada en clase).

D. Seguridad.

Supervisar y prever que tipos de páginas web o anuncios perjudiciales y no apropiados para estas edades, se van a poder visualizar cuando se está utilizando algún tipo de juego o aplicación que se necesite para los proyectos de ciencias que se lleven a cabo.

Establecer tiempos pautados o momentos regulados en el uso de dispositivos móviles, tabletas u ordenadores en los proyectos, prácticas, actividades y clases de ciencias, para evitar de esta manera una sobreexposición al uso de estos dispositivos que puedan derivar en una conducta reiterativa de uso y/o a la adicción a los mismos.

E. Resolución de problemas.

Ser capaz de identificar que recursos o herramientas digitales son más aconsejables dentro de las necesidades que se presenten en la realización de las indagaciones y proyectos que se hagan en clase de ciencias.

Tener localizadas páginas de recursos y herramientas digitales que puedan resultar útiles para las clases de ciencias, y que estos pudieran estar organizados y clasificados mediante alguna herramienta que facilita la gestión de los mismos (por ejemplo: tableros o webmix de Symboloo donde se recogen webs y recursos online que poder utilizar en una serie de contenidos de ciencias concretos como por ejemplo la materia, tal y como se puede ver en la Figura 2).

Se han aportado dos objetivos por cada ámbito de la CDD, pero se podrían haber establecido muchos más, dentro de las características y definición de cada uno de estos ámbitos.

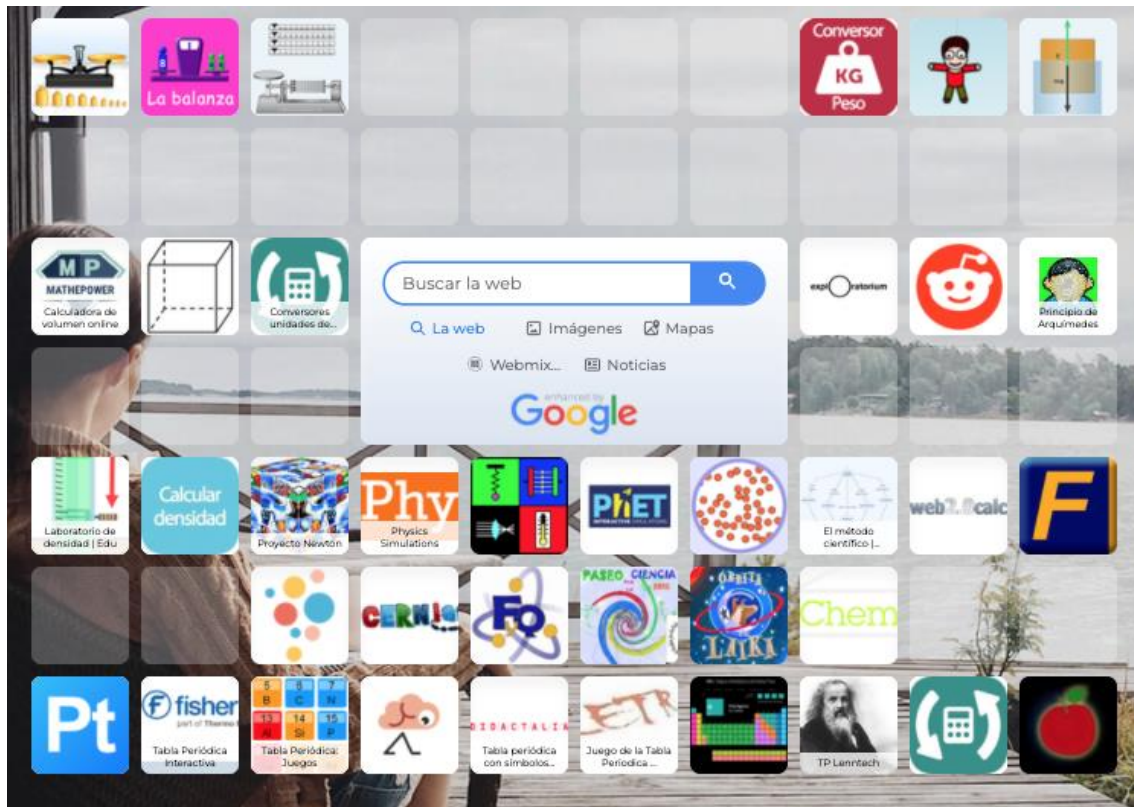


Figura 2. Webmix o tablero de Symbaloo en el que se recogen recursos y herramientas digitales con los que poder trabajar la materia en clases de educación infantil

CONCLUSIONES

En esta investigación se ha expuesto una propuesta de intervención que permite desarrollar las competencias digitales y a la vez científicas, del futuro profesorado de educación infantil. Como se ha podido ver, ambas tienen muchos criterios en común, y ello permite que sea fácil establecer objetivos y acciones conducentes al desarrollo de las mismas.

En los actuales tiempos, se ha constatado la necesidad de uso de las tecnologías digitales, sobrevenida por la epidemia de la COVID-19 en el mundo educativo, pero esta necesidad no es solo fruto de las circunstancias, sino que cualquier docente, en el presente y en el futuro, debe ser competente digitalmente. Se trata de una competencia que más allá de ser básica o transversal, está inherente en todas las otras competencias. De ahí que desde el desarrollo de la competencia científica del futuro profesorado de educación infantil, sea un buen plan, abordarlo conjuntamente con el desarrollo de la competencia digital docente. Solo de esta manera, se asegura que el futuro docente, aborde también posteriormente con su alumnado, el desarrollo de estas dos competencias.

Lo aquí expuesto no deja de ser una propuesta en la que se han estipulado dos objetivos por cada uno de los cinco ámbitos de la CDD. Y por ello, es lógico entrever que existen muchas más posibilidades de propuestas con las que llevar a cabo este desarrollo. Pero lo que no cabe duda, es la necesaria intervención en la formación y desarrollo de estas dos competencias entre el alumnado del grado de magisterio de educación infantil, pues es el futuro docente de esta etapa y en sus manos estará que también se pueda dar el desarrollo de las mismas entre su alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Herrero, J. F. (2014). *La Alfabetización Informativa del Profesorado de Educación Secundaria del Estado Español*. [Tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili]. Tesis Doctorals en Xarxa. <http://hdl.handle.net/10803/285937>
- Cantó, J. y de Pro, C. (2019). La indagación como propuesta didáctica para trabajar las ciencias en educación infantil. En J. Solbes, M. R. Jiménez-Liso y T. Pina (Eds.), *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto* (pp. 163-174). Tirant Humanidades.
- Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci (coord.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 217-240). Graó.
- Cañas, A., Martín-Díaz, M. J. y Niedo, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Alianza Editorial.
- Casillas Martín, S., Cabezas González, M. y García Peñalvo, F. J. (2020). Digital competence of early childhood education teachers: attitude, knowledge and use of ICT. *European Journal of Teacher Education*, 43(2), 210-223. <https://doi.org/10.1080/02619768.2019.1681393>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Galindo-Domínguez, H. y Bezanilla, M. J. (2021). Digital competence in the training of pre-service teachers: Perceptions of students in the degrees of early childhood education and primary education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 37(4), 262-278. <https://doi.org/10.1080/21532974.2021.1934757>
- Ghomi, M. y Redecker, C. (2019). Digital Competence of Educators (DigCompEdu): Development and Evaluation of a Self-assessment Instrument for Teachers' Digital Competence. En *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2019)* (pp. 541-548). SCITEPRESS – Science and Technology Publications, Lda. <http://doi.org/10.5220/0007679005410548>
- Högström, P. (2019). Science and digitalization in preschool teacher education: Student teachers' experiences. En *13th European Science Education Research Association Conference (ESERA 2019)*, Bologna, Italia, 26-30 de agosto de 2019.
- Laspra, B. (2018). *La alfabetización científica*. Los libros de la Catarata.
- Lund, A., Furberg, A., Bakken, J. y Engelién, K. L. (2014). What does professional digital competence mean in teacher education? *Nordic journal of digital literacy*, 9(4), 280-298. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2014-04-04>
- Napal, M. y Zudaire, M. I. (2019). *STEM. La enseñanza de las ciencias en la actualidad*. Dextra Editorial.
- Palaiologou, I. (2016). Teachers' dispositions towards the role of digital devices in play-based pedagogy in early childhood education. *Early Years*, 36(3), 305–321. <https://doi.org/10.1080/09575146.2016.1174816>.

