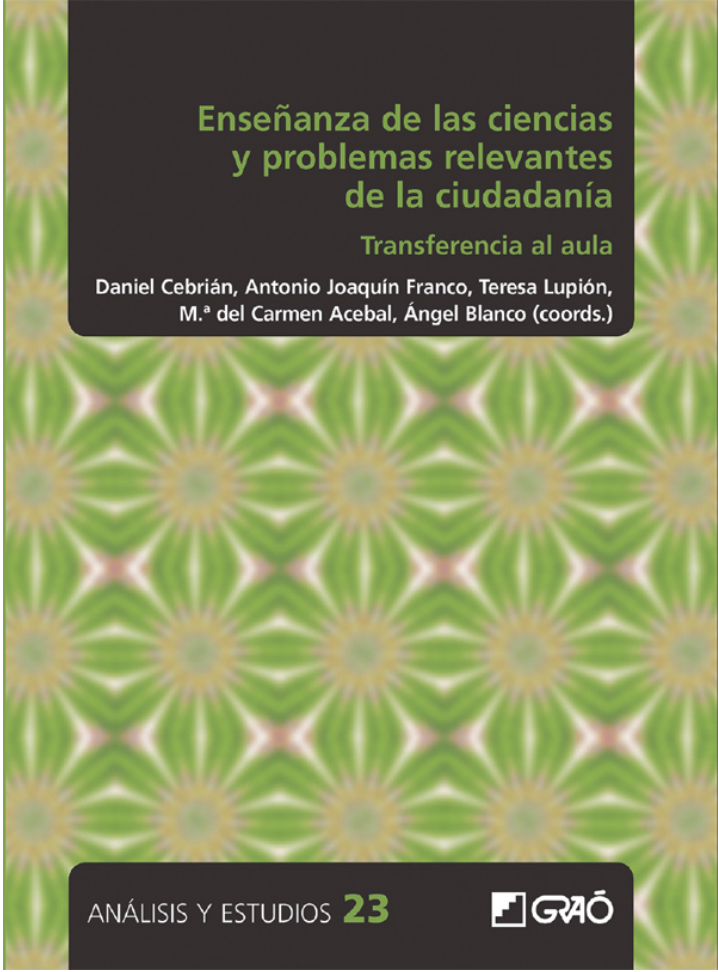


Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía

Transferencia al aula

Daniel Cebrián, Antonio Joaquín Franco, Teresa Lupión,
M.^a del Carmen Acebal, Ángel Blanco (coords.)



Enseñanza de las ciencias
y problemas relevantes
de la ciudadanía

Transferencia al aula

Daniel Cebrían, Antonio Joaquín Franco, Teresa Lupión,
M.ª del Carmen Acebal, Ángel Blanco (coords.)

ANÁLISIS Y ESTUDIOS 23

 GAO

Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía Transferencia al aula

Daniel Cebrián, Antonio Joaquín Franco, Teresa Lupión,
M.^a del Carmen Acebal, Ángel Blanco (coords.)

CPAIM
EDU2017-82197-P

Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria

Esta publicación ha contado con la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto EDU2017-82197-P)



Colección Análisis y Estudios

Serie Investigación educativa / Educación para la ciudadanía

© Daniel Cebrián Robles, Antonio Joaquín Franco Mariscal, Teresa Lupión Cobos, María del Carmen Acebal Expósito, Ángel Blanco López (coords.)

María Marta Alarcón Orozco, Vito Battista Brero Peinado, Aurelio Cabello Garrido, María José Cano Iglesias, Mario Caracuel González, Francisco José Castillo Hernández, Joaquín Cañero Arias, Isabel María Cruz Lorite, María de la Paz Domínguez Crespo, Enrique España Ramos, José Antonio García Pérez, Ángel Luis García Ponce, Cristina García Ruiz, Jesús Ramón Girón Gambero, Francisco González García, Francisco José González García, Erika González Sánchez, José Manuel Hierrezuelo Osorio, María Rut Jiménez Liso, María del Pilar Jiménez Tejada, María del Mar López Fernández, Rafael López-Gay Lucio-Villegas, María Martínez Chico, Miguel Ángel Medina Torres, Verónica Eutimia Muñoz Campos, José María Oliva Martínez, Miriam Palma Jiménez, Pedro Guilherme Rocha dos Reis, Noela Rodríguez Losada, Ana María Rodríguez Quesada, María del Carmen Romero López, José Antonio Rueda Serón, Juliana Valencia Ruiz

© de esta edición: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.

c/ Hurtado, 29. 08022 Barcelona

www.grao.com

1.^a edición: enero 2021

ISBN: 978-84-18058-95-0

D.L.: B 21823-2020

Diseño: Maria Tortajada Carenys

Impresión: Podiprint

Impresión bajo demanda para España y Latinoamérica

Quedan rigurosamente prohibidos y estarán sometidos a las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción o total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de ésta por cualquier medio, tanto si es eléctrico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com, 917 021 970 / 932 720 447).

Índice

Introducción, *Daniel Cebrián Robles, Antonio Joaquín Franco Mariscal, Teresa Lupión Cobos, María del Carmen Acebal Expósito y Ángel Blanco López*

Bloque 1. Transferencia a las aulas de secundaria y bachillerato

- 1. La capacidad de argumentar y contraargumentar en secundaria a través de la tecnología. ¿Agua del grifo o embotellada?** *María de la Paz Domínguez Crespo, Daniel Cebrián Robles y Ángel Blanco López*
- 2. Secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de prácticas científicas en el contexto de consumo de yogur**, *Verónica Muñoz Campos, Antonio Joaquín Franco Mariscal y Ángel Blanco López*
- 3. Desarrollo de prácticas científicas en una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la contaminación por plásticos en educación secundaria obligatoria**, **María del Mar López Fernández, Francisco González García y Antonio Joaquín Franco Mariscal**
- 4. Diseño de una secuencia de actividades para el aprendizaje de las disoluciones mediante modelización en el contexto de las bebidas gaseosas**, *Joaquín Cañero Arias, Ángel Blanco López y José María Oliva Martínez*
- 5. Toma de decisiones sobre el consumo de productos naturales/no naturales: propuesta didáctica para alumnado de 14-16 años**, *Mario Caracuel González, Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López*

6. **El proyecto «Agua solarizada» para el desarrollo de competencias científicas en el alumnado de la ESO**, *Jesús R. Girón Gambero, Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López*
7. **Propuesta de actividad de juego de rol para trabajar controversias socioambientales con alumnado de educación secundaria obligatoria y bachillerato**, *Erika González Sánchez, Vito B. Brero Peinado y M.ª del Carmen Acebal Expósito*
8. **La argumentación como eje central de un programa formativo para biología de bachillerato**, *José Antonio García Pérez, Daniel Cebrián Robles y Ángel Blanco López*

Bloque 2. Transferencia a las aulas universitarias de grados de ciencia e ingeniería

9. **Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la medida enzimática de glucosa en refrescos para estudiantes universitarios de ciencias**, *Ángel Luis García Ponce, Ana María Rodríguez Quesada, Miguel Ángel Medina Torres y Ángel Blanco López*
10. **Secuencia de actividades de argumentación para estudiantes de ingenierías industriales**, *María José Cano Iglesias, Antonio Joaquín Franco Mariscal y Ángel Blanco López*

Bloque 3. Transferencia a la formación inicial del profesorado

11. **Feria de experiencias de indagación en ciencias en la formación inicial de maestros de educación infantil. Una oportunidad para la transferencia al aula**, *M.ª Marta Alarcón Orozco, Antonio Joaquín Franco Mariscal y Ángel Blanco López*
12. **Cardioeducation: fomentando la educación para la salud desde la formación inicial del profesorado**, *Noela Rodríguez Losada, Antonio*