Qué piensa el profesorado en formación de educación infantil sobre qué ciencia enseñar y cómo hacerlo

María A. Lorenzo Rial¹, Nuria Castiñeira Rodríguez², Mercedes Varela Losada³, Pedro Vega Marcote⁴, Uxío Pérez Rodríguez⁵

¹ Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte (Universidade de Vigo).
marialorenzo@uvigo.es.

² Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte (Universidade de Vigo).
nuria.castineira@uvigo.es.

³ Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte (Universidade de Vigo).
mercedesvarela@uvigo.es.

⁴ Facultad de Ciencias de la Educación (Universidade de A Coruña).
pedro.vega.marcote@udc.es.

⁵ Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte (Universidade de Vigo).
uxio.perez@uvigo.es.

RESUMEN: En este estudio se examinan las ideas y vivencias que presentan 89 estudiantes de 2º curso del Grado de Educación Infantil sobre qué significa aprender ciencia a edades tempranas. Las concepciones de las y los participantes se han obtenido a través de un formulario. Se categorizaron las respuestas obtenidas atendiendo a su similitud y se llevó a cabo un análisis cuantitativo descriptivo. Los resultados, en general, muestran concepciones ligadas a prácticas tradicionales. El análisis de estas ideas previas ofrece un punto de partida idóneo para reconstruir una nueva idea de ciencia escolar, desde la formación inicial de docentes, basada en el diseño y la experimentación de prácticas científicas innovadoras para la etapa de Educación Infantil.

PALABRAS CLAVE: ideas previas, educación científica, educación infantil, formación inicial.

ABSTRACT: This study examines the ideas and experiences of 89 students in the second year of the Early Childhood Education Degree about what it means to learn science at an early age. The participants' conceptions were obtained by means of a questionnaire. The responses obtained were categorised according to their similarity and a descriptive quantitative analysis was carried out. The results, in general, show conceptions linked to traditional practices. The analysis of these previous ideas offers an ideal starting point for reconstructing a new idea of science education, from initial teacher training, based on the design and experimentation of innovative scientific practices in Early Childhood Education.

KEYWORDS: preconceptions, science education, early childhood education, initial training.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado se presenta como un escenario ideal para formar profesionales capaces de motivar a su futuro alumnado hacia la ciencia. Couso et al. (2020) y European Commission (2012) resaltan la necesidad de reforzar las acciones de divulgación y formación científica entre la población como medio para favorecer la comprensión, el pensamiento crítico y la toma de decisiones.

En este marco, Doménech et al. (2016) ponen de manifiesto las dificultades con las que cuenta el futuro profesorado a la hora de trasladar al aula aquello que aprende, entre las que destacan la falta de medios o las percepciones de una baja formación didáctico-científica. Pujol (2003) y Tardif (2016) añaden que las experiencias previas vividas durante la Educación Infantil y Educación Primaria son para el profesorado en formación un referente sobre el que apoyarse cuando la falta de experiencia les hace dudar de su capacidad para poder diseñar e implementar experiencias innovadoras en sus clases de ciencias. Esto hace que tomen como ejemplo las estrategias de enseñanza que se utilizaron previamente con ellas y ellos durante estas etapas educativas. Es por ello que resulta de gran interés conocer y analizar, durante su etapa de formación como docentes, qué tipo de experiencias han vivido, qué estrategias utilizaba su profesorado para que aprendieran ciencias y cómo se evaluaba. Este análisis permitiría confrontar estas experiencias con modelos más innovadores con el fin de favorecer así el desarrollo de sus competencias profesionales docentes (González et al., 2011).

Las ideas previas, al igual que las concepciones alternativas, están fuertemente arraigadas en la mente de quienes las sustentan, de hecho, se caracterizan por ser persistentes, tener coherencia para las personas que las poseen, estar muy extendidas y por tener un carácter holístico (Vázquez, 1994; Donovan & Haeusler, 2021). La exploración de estas ideas iniciales permitiría indagar hasta qué punto las ideas existentes en la mente de una persona influyen en el desarrollo actual de las nuevas (Sanmartí, 2002) y, en concreto, en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias.

METODOLOGÍA

Contexto, participantes y objetivo del estudio

En este estudio participaron un total de 89 estudiantes de 2º curso del Grado de Educación Infantil (Universidad de Vigo), en el marco de la materia de Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza. La finalidad de esta investigación es indagar acerca de las ideas previas que el profesorado en formación de infantil tiene sobre qué ciencia enseñar y cómo hacerlo en esta etapa.

Instrumento y procedimiento de administración

Para la recogida de datos se creó un Formulario de Google Forms, administrado de forma presencial, en formato digital, en el curso 2020/21. Las preguntas que lo componen se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Cuestionario

PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO	
1.	Descripción de una experiencia vivida vinculada al aprendizaje de las ciencias durante tu etapa en EI o EP.
2.	Análisis de la experiencia (valoración de la finalidad didáctica de la experiencia vivida descrita):
a.	Identificación de los posibles objetivos de la experiencia
b.	Identificación del tipo de metodología o enfoque docente

3. Valoración de su formación en ciencias durante la etapa de EI o EP e importancia de enseñar y aprender ciencias en esta etapa (Pregunta cerrada con 4 niveles de valoración)

Tras la realización del cuestionario, se categorizaron las respuestas obtenidas atendiendo a su similitud y se llevó a cabo un análisis cuantitativo descriptivo.

RESULTADOS

Resultados del tipo de experiencias descritas

El análisis de la frecuencia de las respuestas obtenidas en relación con el ítem sobre descripción de una experiencia vinculada al aprendizaje de las ciencias en EI o EP ha permitido clasificarlas en 10 categorías comunes (Figura 1). Así se puede observar como la experiencia que se repite con más frecuencia entre las respuestas es la de cultivo y germinación de una semilla (37,0%), la observación de fenómenos naturales (19,7%) tales como el ciclo del agua y la realización en el aula, por parte de la docente, de experimentos (17,3%).

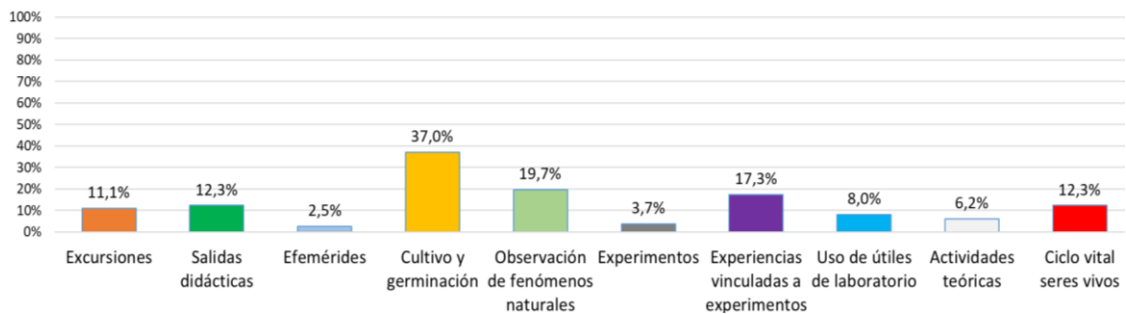


Figura 1. Tipo de experiencias

Ya en menor medida aparecen referencias a actividades vinculadas a la observación del ciclo vital de algún ser vivo (12,3%), las salidas didácticas (12,3%) y excursiones (11,1%), y al empleo de útiles de laboratorio (8,6%). Con menos frecuencia aparecen experiencias relacionadas con actividades teóricas (6,2%), con la realización de experimentos (3,7%) y con la celebración de efemérides (2,5%).

La posterior puesta en común de estos resultados en el aula ha mostrado que las descripciones de las experiencias son casi idénticas y casi siempre aparecen ligadas a la realización de ejercicios en el libro de texto. Así, han comentado que año tras año durante la EI y EP se ha repetido las mismas actividades para aprender ciencias, tales como plantar una semilla en un vaso, diseñar un mural sobre el ciclo del agua, observar como la docente realiza un experimento o identificar las partes de un ser vivo en una ficha.

Resultados del análisis de la experiencia

Al preguntarles sobre la finalidad didáctica detrás de la experiencia vivida (Figura 2), un 60,5% del estudiantado percibe que estas experiencias promueven objetivos de tipo procedimental, vinculando estos a prácticas que no son teóricas, aunque su participación en la actividad haya sido pasiva. Un 25,9% consideran que el objetivo estaba vinculado con la enseñanza de contenidos conceptuales. En cuanto a objetivos de carácter actitudinal sólo un 12,3% indican que las actividades descritas pretendían promover actitudes o valores.

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

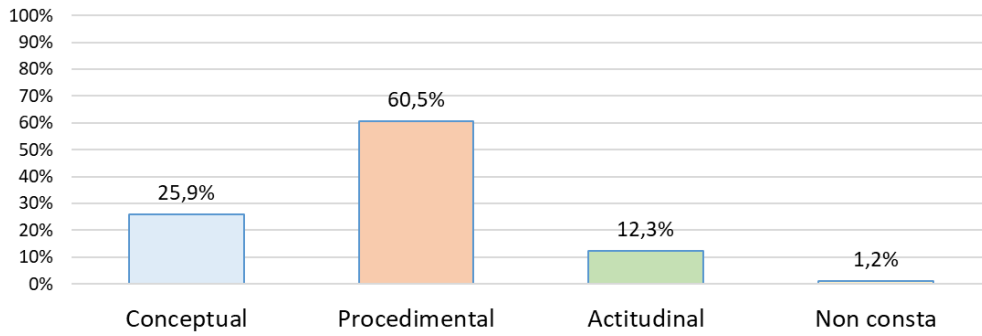


Figura 2: Tipología de objetivos

En relación con la perspectiva didáctica que define el tipo de experiencia vivida y descrita, solo un 55,5% indicaron creer saber cuál era. En la figura 3, se puede observar que, de este porcentaje, el 53,1% considera que se trataba de una experiencia basada en un enfoque tradicional-transmisivo y un 22,2% que era de tipo interdisciplinar. Frente a esto, solo un 24,4% parecían considerar que el enfoque utilizado en esa experiencia por la docente era de tipo constructivista o globalizador.

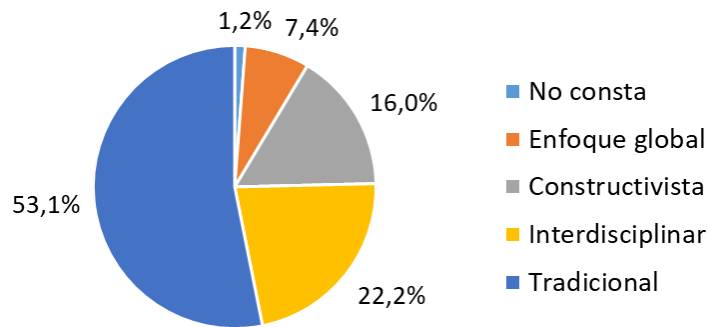


Figura 3: Tipos de metodología

Resultados de las valoraciones sobre la importancia de la educación científica

Después de la descripción y el análisis, se le pidió al profesorado en formación inicial que valorase la formación científico-didáctica recibida en las primeras etapas educativas (Figura 4). Sus respuestas muestran que una parte importante de la muestra, un 61,7%, percibe haber aprendido poco durante las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria. Un 38,3% consideran haber aprendido bastante y solo un 1,2% que creen que aprendieron mucho de ciencias durante estas etapas.

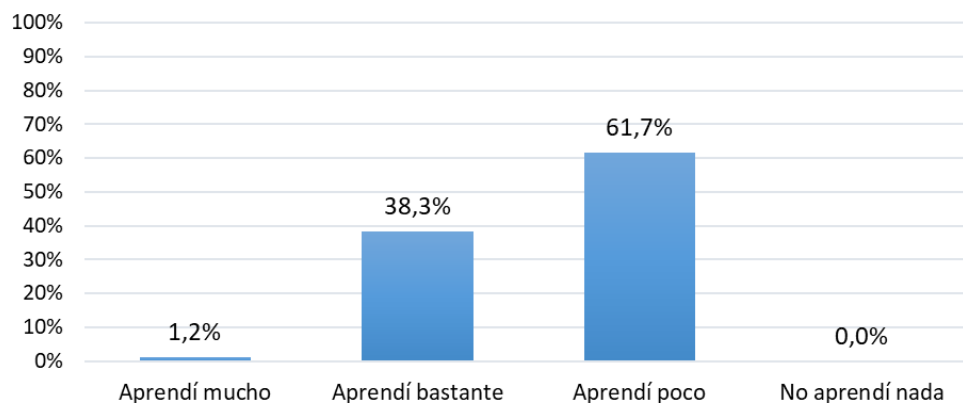


Figura 4: Valoración de la formación en ciencias durante la etapa de Educación Infantil

En cuanto a la importancia que le dan a aprender ciencias en estas primeras etapas (Figura 5), la mayoría consideran que es muy importante (74,1%) o bastante importante (24,7%).

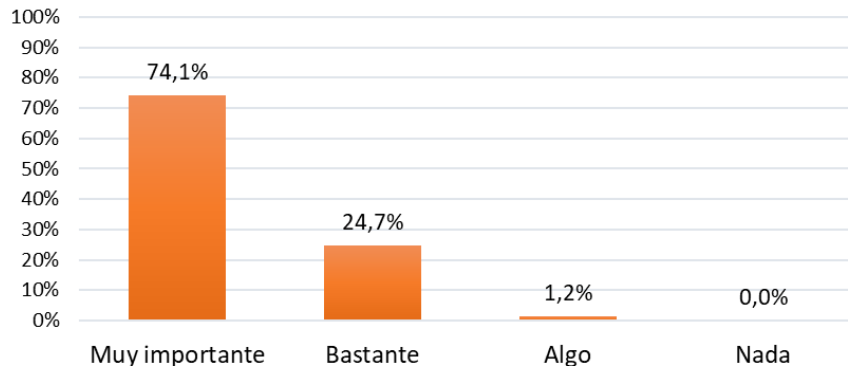


Figura 5: Importancia de enseñar y aprender ciencias en Educación Infantil y Primaria

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados analizados permitieron identificar algunas ideas previas que el profesorado en formación inicial tiene sobre qué ciencia enseñar y cómo hacerlo a edades tempranas.