Joaquín Franco Mariscal, Daniel Cebrián Robles y Ángel Blanco López

- 13. Controversias asociadas a la lactancia como contexto para desarrollar la capacidad de argumentar científicamente del profesorado de infantil y primaria en formación inicial,** *Miriam Palma Jiménez, Daniel Cebrián Robles y Ángel Blanco López*
- 14. Programa formativo sobre el activismo colectivo basado en la indagación para la formación inicial de profesorado,** **Daniel Cebrián Robles, Enrique España Ramos y Pedro Reis**
- 15. ¿Mensajes publicitarios o nutricionales? Esa es la cuestión,** *María del Carmen Romero López, María del Pilar Jiménez Tejada y Francisco González García*
- 16. Dilemas sobre energía, tecnología y salud para desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado,** **José Manuel Hierrezuelo Osorio, Vito Battista Brero Peinado y Antonio Joaquín Franco Mariscal**
- 17. El actual modelo de producción y consumo de carne como una cuestión socialmente viva. Experiencias en la formación inicial del profesorado,** *Aurelio Cabello Garrido, Daniel Cebrián Robles, Isabel María Cruz Lorite, Francisco José González García y Enrique España Ramos*
- 18. Los juegos de rol en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias,** **José Antonio Rueda Serón, Ángel Blanco López, Enrique España Ramos y Vito Battista Brero Peinado**
- 19. Juego de rol sobre energía nuclear en la formación inicial de maestras y maestros de primaria,** *Isabel María Cruz Lorite, Daniel Cebrián Robles, María del Carmen Acebal Expósito y Ángel Blanco López*

- 20. Fotosíntesis artificial ¿una disyuntiva a la natural? Un dilema científico para trabajar la argumentación y el pensamiento crítico en el aula**, *María del Carmen Acebal Expósito, Juliana Valencia Ruiz, Vito Battista Brero Peinado y Ángel Blanco López*
- 21. Destrezas y obstáculos de un futuro docente en el diseño de una secuencia por indagación y modelización sobre los huesos**, *M.^a Rut Jiménez Liso, Francisco J. Castillo Hernández, María Martínez Chico y Rafael López Gay*
- 22. Propuesta formativa sobre indagación para profesorado de física y química en formación inicial**, *Cristina García Ruiz, Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López*

Bloque 4. Transferencia al profesorado en activo

- 23. La enseñanza de las ciencias basada en el contexto: Visión del profesorado**, *Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López*
- 24. Ayudando al profesorado a utilizar la indagación y el enfoque STEAM en el aula de ciencias**, *Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López*

Introducción*

**Daniel Cebrián Robles, Antonio Joaquín Franco Mariscal,
Teresa Lupión Cobos, María del Carmen Acebal Expósito y
Ángel Blanco López**

El grupo de investigación en Enseñanza de las Ciencias y Competencias (ENCIC) (HUM-974) (*encic.es*) de la Universidad de Málaga, a través de anteriores proyectos de I+D «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria [10-16 años]» (EDU2009-07173); «Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso» (EDU2013-41952-P), y, actualmente, «Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria» (EDU2017-82197-P), ha ido centrando su atención en el tratamiento desde la enseñanza de las ciencias de problemas de la vida diaria entendiendo que este enfoque es particularmente relevante para la formación de una ciudadanía responsable, activa y comprometida en la solución de dichos problemas.

En los planteamientos más actuales se considera que la enseñanza de las ciencias debería centrarse en problemas complejos, relevantes socialmente y del entorno cercano del alumnado (Gilbert, 2006; Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011), lo que permite mostrar claramente la relevancia de lo que se enseña y fomentar el interés de los estudiantes, a la vez que posibilita alejar a estos enfoques de lo anecdótico en lo que, a veces, ha incurrido (Jiménez Liso, Sánchez y De Manuel, 2001). Se necesita, por tanto, identificar y describir cuáles son los problemas y situaciones realmente relevantes y cómo pueden ser considerados desde la enseñanza de las ciencias. En esta línea se sitúa el enfoque del tratamiento de problemas de la vida diaria como eje estructurador de las propuestas de enseñanza de las ciencias (Blanco López, Franco Mariscal y España Ramos, 2016), mediante las

cuáles se pretende que los estudiantes mejoren su comprensión de estos problemas y sus capacidades para la toma de decisiones sobre ellos. El pensamiento crítico, la capacidad de razonamiento y de argumentación, así como la capacidad de análisis de la información, la responsabilidad individual y la habilidad para trabajar con otras personas son aspectos clave de la competencia científica (Blanco López y otros, 2015) que se pueden promover mediante el tratamiento de problemas de la vida diaria.

Las situaciones del mundo real planteadas como contextos educativos incluyen problemas que pueden afectarnos en tres niveles (Gutiérrez, 2006): como individuos (por ejemplo, la alimentación, la sexualidad, la práctica deportiva o el empleo de la energía); como miembros de una comunidad local (por ejemplo, el tratamiento del agua o la ubicación de una central eléctrica), o como ciudadanos del mundo (por ejemplo, el calentamiento global o la disminución de la biodiversidad). Todas estas cuestiones demandan un análisis sosegado y una toma personal de decisiones, en los que tienen un papel importante los conocimientos científicos, creencias epistemológicas, habilidades, actitudes, valores, disposición para la acción, etc. (Wu y Tsai, 2011).

Nos encontramos en un mundo cada vez más globalizado (Carter, 2008) en el que se han producido importantes cambios científicos, tecnológicos, sociales, económicos y culturales. En este contexto se plantean a los ciudadanos importantes y complejas cuestiones sociocientíficas (SSI, sigla en inglés) (Levinson, 2006; España y Prieto, 2010; Evagorou, 2011) que afectan a sus vidas y ante las que cobran gran importancia el análisis y el reconocimiento explícito de las injusticias sociales relacionadas con ellas y de la consecuente relevancia de la acción sociopolítica. Numerosos autores vienen destacando la importancia de los SSI como contextos de aprendizaje (España y Prieto, 2010), tanto de conocimientos como de procedimientos, actitudes y valores (Zeidler, 2003; Sadler, 2004; Oulton, Dillon y Grace, 2004).

En la sociedad actual se producen grandes controversias de importante interés social que pueden ser llevadas a las aulas. Diferentes enfoques han planteado formas de abordar estas controversias en la enseñanza de las ciencias, entre las que destaca el enfoque denominado como cuestiones socialmente vivas (QSV, sigla en francés). Legardez (2006) define las QSV como aquellas preguntas, vivas y controvertidas para la sociedad por ser

tratadas en el ámbito social y mediático, presentes en los debates y discusiones en los ámbitos científico, profesional, político y cultural.

Relacionado con este enfoque y dando un paso más en la implicación de estudiantes y profesorado, se encuentra el enfoque del activismo basado en la ciencia (Reis, 2014). La acción colectiva basada en investigación (fundamentada) es considerada frecuentemente un aspecto importante de la alfabetización científica (Hodson, 1998) y una forma de capacitar a los estudiantes como críticos y creadores de conocimiento, en lugar de colocarlos en el papel de consumidores del mismo como se suele hacer en la ciencia escolar (Bencze y Sperling, 2012). Algunos autores sugieren que la acción sociopolítica de los estudiantes sobre controversias sociocientíficas tiene el poder de mejorar: *a*) el conocimiento de estas cuestiones; *b*) sus competencias de investigación y de ciudadanía; y, eventualmente, *c*) el bienestar de los individuos, las sociedades y los ambientes (Roth y Desautels, 2002).

El desarrollo de prácticas científicas, entre las que destacan las de argumentación, indagación y modelización, se enmarca en un enfoque que considera el aprendizaje como un proceso de socialización dentro de la cultura científica e implica la participación de los estudiantes en las prácticas características de la comunidad científica (Driver, Newton y Osborne, 2000), lo que conlleva construir el conocimiento científico y comprender por qué éste se construye, examina y evalúa de una forma determinada (Reiser, Berland y Kenyon, 2012). La argumentación, la indagación y la modelización constituyen poderosas herramientas de la ciencia, que también se pueden aplicar en el seno de problemas relevantes de la vida diaria para ayudar a los estudiantes en la toma de decisiones fundamentadas y responsable con iniciativa y autonomía personal.

Transfiriendo estas ideas a la práctica educativa en el texto se muestra un amplio abanico de experiencias didácticas realizadas en el seno del proyecto «Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria» (CPAIM).