Como se observa en los datos obtenidos, destaca que recuerdan con mayor interés experiencias vinculadas a trabajos prácticos o experimentales, coincidiendo con las investigaciones de Salguero (2011). Sin embargo, a pesar de que la muestra estaba formada por 89 personas, las experiencias son comunes, tanto que se pueden englobar en 10 categorías. Asimismo, la práctica educativa experimentada por este alumnado en las aulas parece estar relacionada con una visión tradicional de lo que implica enseñar ciencias a edades tempranas, donde la tipología de actividades se basa en la transmisión-recepción de contenidos, preferentemente de tipo conceptual (Zelaya & Campanario, 2001). En el análisis de la descripción de las experiencias destacan experiencias de tipo repetitivo, mecánico y centradas en la adaptación a la enseñanza de la ciencia oficial y no de una ciencia escolar apropiada a las características y particularidades del contexto en el que se pretenden insertar. Tal y como recoge Pujol (2003), estas experiencias previas representan una escasa innovación, por lo que, de ser reproducidas, el interés por aprender ciencias en la escuela seguirá tendiendo a la baja.

Diversas investigaciones indican que el profesorado en formación posee concepciones, modelos, imágenes y creencias que influyen en su modo de promover el aprendizaje y de enseñar, que son transferidas a su alumnado (Ravanal, 2012). Al respecto, Martín et al. (2015) afirman que cuando el futuro profesorado, no logra replantear sus creencias o cogniciones sobre la ciencia, para elaborar e interiorizar su modelo docente propio, tiende a repetir la metodología de enseñanza recibida en la escuela. Se bloquea, así, la evolución hacia nuevos paradigmas didácticos, la innovación pedagógica y la necesaria formación continua docente en el posterior ejercicio profesional.

Algunas descripciones hacen referencia al desconocimiento sobre cómo promover el aprendizaje de las ciencias en infantil (García-Carmona & Criado, 2012), así que sería conveniente que en su formación inicial se les permitiera experimentar modelos innovadores desde un enfoque holístico, de tal manera que aprendan a identificar estrategias, recursos y actividades, así como también procesos de evaluación implicados y la importancia del trabajo en equipos interdisciplinarios (González et al., 2011). Así como a adecuar los espacios a las actividades que se realicen, donde se debe potenciar y facilitar, la indagación, la exploración, la observación (Feille, 2019), y el contacto con la naturaleza (McClain & Vandermaas-Peeler, 2016).

Para concluir, hay que destacar que la metodología de trabajo del profesorado en formación inicial debe fomentar la reflexión colectiva y el cuestionamiento de lo que

“siempre se hizo” propiciando conexiones con las aportaciones de la investigación en didáctica e implicando al futuro profesorado en la construcción de un nuevo enfoque en la enseñanza de las ciencias que las contemple. Debe promover, además, la investigación e innovación educativas para que integre los resultados en la propia acción docente (Furió et al., 2008).

AGRADECIMIENTOS

Proyectos de investigación financiados por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España – Agencia Estatal de Investigación/Proyecto ESPIGA (PGC2018-096581-B-C22). Proyecto de Innovación Educativa financiado por la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de la Universidad de Vigo (Resolución del 24 de noviembre de 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (2020). *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT & Fundacion Lilly. Penguin Random House.
- Doménech Casal, J., de Pro Bueno, A., & Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias*, 34(3), 25-50.
- Donovan, J., & Haeusler, C. (2021). Addressing alternative conceptions in science. In *The Art of Teaching Primary School Science* (pp. 36-48). Routledge.
- European Commission/EACEA/Eurydice (2012). *Developing Key Competences at School in Europe: Challenges and Opportunities for Policy – 2011/12. Eurydice Report*. Publications Office of the European Union.
- Feille, K. (2019). A framework for the development of schoolyard pedagogy. *Research in Science Education*, 1-18.
- Furió Más, C., & Furió Gómez, C. (2009). ¿Cómo diseñar una secuencia de enseñanza de ciencias con una orientación socioconstructivista? *Educación química*, 20, 246-251.
- García-Carmona, A., Criado, A.M., & Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2), 131-149. <https://doi.org/10.5565/rev/esciencias.817>.
- González, E. M., Solbes, J., & Furió, C. (2011). La formación inicial del profesorado de ciencias a debate ¿Qué finalidades y estrategias? En Membiela, P. et al., (Ed.). *La docencia universitaria en el contexto educativo actual*. Educación Editora, 449-455.
- Kemple, K. M., Oh, J., Kenney, E., & Smith-Bonahue, T. (2016). The power of outdoor play and play in natural environments. *Childhood education*, 92(6), 446-454.
- Martin, C., Prieto, T., & Jiménez, M. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 0167-184.
- McClain, C., & Vandermaas-Peeler, M. (2016). Social contexts of development in natural outdoor environments: Children’s motor activities, personal challenges and peer interactions at the river and the creek. *Journal of adventure education and outdoor learning*, 16(1), 31-48.
- Pujol, R.M., (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Editorial Síntesis.
- Ravanal, E. (2012). Creencias y práctica en profesores de ciencias: ideas para pensar un programa de desarrollo profesional desde la evaluación docente. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 11(22), 171- 185.
- Salguero, M. J. C. (2011). Ciencia en educación infantil: La importancia de un " rincón de observación y experimentación" o " de los experimentos" en nuestras aulas. *Pedagogía magna*, (10), 58-63.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Editorial Síntesis.
- Tardif, M. (2016). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.

- Vázquez, Á. (1994). El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12(1), 3-14.
- Zelaya, V. & Campanario, J.M. (2001). Concepciones de los profesores nicaragüenses de física en el nivel de secundaria sobre la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 4(1).

Evaluando competencias específicas de ciencias en el Grado de Educación Infantil en el contexto de la COVID-19

Carlos de Pro Chereguini¹, Francisco Javier Robles Moral² y José Cantó Doménech³

¹ Universidad de Murcia. cpro@um.es

² Universidad de Murcia. franciscojavier.moral@um.es

³ Universitat de Valencia. jose.canto@uv.es

RESUMEN: El objeto de estudio del presente trabajo ha sido analizar las actividades de enseñanza diseñadas por estudiantes de tercer curso del Grado en Educación Infantil, en el transcurso de su primera asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la titulación, con el fin de comprobar cómo se inicia el proceso de desarrollo de algunas de sus competencias específicas en ciencias. Las propuestas debían orientarse, con unos requisitos muy concretos, a niños y niñas de Educación Infantil en el contexto del coronavirus. Se trata de un análisis documental con un tratamiento principalmente de tipo cuantitativo. Los resultados pusieron de manifiesto que nuestro alumnado sigue necesitando mucha ayuda en la etapa de formación inicial, pues posee determinadas necesidades formativas que aún deberían ser cubiertas para paliar algunas de las lagunas que presenta y que podrían condicionar su futuro desarrollo profesional.

PALABRAS CLAVE: formación inicial de maestros, educación infantil, competencias, actividades de enseñanza, COVID-19.

ABSTRACT: The aim of this study was to analyse the teaching activities designed by students in the third year of the Degree in Early Childhood Education, in the course of their first subject of Didactics of Experimental Sciences in the degree, in order to check how the process of developing some of their specific competences in science is initiated. The proposals had to be oriented, with very specific requirements, towards children in Pre-school Education in the context of the coronavirus. It is a documentary analysis with a mainly quantitative treatment. The results showed that our students still need a lot of help at the initial training stage, as they have certain training needs that still need to be covered in order to alleviate some of the gaps they present and which could condition their future professional development.

KEYWORDS: initial teacher training, early childhood education, competences, teaching activities, COVID-19.

INTRODUCCIÓN

La situación actual de pandemia por el COVID-19 nos ha obligado a cambiar bastantes aspectos relativos a la organización de las aulas, la gestión y dinámica de las clases, la planificación de nuestras materias, los materiales de aprendizaje, etc. (Pro, Pro y Cantó, 2020). Todas estas cuestiones también han repercutido, lógicamente, en la etapa de formación inicial de los futuros maestros y maestras de Educación Infantil, donde se

debería enseñar a nuestros estudiantes a plantear situaciones contextualizadas que favorezcan el aprendizaje de las ciencias (Vázquez, 2004) a través de prácticas socio-científicas (Portillo-Blanco, Díez, Barrutia, Garmendia y Guisasola, 2022), las cuales resultarán ser un recurso muy importante para aumentar el interés de los futuros maestros y maestras por su formación científica y por favorecer el desarrollo de una actitud más positiva hacia la ciencia, aspectos íntimamente relacionados con su desarrollo competencial (Rodríguez y Blanco, 2021).

Por otra parte, no hay que olvidar que los niños y niñas de Educación Infantil aprenden en interacción con el medio (BORM, 2008), entendiéndose este como un factor que condiciona la actividad infantil y que les permite interactuar y entender mejor fenómenos del mundo que les rodea, como el que nos ha tocado vivir con la COVID-19, iniciando así el proceso de alfabetización científica (Cañal, 2006). Así, desde edades tempranas, los niños y niñas son capaces de hacer preguntas, observar, acumular datos, establecer relaciones, experimentar, elaborar ideas... características que han de ser convenientemente atendidas con experiencias significativas que les ayuden a entender conceptos científicos más abstractos en el futuro (Alcántara, 2017).

Todo ello solamente sería posible si tenemos maestros y maestras debidamente formados científica, didáctica y profesionalmente para enseñar ciencias en todas las etapas educativas. Actualmente, la formación deseable es preciso definirla en términos de competencias alcanzables. Entre las competencias profesionales que deben adquirir los estudiantes del Grado en Educación Infantil encontramos “elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción ciencia, técnica, sociedad y desarrollo sostenible” y “promover el interés y el respeto por el medio natural, social y cultural a través de proyectos didácticos adecuados” (BOE, 2007).

Aunque en los últimos años parece existir un ligero cambio de tendencia en la Didáctica de las Ciencias (en adelante DCE) en España, en relación a la presencia de un número mayor de contribuciones sobre la formación inicial de maestros y maestras de Educación Infantil, creemos que siguen faltando aportaciones sobre los conocimientos didácticos y las competencias profesionales que estos acaban adquiriendo en sus estudios de Grado (Cantó, Pro y Solbes, 2016).

En consecuencia, en este trabajo queremos indagar en algunas características que tienen las actividades que plantean nuestros estudiantes del Grado en Educación Infantil, desde la perspectiva de adquisición de competencias. El planteamiento de la tarea se ha realizado en el contexto del coronavirus, lo que supone un valor añadido, dadas las circunstancias, para la enseñanza de contenidos de ciencias en la etapa de Educación Infantil.

METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo en el contexto de la asignatura de “Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I” (curso académico 2020/2021), primera de las dos materias de DCE del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Murcia, con un total de 6 créditos ECTS en tercer curso. Los participantes fueron un total de 39 estudiantes matriculados en la asignatura con un perfil similar al de promociones anteriores (media de edad, estudios de Bachillerato, años sin impartir materias de

ciencias,...) y, sobre todo, con determinadas carencias que se repiten en sus conocimientos didácticos generales (Pro, Inglés y Gómez, 2020).

A estos estudiantes se les propuso una tarea individual de clase, en la última semana antes del examen final, donde cada uno debía plantear una actividad sobre el COVID-19 con una serie de pautas categorizadas, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Pautas categorizadas de la tarea propuesta

CATEGORÍA	TAREA A REALIZAR
TE (Temática)	- Concretar la temática de la actividad para discentes de 4 a 5 años
IP (Ideas Previas)	- Establecer el proceso de identificación de ideas previas indicando al menos dos o tres cuestiones
OA (Objetivos de Aprendizaje)	- Determinar los objetivos de aprendizaje
CE (Contenidos de Enseñanza)	- Seleccionar los contenidos de enseñanza
OS (Orden Secuencial)	- Justificar el orden secuencial de la actividad dentro de una posible unidad o proyecto didáctico según las fases de “exploración y comunicación de objetivos”, “confrontación con la realidad”, “estructuración del conocimiento” o “aplicación” (Jorba y Sanmartí, 1996)
EV (Evaluación)	- Elegir la técnica y el instrumento de evaluación a utilizar (incluyendo indicadores de evaluación y escala de valoración)
DE (Descripción)	- Realizar una breve descripción (especificando duración, agrupamientos, materiales, etc.)

Cabe destacar que todos estos contenidos didácticos (y otros como el uso del currículo) habían sido trabajados gradualmente con anterioridad durante el desarrollo de la asignatura a través de distintas actividades, prácticas y seminarios -casi siempre en pequeños grupos de 3 a 4 personas-, integrándose en todos los casos con el tópico científico de “el cuerpo humano y la salud”, el cual vertebraba toda la asignatura.

De este modo, para analizar la información, optamos por un estudio documental de las 39 propuestas en relación a los siete requisitos anteriores.

RESULTADOS

A la vista del análisis llevado a cabo, podemos afirmar resumidamente que, para cada categoría, se obtuvieron los resultados siguientes:

- TE: Todas las actividades eran acordes a la edad exigida (4 a 5 años), apareciendo temáticas diversas sobre el coronavirus que son las que recogemos en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorización de las temáticas sobre la COVID-19 de los estudiantes

CATEGORÍA	FRECUENCIA
Higiene y cuidados personales	26%
Alimentación y nutrición	21%
Enfermedades e infecciones	15%
Salud mental y emociones	13%
El virus y su origen	10%
Actividad física, tiempo libre y descanso	10%
El cuerpo humano y la salud	5%

- IP: En cuanto al proceso de identificación de ideas previas, el 95% de los estudiantes cumplió el requisito de explicitar el mínimo de dos cuestiones, tan solo dos alumnas no lo hicieron. Como aspecto interesante, aunque de manera minoritaria, catorce estudiantes

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

(36%) no se limitaron exclusivamente a plantear las cuestiones sino que además detallaron el proceso con algún tipo de contextualización previa y utilizando la “lluvia de ideas” en “asamblea”. Por otra parte, no estamos satisfechos con la formulación de algunas de las preguntas, entre otras cosas porque más de un tercio de las mismas eran de respuesta cerrada tipo “Sí/No”.

- OA: En lo referido a la elección de objetivos de aprendizaje, fue adecuada y pertinente de manera general, con un media total situada en cerca de tres objetivos por actividad y con un predominio de los de tipo conceptual (34%) frente a los de tipo actitudinal (29%) y procedimental (27%). Por el contrario, solo seis estudiantes presentaron alguna dificultad en la redacción de algunos de sus objetivos (extraídos del currículo, escritos como contenido, no eran de aprendizaje del alumno,...), lo que suponía fallos en solo un 10% del total de todos los explicitados.

- CE: Respecto a la selección de contenidos de enseñanza, la media total se estableció en 3.5 ítems y presentaron más problemas al concretarlos, pues once estudiantes (28%) los extrajeron todos literalmente del currículo cuando el enunciado no hacía alusión a este documento legislativo en ningún momento. Además, fijándonos en la tipología de sus contenidos, algunos resultaron ser demasiado generales (8%) y otros incluso poco coherentes con los objetivos planteados en el apartado anterior (11%), siendo quizás los más adecuados los de tipo conceptual - de nuevo mayoritarios (44%)- frente a los de carácter procedimental (29%) y actitudinal (27%).