El texto se ha estructurado en cuatro bloques que recogen en su totalidad veinticuatro capítulos. Los dos primeros bloques están dedicados a las experiencias realizadas con estudiantes de diferentes niveles educativos (educación secundaria obligatoria, bachillerato, grados de ciencia y de

ingeniería) y los dos últimos a experiencias realizadas con profesorado en formación inicial o en ejercicio.

El primer bloque, capítulos 1-8, recoge las experiencias desarrolladas en las etapas de educación secundaria obligatoria y bachillerato. Así el capítulo 1 presenta una propuesta para desarrollar a través del uso de la tecnología la capacidad de argumentar y contraargumentar en el contexto de un problema de la vida diaria del alumnado de educación secundaria obligatoria en el que hay que tomar decisiones fundamentadas en la ciencia sobre el consumo de agua.

En los capítulos 2, 3 y 4 se describen tres secuencias de enseñanza-aprendizaje (en adelante SEA) para estudiantes de secundaria. La primera de ellas, capítulo 2, en torno a distintos aspectos relacionados con el yogur integrando las prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en este contexto de la vida diaria. La segunda, capítulo 3, en torno a los plásticos y su contaminación incluyendo, entre otras, actividades para trabajar la argumentación y la indagación en el aula, y crear una conciencia ambiental ante este problema. La incluida en el capítulo 4 pretende, fundamentalmente, ayudar al alumnado a comprender los procesos de disolución, especialmente de gases en líquidos, a través de prácticas de modelización y la preparación in situ de una bebida gaseosa.

La toma de decisiones ante una controversia de interés como es el consumo de productos de carácter natural frente a los que no lo son es abordada en el capítulo 5, que recoge una SEA que, apoyándose en las prácticas científicas de indagación y argumentación, pretende desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes.

La propuesta de enseñanza sobre el «consumo de agua solarizada», práctica pseudocientífica que supuestamente dota al agua de propiedades especiales, es el contexto de interés en el que se centra el capítulo 6. En el mismo, se describe la secuencia de actividades de un proyecto ABP en torno a esta cuestión, abordando prácticas científicas de indagación y argumentación para ayudar al estudiante en su toma de decisiones sobre dicho consumo.

El capítulo 7 ofrece tres propuestas didácticas para el desarrollo de la capacidad argumentativa en las que aplicando el juego de rol como metodología se abordan controversias sociocientíficas relacionadas con el desarrollo sostenible y la nutrición.

El capítulo 8, último de este bloque, recoge un programa formativo de dos años de duración basado en el desarrollo progresivo de la competencia en argumentación científica para estudiantes de bachillerato en la asignatura de biología.

En un segundo bloque se considera la transferencia a las aulas universitarias de grados de ciencias e ingeniería. Así, el capítulo 9 muestra un ejemplo práctico de una SEA sobre el análisis enzimático por parte de estudiantes universitarios de los grados en química y bioquímica. Con un perfil eminentemente práctico, el diseño de esta secuencia trata de romper con el modelo tradicional (*cookbook*) habitualmente seguido en los laboratorios de prácticas de ciencias. Y el capítulo 10 presenta una secuencia de actividades de argumentación para estudiantes de ingenierías industriales que se plantean en contextos cotidianos relacionados con la ingeniería como la elección del marco de una bicicleta y en situaciones reales como futuros profesionales como la implantación de una central eléctrica respetuosa con el medioambiente.

El tercer bloque, el más extenso, presenta propuestas formativas para la formación inicial del profesorado de infantil, de primaria y de secundaria y bachillerato. El capítulo 11 muestra cómo se puede llevar a cabo la transferencia a la práctica por parte de maestros en formación inicial de educación infantil de experiencias de indagación en el formato de una feria de ciencias.

El capítulo 12 presenta un programa formativo para maestros de infantil en formación inicial con la finalidad de prevenir desde la educación la enfermedad cardiovascular, primera causa de muerte a nivel mundial. Este programa implica también a especialistas, docentes de los centros de prácticas y familias.

El capítulo 13 presenta el diseño e implementación virtual de un programa formativo dirigido a profesorado de infantil y primaria en formación inicial para el aprendizaje de la argumentación científica a través de controversias asociadas a la lactancia.

El capítulo 14 tiene como objetivo dar un paso a la acción con el profesorado en formación inicial. Para ello, se propone un programa formativo sobre activismo colectivo basado en la indagación científica de problemas locales que culmina con la proyección y difusión en redes sociales de vídeos para dar soluciones y concienciar, donde se materializa el trabajo realizado.

Con la propuesta formativa que se presenta en el capítulo 15 se pretende que los estudiantes de los grados de educación infantil, de educación primaria y de nutrición humana y dietética sean capaces de determinar los tipos de mensajes que aparecen en los envases de alimentos y discernir entre mensajes nutricionales y publicitarios.

El capítulo 16 presenta tres dilemas sociocientíficos relacionados con la energía, la tecnología y la salud para desarrollar habilidades de pensamiento crítico desde la formación inicial del profesorado. Permiten reflexionar sobre el ahorro y consumo de la energía en una ciudad, las ventajas y desventajas de la tecnología aplicadas a los coches autónomos, y los beneficios y perjuicios del consumo de azúcar.

El capítulo 17 plantea una cuestión socialmente viva como es actual modelo de consumo y producción de carne donde, en la primera parte, se presentan los diferentes actores humanos y no humanos que intervienen en dicha cuestión, y en la segunda parte, se presentan propuestas didácticas para llevarlas a cabo con profesorado en formación inicial.

Partiendo de un análisis del concepto de juego y su relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje, en el capítulo 18 se hace una revisión de la literatura con respecto al papel que los juegos de rol pueden jugar en la enseñanza de las ciencias y en la formación del profesorado. Y en el capítulo 19 se presenta el diseño, aplicación y evaluación de una actividad de juego de rol para favorecer el desarrollo de la argumentación acerca de la energía nuclear en la formación inicial de maestros de primaria.

El capítulo 20 aborda una controversia sociocientífica como es la generada por los avances para conseguir la fotosíntesis artificial aplicando metodologías que desarrollan el pensamiento crítico y la argumentación durante la formación inicial del profesorado.

En el capítulo 21 se describe el caso de un futuro docente de secundaria que demostró destreza en elegir la rotura de un hueso del brazo como contexto y la necesidad de iniciarla con la observación de huesos para después «explicar» la teoría como dificultad epistémica. Se muestra la secuencia mejorada tras el proceso de acompañamiento y reflexión que completa el proceso formativo vivido en el máster en profesorado.

En el capítulo 22 se presenta un programa formativo para abordar habilidades docentes para la indagación desde la formación inicial del profesorado de secundaria. Se describe el diseño y desarrollo de la

propuesta, que integra la instrucción en el conocimiento del contenido, la implementación de actividades y su transferencia a la práctica.

El último bloque de este libro se centra en la formación permanente del profesorado. El capítulo 23 recoge creencias y percepciones que muestran docentes de secundaria sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, para transitar hacia las modificaciones que se pretenden incorporar con las reformas curriculares. Las visiones analizadas fueron evidenciadas tras participar en un amplio programa formativo, que utilizó el enfoque de enseñanza de las ciencias basada en el contexto, como estrategia para incorporar las innovaciones requeridas. El último capítulo, número 24, presenta una experiencia de formación para la transferencia, desarrollada desde el área de didáctica de las ciencias experimentales de la Universidad de Málaga en colaboración con centros públicos de Málaga, en torno al uso de la indagación y el acercamiento STEAM, como un reto en el desarrollo profesional del profesorado de ciencias en ejercicio.

Una parte importante de una investigación aplicada como la que se ha realizado en el proyecto de investigación que soporta este libro, consiste en la transferencia de sus resultados para que puedan incidir en la práctica educativa, en este caso, en la formación del profesorado y en la actividad docente de los profesores en el aula. En este sentido, esperamos que el conjunto de propuestas didácticas y formativas que se recogen en estas páginas puedan servir de orientación y de estímulo para que el profesorado de ciencias, de cualquier nivel educativo, así como los formadores de dicho profesorado decidan integrar el tratamiento de problemas relevantes para la ciudadanía en su docencia.