- OS: En lo que concierne a la secuenciación de sus propuestas, un apartado en el que a priori pensamos que no entrañaría tanta dificultad, nueve estudiantes (23%) no supieron concretarlas en ninguno de los cuatro momentos de aprendizaje del modelo de secuencia propuesto en la asignatura (Jorba y Sanmartí, 1996) y casi la mitad de los que sí explicitaron alguna de estas fases lo hicieron sin dar ningún tipo de justificación al respecto, solo las mencionaban sin más. No obstante, cuando identificaban estas etapas lo hacían normalmente en la fase de “confrontación con la realidad” (36%) –actividades para obtener nueva información- o en la fase de “estructuración del conocimiento” (28%) -actividades para reflexionar y obtener conclusiones-; además dos alumnos incluso lo justificaron dando la posibilidad de que su actividad pudiera estar incluida en cualquiera de las dos.

- EV: En materia de evaluación, el 70% de los estudiantes propuso como técnica más utilizada la “observación directa”, por delante de la “revisión de tareas” (13%) y la “realización de pruebas” (13%). Como instrumento para evaluar destacaron en primer lugar la “escala de estimación” (41%), por encima de la “lista de control” (28%), la “ficha” (10%) o las “preguntas abiertas” (10%). Por contra, mencionar como aspecto negativo que siete alumnos (18%) no indicaron o bien la técnica o bien el instrumento de evaluación.

Por otra parte, aunque la mayoría de estudiantes concretó los criterios de evaluación y la escala de valoración a utilizar en sus actividades, no estamos nada satisfechos con los resultados de este apartado, ya que el 31% de los estudiantes no especificó ningún criterio de evaluación y el 33% tampoco indicó ninguna escala de valoración. Además, cuando sí los establecían, el 40% tuvo algún error en los criterios de evaluación (mal redactados o

incoherentes con los objetivos de aprendizaje planteados previamente) y el 85% no justificó la escala de estimación que utilizaban.

- DE: Y en cuanto a las descripciones de las propuestas hubo mucha variedad, los estudiantes presentaron actividades en las que existían diálogos o exposiciones orales (33%), manipulación (31%), elaboración de murales (26%), realización de fichas (15%),...; o se utilizaban distintos materiales como fungibles (29%), de escritura (29%), agua (21%), imágenes (20%), mascarillas (15%), jabón (10%), alimentos (10%), etc. De manera mayoritaria, un 36% del alumnado consideró una duración para sus actividades que oscilara entre 30 y 60 minutos (aunque 31% no lo indicó), mientras que un 54% estableció como tipo de agrupamiento en gran grupo con asambleas (aunque un 13% no lo indicó).

Pese a todo, como aspecto positivo encontramos 16 propuestas (41%) en las que la descripción de la actividad fue muy completa, hasta el punto que incluso siete de ellas incluyeron -como anexos- algún tipo de recurso (cuento, enlace de YouTube, infografía, ficha,...), cuando no era una exigencia de la tarea.

CONCLUSIONES

Pese a que el grado de implicación de nuestro alumnado en la elaboración de la tarea fuera bastante alto, quizás motivado por una temática de actualidad como la de la COVID-19, hemos podido constatar que no todos habían asimilado de la misma manera algunos de los aspectos didácticos trabajados en la asignatura. En este sentido, y teniendo presente que aún les quedaría otra asignatura de DCE por cursar en el Grado, pensamos que algunos fallos serán subsanables (en aspectos metodológicos, de adecuación y coherencia en la selección de objetivos y contenidos, de evaluación,...), mientras que otros, como sus problemas en la comprensión lectora o en los conocimientos didácticos generales propios de otras materias, serán mucho más complicados de atajar antes de que acaben la etapa de formación inicial pues no dependen de nosotros.

Por tanto, si como formadores de maestros y maestras pretendemos que nuestros estudiantes desarrollen mejor las competencias que nos planteamos en este trabajo -“elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción ciencia, técnica, sociedad y desarrollo sostenible” y “promover el interés y el respeto por el medio natural, social y cultural a través de proyectos didácticos adecuados”-, junto a las demás competencias específicas en ciencias, resulta fundamental averiguar cuál es su punto de partida al iniciar nuestras materias para saber cómo adaptarnos al contexto que nos encontramos.

No obstante, seguimos creyendo que es cada vez más necesario reflexionar colectivamente, incluso con otros departamentos, qué competencias profesionales debemos priorizar y a qué nivel las queremos incentivar en la formación inicial de maestros y maestras de Educación Infantil (Pro, Inglés y Gómez, 2020).

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto PID2019-105320RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Alcántara, J. (2017). Aprender y enseñar ciencias experimentales en educación infantil. En R. Mérida, J. Torres-Porras y J. Alcántara (eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil* (pp. 17-38). Madrid: Síntesis.
- BOE (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 (Boletín Oficial del Estado)*, núm. 312, de 29 de diciembre, 53735-53738.
- BORM (2008). Decreto 254/2008, de 1 de agosto, por el que se establece el currículo del Segundo Ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *BORM (Boletín Oficial de la Región de Murcia)*, 182, de 6 de agosto de 2008, 24960-24973.
- Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, 33, 5-9.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: MEC.
- Portillo-Blanco, A., Díez, J. M., Barrutia, O., Garmendia, M. y Guisasola, J. (2022). Diseño y evaluación de una intervención sobre la pandemia de la COVID-19 y las medidas de prevención. *Revista Eureka sobre Ens. y Divul. Científica*, 19(1), 1302_1-1302_18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1302
- Pro, A., Pro, C. y Cantó, J. (2020). El COVID-19: planteamiento de actividades por los profesores de Secundaria en formación inicial. En A. J. Franco-Mariscal, D. Cebrián-Robles, T. Lupión-Cobos, M. C. Acebal-Expósito y A. Blanco (Eds.), *Actas Ier Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía* (pp. 136-139). Málaga: ENCIC.
- Pro, C., Inglés, C. y Gómez, A. (2020). ¿Qué aprenden unos estudiantes en una experiencia formativa de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Grado de Educación Infantil? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 38, 97-114. <https://doi.org/10.7203/DCES.38.16174>
- Rodríguez, F. y Blanco, A. (2021). Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Ens. y Divul. Científica*, 18(1), 1803_1-1803_19. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1803
- Vázquez, C. (2004). Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. *Revista Eureka sobre Ens. y Divul. Científica*, 1(3), 214-223.

LÍNEA 6. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

Workshops

Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias (PID2019-105765GA-I00).

Primeros resultados

Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales. anjoa@uma.es

RESUMEN: Este trabajo presenta el Proyecto I+D+i del Plan Nacional titulado *Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias*. Primero, se aborda el pensamiento crítico en la educación científica y las estrategias didácticas para su desarrollo en el aula (enseñanza en contexto y problemas socio-científicos, prácticas científicas, gamificación, realidad aumentada y virtual, y audiocuentos) como marco teórico que sustenta el proyecto. A continuación, se muestran los objetivos del proyecto y la metodología de investigación, así como el enfoque de pensamiento crítico adoptado, para continuar con los resultados obtenidos durante los 18 primeros meses de ejecución. Estos resultados se presentan según las estrategias empleadas haciendo énfasis en las habilidades de pensamiento crítico abordadas. Finalmente, se ofrecen algunas consideraciones y las líneas de investigación futuras.

PALABRAS CLAVE: pensamiento crítico, formación inicial del profesorado, enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT: This paper presents the R+D+i Project of the National Plan entitled *Citizens with critical thinking: A challenge for teachers in science education*. First, critical thinking in science education and educational strategies for development in the classroom (teaching in context and socio-scientific problems, scientific practices, gamification, augmented and virtual reality, and audio stories) are addressed as a theoretical framework supporting the project. Next, the project aims and research methodology are shown, as well as the critical thinking approach adopted, to continue with the results obtained during the first 18 months of implementation. These results are presented according to the strategies employed with emphasis on the critical thinking skills addressed. Finally, some considerations and future lines of research are offered.

KEYWORDS: critical thinking, initial teacher training, science education.