Referencias bibliográficas

- BENCZE, J.L.; SPERLING, E.R. (2012): «Student Teachers as Advocates for Student-Led Research-Informed Socioscientific Activism». *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol.12(1), pp. 62-85.
- BLANCO LÓPEZ, Á.; FRANCO MARISCAL, A.J.; ESPAÑA RAMOS, E. (2016): «A competence-based approach to the design of teaching

- sequences. An example about Oral and Dental Health and Hygiene». *Journal of Biological Education*, vol. 50(2), pp. 196-206.
- BLANCO LÓPEZ, Á. y otros (2015): «Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 52(2), pp. 164-198.
- CARTER, L. (2008): «Globalization and science education: The implications of science in the new economy». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 45(5), pp. 617-633.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. (2000): «Establishing the norms of scientific argumentation in classroom». *Science Education*, vol. 88, pp. 287-312.
- ESPAÑA, E.; PRIETO, T. (2010): «Los problemas socio-científicos como contexto para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias». *Investigación en la Escuela*, vol. 71, pp. 17-24.
- EVAGOROU, M. (2011): «Discussing a Socioscientific Issue in a Primary School Classroom: The Case of Using a Technology-Supported Environment in Formal and Nonformal Settings», en SADLER, T. (ed.): *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*. Springer, pp. 131-160.
- GILBERT, J.K. (2006): «On the nature of “context” in Chemical Education». *International Journal of Science Education*, vol. 28(9), pp. 957-976.
- GUTIÉRREZ, A. (2006): «PISA y la evaluación de la alfabetización científica». *Investigación en la Escuela*, vol. 60, pp. 65-77.
- HODSON, D. (1998): *Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach*. Buckingham. Open University Press.
- JIMÉNEZ LISO, R.; SÁNCHEZ, M.A.; DE MANUEL, E. (2001): «Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, vol. 28, pp. 53-62.
- LEGARDEZ, A. (2006): «Enseigner des questions socialement vives. Quelques points de repères», en LEGARDEZ, A.; SIMONNEAUX, L.

- (eds.): *L'école à l'épreuve de l'actualité: Enseigner les questions vives*. ESF Editeur, vol. 110, pp. 19-31.
- LEVISON, R. (2006): «Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues». *International Journal of Science Education*, vol. 28(10), pp. 1201-1224.
- OULTON, C.; DILLON, J.; GRACE, M.M. (2004): «Reconceptualizing the teaching of controversial issues». *International Journal of Science Education*, vol. 26(4), pp. 411-423.
- REIS, P. (2014): «Promoting students' collective socio-scientific activism: Teachers' perspectives», en *Activist science and technology education*. Switzerland. Springer, pp. 547-574.
- REISER, B.; BERLAND, L.K.; KEYNON, L. (2012): «Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation». *Science and Children*, vol. 49(8), pp. 8-13.
- ROTH, W.M.; DESAUTELS, J. (2002): *Science Education as/for Sociopolitical Action. Counterpoints: Studies in the Postmodern Theory of Education*. New York. Peter Lang.
- SADLER, T.D. (2004): «Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 41(5), pp. 513-536.
- SANMARTÍ, N.; BURGOA, B.; NUÑO, T. (2011): «¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas?». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, vol. 67, pp. 62-69.
- WU, Y.; TSAI, C. (2011): «High School Students' Informal Reasoning Regarding a Socio-scientific Issue, with Relation to Scientific Epistemological Beliefs and Cognitive Structures». *International Journal of Science Education*, vol. 33(3), pp. 371-400.
- ZEIDLER, D. (2003): *The rol of moral reasoning on sociocientific issues and discourse in science education*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.

.....

* Este libro utiliza lenguaje no sexista. Las referencias a personas o colectivos en género masculino se hacen por economía del lenguaje y deben entenderse como un género gramatical no marcado.

Bloque 1

Transferencia a las aulas de secundaria y bachillerato

Índice

- 1. La capacidad de argumentar y contraargumentar en secundaria a través de la tecnología. ¿agua del grifo o embotellada?,** *María de la Paz Domínguez Crespo, Daniel Cebrián Robles y Ángel Blanco López*
 - Introducción
 - Desarrollo
 - Puesta en práctica
 - Consideraciones finales
 - Referencias bibliográficas
- 2. Secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de prácticas científicas en el contexto de consumo de yogur,** *Verónica Muñoz Campos, Antonio Joaquín Franco Mariscal y Ángel Blanco López*
 - Introducción
 - Descripción de la secuencia: ¿es necesario tomar yogur?
 - Puesta en práctica en el aula
 - Descripción y desarrollo de las tareas en el aula
 - Consideraciones finales
 - Referencias bibliográficas

- 3. Desarrollo de prácticas científicas en una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la contaminación por plásticos en educación secundaria obligatoria**, *María del Mar López Fernández, Francisco González García y Antonio Joaquín Franco Mariscal*
Importancia de los plásticos y su contaminación en el tratamiento de la educación ambiental en educación secundaria
Secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre los plásticos y su contaminación
Evaluación
Consideraciones finales
Referencias bibliográficas
- 4. Diseño de una secuencia de actividades para el aprendizaje de las disoluciones mediante modelización en el contexto de las bebidas gaseosas**, *Joaquín Cañero Arias, Ángel Blanco López y José María Oliva Martínez*
Introducción
Estructura de la secuencia, objetivos y actividades
Consideraciones finales
Referencias bibliográficas
- 5. Toma de decisiones sobre el consumo de productos naturales/no naturales: propuesta didáctica para alumnado, de 14-16 años**
Mario Caracuel González, Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López
Introducción
Descripción de la propuesta didáctica
Desarrollo de algunas de las actividades de la secuencia
Consideraciones finales
Referencias bibliográficas
- 6. El proyecto «Agua solarizada» para el desarrollo de competencias científicas en el alumnado de la ESO**, *Jesús R. Girón Gambero, Teresa Lupión Cobos y Ángel Blanco López*
Introducción
Descripción de la propuesta

Descripción y desarrollo de las tareas en el aula

Consideraciones finales

Referencias bibliográficas

7. Propuesta de actividad de juego de rol para trabajar controversias socioambientales con alumnado de educación secundaria obligatoria y bachillerato, *Erika González Sánchez, Vito B. Brero Peinado y M.^a del Carmen Acebal Expósito*

Introducción

Elección de la temática

Diseño del juego

Materiales

Producciones del alumnado

Puesta en práctica

Propuesta de juego de rol sobre energía eólica marina

Propuesta de juego de rol sobre incineración de RSU

Propuesta de juego de rol sobre el consumo de batidos de proteínas

Consideraciones finales

Referencias bibliográficas

8. La argumentación como eje central de un programa formativo para biología de bachillerato, *José Antonio García Pérez, Daniel Cebrián Robles y Ángel Blanco López*

Introducción

Descripción del programa formativo

Puesta en práctica del PF

Descripción y desarrollo de alguna de las actividades en el aula

Consideraciones finales

Referencias bibliográficas

Desarrollo de prácticas científicas en una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la contaminación por plásticos en educación secundaria obligatoria*

María del Mar López Fernández

Francisco González García

Universidad de Granada. Didáctica de las Ciencias Experimentales

Antonio Joaquín Franco Mariscal

Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales

Este capítulo presenta una secuencia de enseñanza-aprendizaje centrada en los plásticos y su contaminación para la etapa de educación secundaria obligatoria que ha tenido en cuenta en su diseño los intereses del alumnado y que pretende mejorar su concienciación medioambiental. La secuencia incluye una actividad inicial donde los estudiantes reciben información sobre la composición de los plásticos y sus propiedades físicoquímicas. Luego, se trabajan diferentes actividades que permiten desarrollar habilidades asociadas a las prácticas científicas de indagación y argumentación, como la búsqueda de información y recopilación de diferentes plásticos y su comunicación; el diseño y desarrollo de experimentos sobre la degradación de plásticos por el hombre; la emisión de hipótesis, toma de datos y establecimiento de conclusiones en la degradación natural de materiales, o la defensa de un papel con argumentos y contraargumentos en un juego de rol sobre los plásticos de un solo uso. La secuencia se completa con la realización de un audiocuento sobre los plásticos

como actividad de síntesis. Finalmente, se presentan diferentes instrumentos para valorar el aprendizaje de los estudiantes, sus percepciones y emociones sentidas.

Importancia de los plásticos y su contaminación en el tratamiento de la educación ambiental en educación secundaria

La educación ambiental forma parte de los elementos transversales de nuestro sistema educativo, en el cual deben incorporarse elementos curriculares relacionados con aspectos como el desarrollo sostenible y el medioambiente. Es también uno de los objetivos de la etapa de educación secundaria, recogido como «valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medioambiente, contribuyendo a su conservación y mejora» (MEC, 2015). En definitiva, la educación ambiental debe estar dirigida a adquirir conocimientos científicos ambientales y, además, a formar valores, actitudes y normas de actuación ecológicamente favorables. Incorporar la educación ambiental al proceso de enseñanza y aprendizaje de nuestros jóvenes, los ciudadanos del futuro, podrá evitar el deterioro del planeta (Franco Mariscal, 2014).

Sin duda, uno de los problemas medioambientales de la actualidad son los plásticos y su contaminación. Las estimaciones apuntan a que unos ocho millones de toneladas métricas de plásticos llegan cada año a los océanos, dando lugar a los 5,25 billones de fragmentos plásticos que se encuentran actualmente sólo en la superficie de los océanos. El primer efecto directo de estos es el ahogo, la asfixia, el enredo o el desgarrar de la fauna y flora marina (Smith y otros, 2018).

Las consecuencias de los plásticos no sólo recaen sobre el medioambiente. A éstos, durante su producción, se les añaden aditivos químicos para proporcionarles propiedades diversas. Cuando fuerzas de la naturaleza como la luz solar o la acción de las olas comienzan a degradarlos, se van fragmentando en pequeños trozos, los microplásticos,

los cuales entran en las cadenas tróficas hasta ser incorporados en la biomasa marina, incluyendo seres vivos que forman parte de nuestra alimentación y se lixivian los aditivos químicos (Smith y otros, 2018). Varias investigaciones han demostrado la capacidad de los microplásticos de incorporarse a todos los órganos, con las consecuencias sanitarias que conlleva, y la capacidad de bioacumulación de los productos químicos lixiviados (Teuten y otros, 2009).

Las vías de entrada de los microplásticos en el cuerpo humano son varias, siendo la más evidente a través del consumo de organismos filtradores como los mariscos, pero también con el consumo de cualquier otro animal debido a la transferencia trófica. Existen también otras vías como el consumo de agua y sal, o de alimentos que los contengan, la propia atmósfera o las impurezas en los envases (Smith y otros, 2018).

A pesar del gran impacto de los plásticos sobre el medioambiente y nuestra salud, un estudio previo realizado (López Fernández, González García y Franco Mariscal, 2021) sobre los conocimientos que posee el alumnado del primer ciclo de educación secundaria reveló la existencia de dificultades de aprendizaje en este tema. En particular, el origen de la contaminación por plásticos, el entendimiento del concepto de microplástico o la presencia de éstos en el estómago humano; problemas que no mejoran al avanzar en los cursos de secundaria.

Desde los centros educativos, cada vez más concienciados en la necesidad de crear estrategias educativas para trabajar este tema en el aula, se han realizado diferentes programas o experiencias de educación ambiental. Entre ellos destaca el programa *Ecoescuelas* (Junta de Andalucía, 2019) que pretende hacer de los centros educativos un proyecto coherente con los principios de la educación ambiental, además de sensibilizar, formar y educar sobre la importancia del desarrollo sostenible, haciendo a los individuos más participativos y conscientes, a través de la mejora de la gestión ambiental de los centros. Otros ejemplos son la experiencia de Franco Mariscal (2014) en un instituto de secundaria para sensibilizar y concienciar a la comunidad educativa sobre la gravedad de los problemas ambientales y la importancia de generar actitudes y comportamientos no contaminantes, ahorradores de energía y respetuosos con el medioambiente; o la propuesta de Vázquez (2012) en torno a nuevas formas de abordar la educación ambiental desde proyectos

interdisciplinarios, involucrando a toda la comunidad educativa para generar actitudes y comportamientos ecosostenibles en su entorno.

Si bien es cierto que estas experiencias se van extendiendo cada vez más en el ámbito educativo, las propuestas sobre los plásticos y su contaminación ambiental siguen siendo aún escasas en la etapa de secundaria y en la formación inicial del profesorado. En este último caso, destaca el trabajo de Torres (2019), quien realizó una secuencia para estudiantes de 1.º de ESO con el objetivo de describir las posibles trayectorias que siguen los residuos plásticos en el Golfo de Cádiz, mediante el lanzamiento de botellas con mensajes y con colaboración ciudadana. Otro ejemplo es la experiencia de Juárez y otros (2019) con maestros en formación, que introduce la argumentación científica con un juego de rol sobre el uso de plásticos en un futuro cercano. Por estos motivos, este trabajo presenta una secuencia de enseñanza-aprendizaje (en adelante SEA) sobre los plásticos y su contaminación, con el objetivo de favorecer el aprendizaje y fomentar actitudes ante el problema en cuestión, motivar y generar interés por las ciencias y por el medioambiente.

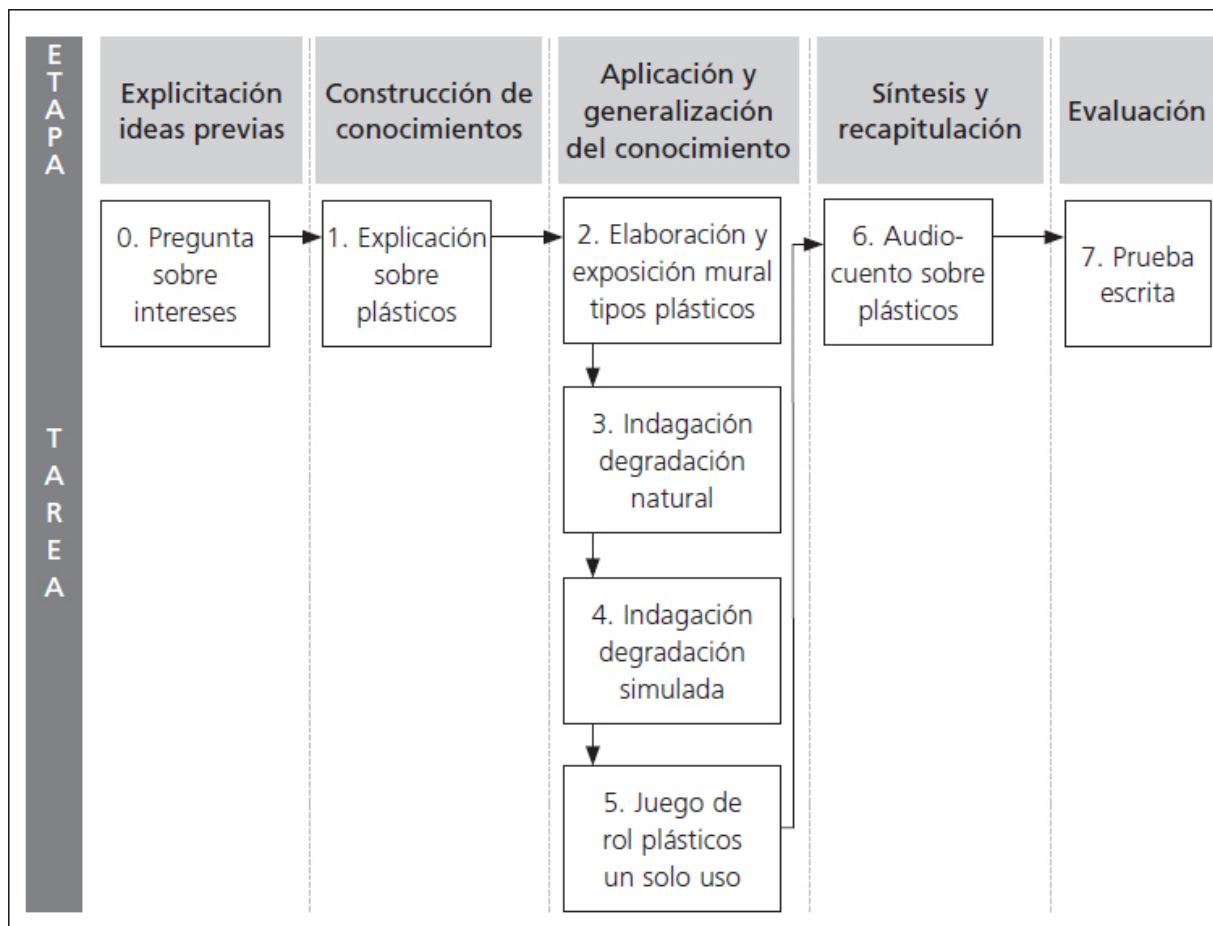
Secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre los plásticos y su contaminación