MARCO TEÓRICO

El pensamiento crítico en la educación científica

El pensamiento crítico es un proceso muy complejo que incluye aspectos cognitivos, actitudinales y afectivos, del que no existe una definición consensuada. Según Ennis (1987) es un pensamiento razonable y reflexivo que se centra en decidir qué creer o qué hacer. Para Lipman (2003) es el pensamiento que facilita la realización de buenos juicios confiando en y por medio de criterios, es auto-correctivo y sensible al contexto. El pensamiento crítico incluye diferentes habilidades y propone el análisis sistemático de informaciones y opiniones que aceptamos como válidas. Su desarrollo se hace cada vez

más importante e imprescindible en nuestra sociedad ante la amenaza de la infodemia, una sobreabundancia de información alguna rigurosa pero otra falsa o desinformada. Se trata de una competencia fundamental para disponer de una sociedad con ciudadanos/as competentes, libres, participativos, reflexivos y con actitudes científicas.

El pensamiento crítico constituye una de las grandes finalidades de la educación científica (Osborne, 2014) y los currículos lo recogen como objetivo. De este modo, la educación debe contribuir a formar ciudadanos bien informados, capaces de analizar problemas, buscar soluciones, tomar decisiones acertadas y asumir responsabilidades sociales. No es una tarea sencilla y requiere reformular los planes de estudio y emplear nuevos planteamientos pedagógicos y didácticos que fomenten el desarrollo de competencias. El pensamiento crítico se muestra esencial en la enseñanza de las ciencias ya que contribuye a que los estudiantes puedan tomar decisiones argumentadas en problemas socio-científicos relacionados con el medioambiente, la energía, la salud, etc. A pesar de su importancia, el pensamiento crítico está poco presente en la práctica educativa por diversas razones: complejidad del concepto, dificultad para concretarlo en la práctica, visión dogmática de la ciencia u otros aspectos relacionados con el contexto escolar.

Estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en el aula

La literatura recoge algunas estrategias que, utilizadas adecuadamente, pueden contribuir al desarrollo del pensamiento crítico del alumnado. Desde nuestra perspectiva, deberían tener un papel importante en la enseñanza de las ciencias: enseñanza en contexto y problemas socio-científicos, prácticas científicas, gamificación (en particular, juegos de rol), tecnologías disruptivas como realidad aumentada y virtual, y audiocuentos.

Para que los estudiantes sean competentes, es decir, capaces de movilizar sus conocimientos y usarlos en diferentes situaciones, necesitan involucrarse en tareas complejas y en una variedad de contextos. Los enfoques de enseñanza en contexto (Gilbert, 2006) y problemas socio-científicos otorgan un papel importante a los problemas de la vida diaria, al tratarse de problemas reales, cercanos, abiertos, complejos y controvertidos, que pueden ser considerados desde varias perspectivas y que surgen y están relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Asimismo, la didáctica de las ciencias cuenta con las prácticas científicas (NRC, 2012) de indagación, argumentación y modelización, que pueden contribuir a desarrollar el pensamiento crítico. Estas prácticas consideran el aprendizaje como un proceso de socialización dentro de la cultura científica y conllevan construir conocimiento científico y comprender por qué se construye, examina y evalúa de una forma determinada. La indagación permite formular cuestiones, diseñar procedimientos, comprender y construir nuevo conocimiento, comunicarlo y aplicarlo a otras situaciones. La argumentación implica proponer y discutir ideas, evaluar alternativas y elegir entre diferentes explicaciones (Jiménez-Aleixandre, 2010). La modelización supone trabajar con modelos, elaborarlos, revisarlos y opinar sobre ellos.

La gamificación favorece el aprendizaje activo y cooperativo, la competición, la creatividad y la toma de decisiones (Franco, Cebrián y Rodríguez, 2021). Ayuda a relacionarse con los compañeros, trabajando emociones, autocontrol o concentración en la tarea, aspectos que mejoran el clima en el aula y contribuyen al pensamiento crítico. En este marco, los juegos de rol forman parte de los juegos de simulación donde cada participante desempeña un papel concreto en un problema en el que interactúa con otros participantes a través de la argumentación y toma de decisiones.

Por otro lado, los escenarios de realidad aumentada y virtual están recibiendo gran atención desde el ámbito educativo (Villalustre y Del Moral, 2016) al combinar elementos reales y virtuales en un entorno interactivo en tiempo real. Estas tecnologías implican nuevas formas de acceder y procesar la información. Por último, la elaboración de audiocuentos por parte de los estudiantes constituye otra estrategia para desarrollar pensamiento crítico puesto que supone contextualizar un problema, argumentarlo, tomar decisiones, fomentar la creatividad, etc.

Cabe destacar que las estrategias mostradas ponen el énfasis en alguna habilidad del pensamiento crítico, pero evidentemente no pueden abarcar todas. Sin embargo, su uso integrado ofrece oportunidades para que el estudiante desarrolle su pensamiento crítico.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y OBJETIVOS

Este trabajo presenta el proyecto I+D+i del Plan Nacional titulado «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. El investigador principal del proyecto es A.J. Franco Mariscal y el equipo completo está formado por 32 investigadores de las Universidades de Málaga, Jaén y Granada. La duración del proyecto es de 4 años (2020-2024).

El objetivo del proyecto es investigar sobre el papel que tienen diferentes estrategias y enfoques (enseñanza en contexto y problemas socio-científicos, prácticas científicas –argumentación, indagación y modelización–, gamificación, realidad aumentada y virtual, y audiocuentos) en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

METODOLOGÍA

Este proyecto propone el diseño, implementación y evaluación de varias propuestas formativas o actividades más específicas que incluyen las estrategias citadas para desarrollar habilidades de pensamiento crítico desde la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de profesorado. Para el diseño de las actividades se están utilizando las ocho dimensiones del pensamiento crítico (figura 1) propuestas para el tratamiento de problemas socio-científicos (Blanco, España y Franco, 2017), elaboradas a partir de la caracterización previa de competencias para este ámbito realizada por Solbes y Torres (2012). Algunas de ellas podrían trasladarse a la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva más general. El proyecto trabaja el desarrollo del pensamiento crítico abordando, en una primera aproximación, cada dimensión de forma individual, y posteriormente integrando algunas de ellas en los problemas tratados.



Fig. 1. Dimensiones del pensamiento crítico según la propuesta de Blanco et al. (2017)

Las implementaciones se están realizando en asignaturas de enseñanza de las ciencias del Grado en Educación Infantil, Grado en Educación Primaria y Máster en Profesorado de Educación Secundaria de las tres universidades andaluzas implicadas en el proyecto. Aunque el foco principal del proyecto es la formación inicial del profesorado, se están también implementando algunas propuestas en etapas no universitarias. La metodología empleada se corresponde con estudios de caso e investigación-acción.

La evaluación se centra en el grado en que se desarrollan las distintas habilidades del pensamiento crítico y sus percepciones de este desarrollo, los conocimientos y competencias adquiridas, y las emociones sentidas durante las actividades.

PRIMEROS RESULTADOS

Este apartado presenta los resultados más relevantes obtenidos en los 18 primeros meses del proyecto en las distintas estrategias. En este período se han publicado 22 trabajos en revistas internacionales y nacionales indexadas en JCR (5), SJR (7) y otras bases de datos (10). A continuación, se comenta una selección de estos trabajos.