Descripción de la SEA

La SEA se ha diseñado para estudiantes del primer ciclo de la ESO (12-14 años) de asignaturas de ciencias e incluye un total de ocho tareas que se desarrollan de forma transversal durante un trimestre, lo que permite concienciar y sensibilizar al alumnado a largo plazo. Esta SEA trabaja contenidos recogidos en el currículo, como factores desencadenantes de desequilibrios en los ecosistemas en biología y geología de 1.º de ESO; la química en la sociedad y el medioambiente para física y química de 2.º ESO; la especie humana como agente geológico en biología y geología de 3.º de ESO, y otros contenidos comunes a todas las asignaturas de ciencias como la metodología científica o los proyectos de investigación (MECD,

2015). Esta SEA se ha implementado con éxito con 140 estudiantes de 1.º, 2.º y 3.º de ESO del CDP Gibralfajate de Málaga.

Cuadro 1. Tareas de la SEA en cada una de las etapas



El cuadro 1 muestra las tareas incluidas en la SEA en cada una de las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje: explicitación de ideas previas, construcción de conocimientos, aplicación y generalización del conocimiento, síntesis y recapitulación y evaluación.

Descripción de las tareas

Este apartado describe las distintas tareas planteadas, mostrando su objetivo, la práctica científica asociada y alguna producción de los estudiantes.

Tarea 0. Intereses del alumnado

Su objetivo es conocer los intereses del alumnado acerca de los plásticos y su contaminación, a través de la pregunta abierta: «Escribe qué te gustaría saber sobre los plásticos en relación con la contaminación», que los estudiantes responden por escrito. Algunos de los intereses mostrados ante el tema se ilustran en la imagen 1.

Imagen 1. Intereses de un estudiante sobre los plásticos y su contaminación

Escribe qué te gustaría saber sobre los plásticos en relación con la contaminación:

- ¿Cómo logran que el petróleo sea blanco (o de cualquier color)? (para el plástico)
- ¿Porque no han "quitado" el "continente basura"?
- ¿Porque no envían un barco para recoger basura del mar?
- ¿En el espacio hay ~~basura~~ plásticos (basura espacial)?
- ¿Cuanto tarda en desintegrarse una botella?
- ¿El plástico es biodegradable?

Imagen 2. Esquema cumplimentado por un estudiante en la tarea 2

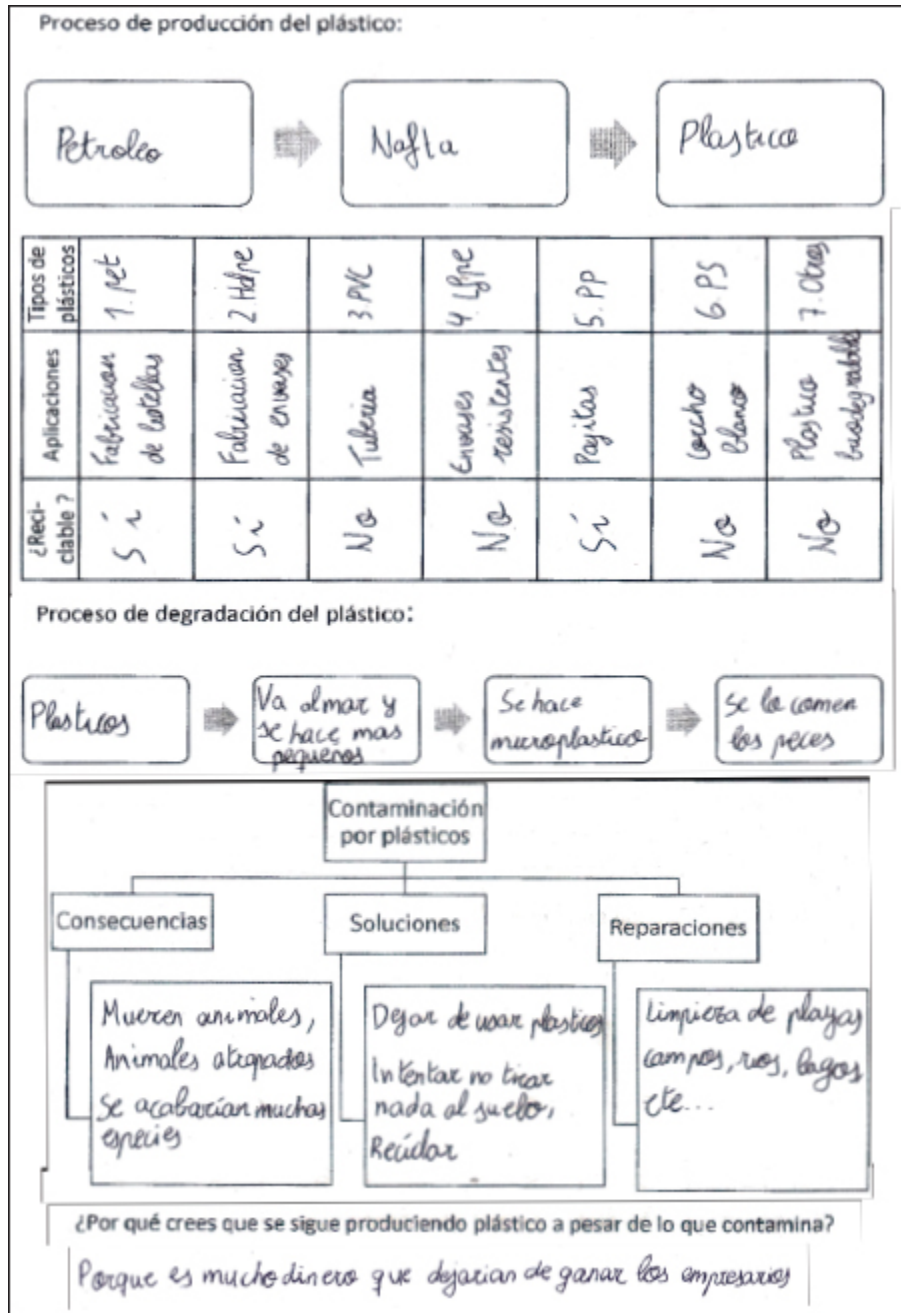
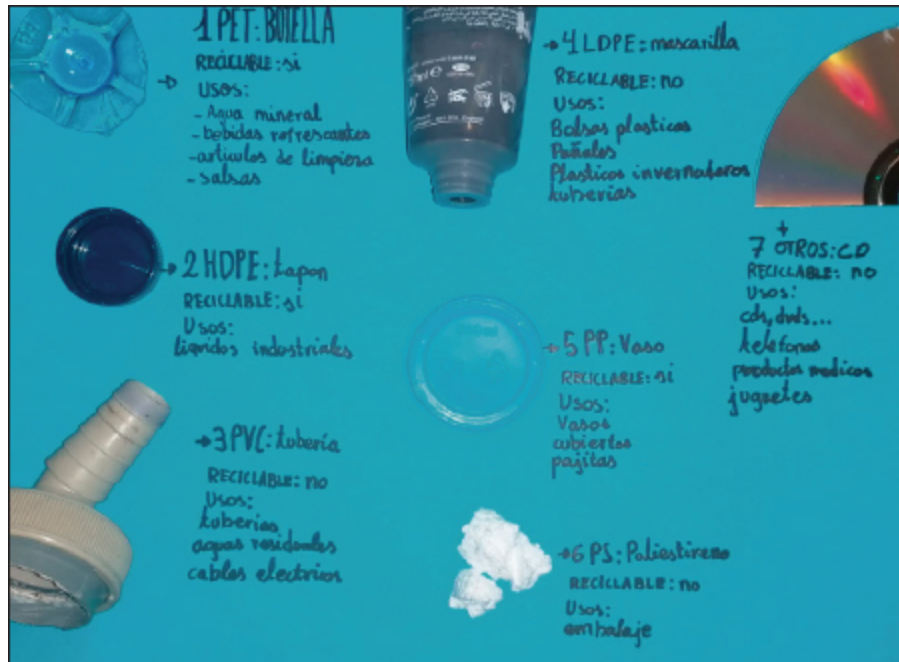


Imagen 3. Mural con los distintos tipos de plásticos, características y aplicaciones



Tarea 1. Explicación de las propiedades, aplicaciones y tipos de plásticos

El objetivo de esta tarea es introducir al alumnado en el problema actual sobre los plásticos y su contaminación, así como darles nociones básicas sobre aspectos como las propiedades físicoquímicas de los mismos, sus aplicaciones, los diferentes tipos existentes, su degradación y consecuencias, y posibles soluciones medioambientales. Durante la explicación, los estudiantes deben cumplimentar un esquema con las ideas más importantes (imagen 2). Luego, se realiza un debate en torno a la cuestión: «¿Por qué crees que se sigue produciendo plástico a pesar de lo que contamina?», lo que permite trabajar la práctica científica de argumentación.

Tarea 2. Recopilación y exposición de plásticos de diferentes tipos

Esta tarea consiste en recopilar un fragmento de cada uno de los siete tipos de plásticos existentes y realizar con ellos un mural donde se expliquen sus características, propiedades físicoquímicas y aplicaciones (imagen 3). Posteriormente, los estudiantes deben exponer oralmente su mural al resto

de la clase. Esta tarea trabaja la búsqueda de información como competencia importante en la práctica científica de indagación.

Imagen 4. Observación periódica de distintos materiales realizada por estudiantes de 1.º de ESO



Tarea 3. Indagación sobre la degradación de materiales producida por la naturaleza

El alumnado debe observar el efecto que los agentes ambientales ejercen sobre cuatro materiales (plástico transparente, plástico de color, papel y cartón) del mismo tamaño expuestos al aire libre a lo largo de un trimestre (imagen 4). Para ello, debe emitir hipótesis, realizar observaciones, registrar datos de forma periódica sobre el tiempo atmosférico y los cambios producidos (imagen 5), elaborar gráficas y establecer conclusiones. Esta tarea trabaja un ciclo completo de indagación.

Tarea 4. Indagación sobre la degradación de plásticos producida por el hombre

En esta tarea, centrada en la indagación, los estudiantes deben emitir hipótesis sobre qué les ocurrirá a cuatro materiales (un tapón de plástico, un fragmento de bolsa de plástico, un trozo de papel y otro de cartón) si intentan destruirlos con sólidos y líquidos. Posteriormente, deben diseñar y

llevar a la práctica experiencias para degradar estos materiales. El cuadro 2 muestra, a modo de ejemplo, el resultado que obtuvo un estudiante cuando introdujo un trozo de papel y otro de plástico en un cuenco con agua durante cinco minutos. Tras realizar los experimentos, los estudiantes deben elaborar una memoria incluyendo los objetivos de la indagación, las hipótesis, los materiales y herramientas, la metodología empleada, los resultados obtenidos, sus conclusiones al respecto y la bibliografía utilizada. Esta tarea trabaja las prácticas científicas de indagación y argumentación escrita.

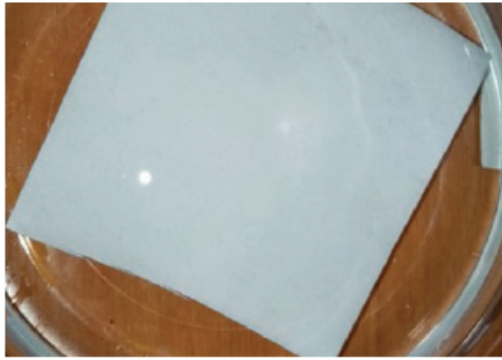



Imagen 5. Ejemplo de datos registrados por los estudiantes durante la cuarta semana para distintos materiales expuestos al aire libre

Fecha	Clima	T*	Material	Pérdida de color	Cambio de forma	Aparición de grietas	Pérdida material	Aparición manchas	Separación de fibras	Olor	Otros
11/3/2020	Soleado	20º grados	Papel	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	
			Cartón	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	Tiene una mancha
			Plástico verde	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
			Plástico.	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	

Tarea 5. Juego de rol sobre plásticos de un solo uso

Esta tarea tiene como objetivo realizar un vídeo para el canal de YouTube de la Unión Europea que muestre un debate entre estudiantes de secundaria sobre la nueva normativa para la prohibición de los plásticos de un solo uso. La actividad es una adaptación para educación secundaria del juego de rol sobre la misma temática propuesto por Juárez y otros (2019) para maestros en formación inicial.

Cuadro 2. Resultados antes y después de introducir un trozo de papel y un trozo de una bolsa de plástico en agua durante cinco minutos

	ASPECTO INICIAL	ASPECTO TRAS CINCO MINUTOS EN AGUA
Papel		
Plástico		

Los estudiantes representan diferentes roles de personas implicadas en el problema y deben defender su postura con argumentos razonados. En su desarrollo, intervienen diferentes roles a favor (un adolescente, un productor de materiales biodegradables, un pescador y un científico ambiental) y en contra del problema (un adolescente, el propietario de una empresa petrolífera, un trabajador en una fábrica de cubiertos desechables y el director de una fábrica de productos sanitarios desechables), moderados por dos presentadores que establecen finalmente quién ha ganado el debate. La tarea consta de dos partes. En la primera, se reparten los roles entre el alumnado y buscan en diferentes fuentes de información, argumentos a favor de cada rol y posibles argumentos débiles del resto de personajes. La segunda parte consiste en la escenificación del juego de rol, donde cada estudiante debe defender su rol de forma argumentada. La tarea permite trabajar diferentes competencias relacionadas con la argumentación oral y escrita, como la presentación e identificación de pruebas, justificaciones y conclusiones, o la elaboración de argumentos y contraargumentos completos.

Tarea 6. Audiocuento sobre los plásticos

Para sintetizar lo aprendido en la SEA, los estudiantes deben diseñar y grabar un audiocuento original de cinco minutos de duración donde el protagonista de la historia sea un fragmento de plástico. La trama se debe desarrollar en tres escenas diferentes, debiendo aparecer tres personajes como mínimo.

Evaluación

La evaluación de la SEA se plantea con la realización de una prueba escrita. Adicionalmente, se presenta una ficha de valoración de las tareas que puede ser útil al profesorado para conocer la evolución del aprendizaje en la SEA y la eficacia de las tareas, y otra ficha para valorar las emociones mostradas por los estudiantes. Por último, se propone un cuestionario para valorar la SEA en su conjunto.

Prueba escrita

Esta prueba incluye diferentes cuestiones de naturaleza cerrada y abierta sobre aspectos de los plásticos y la contaminación medioambiental que producen (imágenes 6 y 7, en las páginas siguientes). Si el docente desea conocer la evolución del aprendizaje de su alumnado durante la SEA, se recomienda utilizar este mismo cuestionario al inicio de la misma.

Imagen 6. Ejemplo de respuestas de un estudiante a las preguntas cerradas de la prueba

Señala la respuesta correcta a las siguientes preguntas

¿De dónde crees que viene el plástico?

El plástico se extrae directamente de la naturaleza Es un derivado del petróleo Lo producen los animales y vegetales vivos

¿Crees que todos los plásticos son iguales?

No, hay diferentes tipos Sí, todos son iguales No lo sé

¿Todos los plásticos pueden reutilizarse y reciclarse?

Sí, pero no todo el mundo los recicla Sí, por eso todos los plásticos se reciclan No, algunos sí, otros no

¿Todos los plásticos pueden utilizarse para fabricar botellas de agua?