Pensamiento crítico y enseñanza en contexto con problemas socio-científicos

Los problemas socio-científicos que se están empleando abarcan diferentes temáticas: energía (implementar una luna artificial para iluminar ciudades, construir una central nuclear en una ciudad), medioambiente (uso de plásticos), alimentación (dieta vegana, consumo de carne), salud (vacunas), recursos (minería ilegal) o tecnologías (coches autónomos), entre otros. Seguidamente se muestra un ejemplo:

Cebrián, D., España, E. y Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of video. *Int. J. Sci. Educ.*, <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1969060>

Este trabajo describe el análisis y discusión que hacen 104 maestros de educación primaria en formación inicial de la Universidad de Málaga sobre un vídeo activista sobre la minería ilegal en la Amazonia venezolana. Los maestros, usando la herramienta de anotaciones colaborativas CoAnnotation, debían argumentar el problema que consideraban más importante, la mejor solución y formas de mejorar el vídeo. Posteriormente, para facilitar el debate y la argumentación, se mostraron al alumnado todas las anotaciones realizadas por el grupo. El análisis por categorías del contenido de las anotaciones mostró que el problema más mencionado fue el daño ambiental y que las soluciones estaban centradas en la concienciación, aunque también se mencionó la intervención del gobierno e iniciativas ciudadanas y escolares. Los maestros también realizaron sugerencias para mejorar el vídeo como herramienta de sensibilización.

Pensamiento crítico y prácticas científicas

En este período se han realizado actividades de indagación y argumentación:

Rodríguez, A.M., Cáceres, M.J. y Franco, A.J. (2021). ¿Cómo hacemos crecer una planta? Una indagación con niños de 3 años de educación infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 231-253.

Este trabajo presenta una indagación sobre germinación y crecimiento de plantas implementada con niños de 3 años durante 12 días, que fomenta la toma de decisiones desde la elección de la semilla hasta la forma de riego o el lugar más adecuado para el crecimiento. Como resultados se obtiene que el 62,5 % de los niños reconoce la semilla y el agua como factores necesarios para el crecimiento, y el 37,5 % incluye, además, la luz solar. A pesar de que algunos niños reconocieron que es necesaria para la germinación

materia viva, y no inerte, otros no avanzaron en este sentido. Estos logros son relevantes porque algunas de estas dificultades se mantienen a los 6-7 años, y en este caso algunos niños de 3 años fueron capaces de expresarlo de forma sistemática en sus conclusiones.

Pensamiento crítico y gamificación

Las experiencias realizadas utilizan recursos gamificados tanto en formato tradicional como virtual. Se está prestando especial atención al diseño y evaluación de los recursos llevados a cabo por profesores/as en formación inicial:

Franco, A.J., Cebrián, D. y Rodríguez, N. (2021). Impact of a Training Programme on the e-rubric Evaluation of Gamification Resources with Pre-Service Secondary School Science Teachers. *Technology, Knowledge and Learning*, <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09588-1>.

Este trabajo evalúa un programa formativo desarrollado con 50 estudiantes del Máster en Profesorado de especialidades de ciencias de la Universidad de Málaga a los que se pidió que diseñaran un recurso de gamificación y una e-rúbrica para evaluarlo. La mejora de esta e-rúbrica se potenció con diferentes actividades de reflexión. La recogida de datos se centró en las e-rubricas diseñadas, las emociones experimentadas y la transferencia a la práctica seis meses después. El impacto de la reflexión en la evaluación se estudió analizando la evolución de las categorías propuestas por los participantes para la e-rúbrica en diferentes momentos, encontrándose cambios relevantes durante el diseño y la preparación del recurso. Una sesión de consenso de criterios en gran grupo favoreció una reflexión más profunda. La principal emoción sentida fue interés, especialmente durante la preparación y el uso del recurso. El programa también tuvo un impacto en la transferencia a la práctica de la e-rúbrica y del recurso.

Por otra parte, se están llevando a cabo investigaciones sobre la potencialidad que tienen los juegos de rol para desarrollar las habilidades de argumentación y toma de decisiones:

López, M.M., González, F. y Franco, A.J. (2021). Should We Ban Single-Use Plastics? A Role-Playing Game to Argue and Make Decisions in a Grade-8 School Chemistry Class. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3947-3956.

Este trabajo centra la dimensión social de la química en el problema del uso o no de plásticos. La actividad se implementó en un aula de 2º de E.S.O. a través de un juego de rol en el que los estudiantes representaron distintos puntos de vista con diferentes personajes a favor (pescador, científico medioambiental, etc.) y en contra de la prohibición de su uso (fabricante de productos quirúrgicos desechables, director de una empresa petrolera, etc.). Los principales resultados obtenidos son el progreso en el aprendizaje sobre aspectos de la química de los plásticos y el cambio en su decisión ante el problema detectado en algunos estudiantes tras preparar y utilizar en el debate argumentos y contraargumentos basados en pruebas científicas.

Pensamiento crítico y realidad aumentada y virtual

Moreno, N.M. y Franco, A.J. (2021). Posibilidades educativas de la realidad aumentada en la enseñanza de las ciencias con pensamiento crítico. Percepciones de maestras de educación infantil en formación inicial. En T. Linde, F.D. Guillén, A. Cívico, A. y E. Sánchez (Coords.), *Tecnología y educación en tiempo de cambios*, (pp. 326-340). Universidad de Málaga.

Este trabajo evalúa las competencias y actitudes que manifiestan 30 estudiantes del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Málaga sobre el uso didáctico de herramientas de realidad aumentada en la enseñanza de las ciencias enfocado al desarrollo de pensamiento crítico, así como las ventajas que dichos recursos presentan al abordar

contenidos de ciencias en infantil. El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario con preguntas de valoración en escala Likert y una cuestión de reflexión. Los resultados revelaron que los estudiantes tienen una actitud positiva y reflexiva ante las potencialidades didácticas de la realidad aumentada para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en infantil.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos en esta primera etapa del proyecto parecen indicar que las estrategias planteadas para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en profesores en formación inicial y en estudiantes de etapas no universitarias son muy potentes. En especial, resultan muy útiles para desarrollar las habilidades de argumentación y toma de decisiones, aunque aún quedan por validar otras habilidades y proponer actividades que permitan desarrollar varias habilidades de forma conjunta. Este será el reto de los futuros trabajos que se llevarán a cabo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) del MICINN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, A., España, E y Franco, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Rev. Educ. Cient.*, 1(1), 107-115.
- Cebrián, D., España, E. y Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of video. *International Journal of Science Education*, <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1969060>
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. En J. B. Baron y R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching Thinking Skills*, (pp. 9-26). Freeman and Company.
- Franco, A.J., Cebrián, D. y Rodríguez, N. (2021). Impact of a Training Programme on the e-rubric Evaluation of Gamification Resources with Pre-Service Secondary School Science Teachers. *Technology, Knowledge and Learning*, <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09588-1>.
- Gilbert, J.K.(2006).On the nature of context in chemical education. *Int. J. Sci. Educ.*, 28, 957-976
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*, vol. 12. Graó.
- Lipman, M. (2003). *Thinking in education* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- López, M.M., González, F. y Franco, A.J. (2021). Should We Ban Single-Use Plastics? A Role-Playing Game to Argue and Make Decisions in a Grade-8 School Chemistry Class. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3947-3956.
- Moreno, N.M. y Franco, A.J. (2021). Posibilidades educativas de la realidad aumentada en la enseñanza de las ciencias con pensamiento crítico. Percepciones de maestras de educación infantil en formación inicial. En T. Linde, F.D. Guillén, A. Cívico, A. y E. Sánchez (Coords.), *Tecnología y educación en tiempo de cambios*, (pp. 326-340). Univ. Málaga.
- NRC, National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas*. The National Academies Press.
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.
- Rodríguez, A.M., Cáceres, M.J. y Franco, A.J. (2021). ¿Cómo hacemos crecer una planta? Una indagación con niños de 3 años de educación infantil. *Ens. Cienc.*, 39(3), 231-253.
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269.
- Villalustre, L. y Del Moral, M.E. (2016). *Experiencias interactivas con RA en las aulas*. Octaedro.