No, porque algunos son difíciles de extraer No, porque algunos pueden ser tóxicos Sí, porque los plásticos son moldeables

La contaminación por plásticos es debido...

solo a la gran cantidad de plásticos a su escasa capacidad de degradación, junto a otros factores a su poca utilidad

¿Qué son los plásticos de un solo uso?

Los plásticos que las personas usan una vez y los tiran Los plásticos que solo pueden usarse una vez Todos, ya que no debemos de reutilizarlos.

¿Cómo se forman los microplásticos?

A partir del petróleo, para utilizarlos en cosas muy pequeñas El medio ambiente crea fragmentos muy pequeños a partir de un plástico más grande En las plantas de reciclaje, como paso previo para elaborar un plástico.

La degradación del plástico...

Es muy lenta, con el tiempo apenas cambian sus características Es lenta, en unas semanas está degradado Se degrada muy rápido, en unas horas.

La contaminación por plásticos afecta...

Solo a los océanos Solo a los seres vivos Al planeta Tierra al completo

Los plásticos que se encuentran en el mar pueden estar...

Poco tiempo, porque se degradan fácilmente Solo en la superficie Hasta miles de metros de profundidad

¿Crees que en tu estómago podrías tener algún trocito de plástico?

No, no lo creo Puede que en un alto porcentaje de la población Sí, todos tenemos

En la lucha contra la contaminación por plásticos, en 2021 se va a limitar el uso de plásticos de un solo uso. ¿Crees que medidas como estas son suficientes?

No, se necesitan más acciones Sí, por algo hay que empezar Sí, medidas como estas son suficientes

Imagen 7. Ejemplo de respuestas de un estudiante a las preguntas abiertas de la prueba

¿Te gustaría que se eliminasen los plásticos? ¿Por qué?

Si me gustaría. Para no dañar al planeta.

¿Qué consecuencias crees que puede tener la contaminación por plásticos para los seres vivos?

Consecuencias muy malas, como animales que no sepan distinguir el plástico con alimentos.

Escribe algunas medidas que tú puedes hacer para reducir la contaminación por plásticos

no tirar plástico al mar, comprar menos plástico...

Escribe algunas medidas para solucionar los ecosistemas contaminados por plásticos

Algunas medidas para solucionar es no abusar de el plástico,

¿Por qué crees que no recogen el plástico que hay en las playas y mares?

Creo que es para no hacerles daño a los animales.

¿Por qué crees que se sigue produciendo plástico a pesar de lo que contamina?

No se pero es una causa muy importante que deberían quitarlo y no seguir haciendo una cosa perjudicial para el planeta.

¿Por qué sigues usando plásticos a pesar de lo que contamina?

Porque casi todo está formado por plástico.

Ficha de valoración de las tareas

Con idea de que los estudiantes puedan realizar una valoración de cada una de las tareas se recomienda emplear el cuestionario propuesto por Franco Mariscal, Franco Mariscal y Salas García (2017) (imagen 8). Este cuestionario permite obtener información acerca de lo que cada estudiante considera que ha aprendido antes y después de realizar la tarea, los aspectos mejor y peor apreciados de la misma, una valoración general de la tarea en una escala de diez puntos y su opinión en torno a la sencillez, utilidad, atractivo e interés de la tarea.

Ficha de valoración de las emociones

Para conocer las emociones sentidas por el alumnado durante cada tarea y poder hacer un seguimiento de las mismas a lo largo de la SEA, se propone emplear el cuestionario de Gil y Martínez (2015) en el que los estudiantes deben elegir uno de los siete puntos de una escala diferencial semántica (muy, algo, bastante, indiferente, bastante, algo, muy), en cuyos extremos se encuentran diez emociones placenteras y sus homólogas no placenteras, respectivamente.

Imagen 8. Ejemplo de respuestas en la ficha de valoración de la tarea de indagación sobre la degradación producida por la naturaleza.

He aprendido.... Como evolucionan los materiales dependiendo de los factores de la temperatura...etc.										
Lo mejor: Bajar al huerto a tomar datos										
Lo peor: Tener que apuntar los										
Puntúa la actividad: 8										
Señala con una x tus conocimientos antes de la actividad:										
0	1	2	3	④	5	6	7	8	9	10
Señala con una x tus conocimientos después de la actividad:										
0	1	2	3	4	5	⑥	7	8	9	10
Valora la actividad para cada una de las cualidades										
	Muy poco	Poco	Algo	Mucho						
Sencillez		x								
Utilidad			x							
Atractivo				x						
Interés				x						

Cuestionario de valoración de la SEA

Finalmente, para obtener una valoración final de la SEA resulta útil el cuestionario de Blanco y Lupión (2015), que incluye diferentes preguntas, entre otras, relativas a la metodología empleada en el aula, el tema tratado o si le gustaría que la forma de trabajar de la SEA tuviese continuidad en el futuro.

Consideraciones finales

Esta SEA trata los plásticos y su contaminación como un problema de actualidad con efectos directos en el medioambiente y, en consecuencia, en

la salud de la población, un tema que demanda la necesidad de concretar estrategias educativas de forma urgente.

La SEA permite trabajar con los estudiantes de secundaria distintas habilidades relacionadas con las prácticas científicas de argumentación e indagación a través de diferentes tareas que ayudan a mejorar actitudes y comportamientos medioambientalmente responsables y a crear una capacidad crítica ante actuaciones propias y de su entorno más cercano. En definitiva, se pone de manifiesto la adquisición de una concienciación ambiental por parte del alumnado desde la etapa de educación secundaria obligatoria. Además del plano medioambiental, las tareas propuestas pretenden promover el interés, la motivación y emociones positivas hacia el aprendizaje de las ciencias.

Referencias bibliográficas

- BLANCO, A.; LUPIÓN, T. (2015): *La competencia científica en las aulas. Nueve propuestas didácticas*. Santiago de Compostela. Andavira Editora.
- FRANCO MARISCAL, A.J. (2014): «Un estudio exploratorio de una experiencia medioambiental: la escalera del instituto, un espacio para la educación ambiental». *Tecné, Episteme y Didaxis*, vol. 35, pp. 13-37.
- FRANCO MARISCAL, A.J.; FRANCO MARISCAL, R.; SALAS GARCÍA, G. (2017): «El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria». *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, vol. 1(2), pp. 1-13.
- GIL, P.; MARTÍNEZ, M. (2015): «Emociones auto-percibidas en las clases de educación física en primaria». *Universitas Psychologica*, vol.14(3), pp. 923-935.
- JUÁREZ, P. y otros (2019): «El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias: la visión de maestros en formación inicial». *Aula de Innovación Educativa*, vol. 287, pp. 15-20.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSERJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE CONSERJERÍA DE EDUCACIÓN Y DEPORTE (2019): *Catálogo*

Aldea: Programa de Educación Ambiental para la Comunidad Educativa, curso 2019/2020. Sevilla. Junta de Andalucía.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, M.M.; GONZÁLEZ GARCÍA, F.; FRANCO MARISCAL, A.J. (2021): «¿Qué ideas iniciales tienen los estudiantes de 1º de ESO sobre la contaminación medioambiental por plásticos?». *Comunicación aceptada en 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Córdoba. Universidad de Córdoba/Ápice.

MECD (2015): Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Real Decreto «Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato». *Boletín Oficial del Estado* (3 enero 2015), núm. 3, pp. 169-546.

SMITH, M. y otros (2018): «Microplastics in seafood and the implications for human health». *Current Environmental Health Reports*, vol. 5(3), pp. 375-386.

TEUTEN, E.L. y otros (2009): «Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife». *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 364(1526), pp. 2027-2045.

TORRES, J.M. (2019): «Estudio de los flujos de dispersión de los residuos plásticos en el Golfo de Cádiz debido a las corrientes superficiales marinas: una propuesta de ciencia básica escolar para iniciar a los alumnos de 1º de ESO en la metodología científica». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 16(3), p. 3501.

VÁZQUEZ, E. (2012): «El tratamiento interdisciplinar de lo eco-sostenible en la enseñanza secundaria: un estudio de casos». *Profesorado, Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 16(2), pp. 165-192.

.....

* AGRADECIMIENTOS. Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación Educativa PIE19-139 «Educación STEAM en la formación de estudiantes universitarios», financiado por Universidad de Málaga.