



EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS
EN EL ÁMBITO STEM

Investigación y Didáctica en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas



Universidad
Complutense
Madrid



COLECCIÓN ORIGINAL DE
DOCTORES Y LICENCIADOS
EN FILOSOFÍA Y LETRAS
Y CIENCIAS
COMUNIDAD DE MADRID

EPI  NUT
EPIDEMIOLÓGIA NUTRICIONAL

 **SANTILLANA**

JORNADAS SOBRE INVESTIGACIÓN Y DIDÁCTICA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS

V Congreso Internacional
de Docentes del ámbito STEM

Experiencias docentes y estrategias de innovación educativa para la
enseñanza de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas

Marisa González Montero de Espinosa
Alfredo Baratas Díaz
Antonio Brandi Fernández
(editores)

ORGANIZAN:

Colegio Profesional de la Educación de la Comunidad de Madrid (CDL).
Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Editorial Santillana.
Grupo de Investigación «Epinut» de la UCM.

COLABORAN:

Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM).
Real Sociedad Española de Historia Natural (RSEHN).
Real Sociedad Española de Física (RSEF).
Real Sociedad Española de Química (RSEQ).
Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT).
Fundación para el Conocimiento madri+d.
Colegio Oficial de Físicos (COFIS).

COMITÉ CIENTÍFICO:

Pilar Calvo de Pablo (Real Sociedad Española de Historia Natural).
Ángel Ezquerro Martínez (Grupo de Enseñanza de la Física, RSEF. Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid).
Ana García Moreno (Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid).
Ángel Herráez Sánchez (Universidad de Alcalá de Henares).
Miguel Ángel Madrid Rangel (profesor de Secundaria, Departamento de Biología y Geología).
María Dolores Marrodán Serrano (Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid).
Ignacio Meléndez Hevia (profesor de Secundaria, Departamento de Biología y Geología).
Pablo Pardo Santano (coordinador de Prácticas de los grados de Magisterio en Centro Universitario Cardenal Cisneros).
Gabriel Pinto Cañón (RSEQ. ETS de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid).
Domingo Sánchez Figueroa (subdirector del área de Matemáticas en editorial Santillana).
David Sánchez Gómez (editor ejecutivo de las áreas de Física, Química y Tecnología en editorial Santillana).

COMITÉ ORGANIZADOR:

Noemí López-Ejeda

Directora de difusión y medios sociales.

Marisa González Montero de Espinosa

Coordinadora del Seminario de Biología, Geología, Física y Química del Colegio Profesional de la Educación.
Grupo de Investigación de la UCM «Valoración de la condición nutricional en las poblaciones humanas»
(www.epinut.ucm.es).

Alfredo Baratas Díaz

Profesor titular de Historia de la Ciencia, Facultad de Ciencias Biológicas, UCM.

Antonio Brandi Fernández

Editorial Santillana.

ÍNDICE

Introducción	11
Conferencia inaugural	13
<i>Docencia y divulgación científica</i>	
José M. Mulet	15
La ciencia en el aula: materiales y experiencias	23
<i>La geodinámica interna mediante aprendizaje cooperativo</i>	
Angosto Sánchez, Irene	25
<i>El taller con experimentos con indagación: una estrategia para generar competencias científicas en los futuros profesores</i>	
Barreto Pérez de Guerrero, María del Carmen	35
<i>El cine en el aula: un elemento integrador de la ciencia en la sociedad</i>	
Benítez Villamor, Amparo Elisa, y Ezquerro Martínez, Ángel	43
<i>El aula como escenario. Actividad STEAM para el futuro profesorado de Física y Química de Secundaria</i>	
Calvo Pascual, María Araceli, y Atrio Cerezo, Santiago	51
<i>Resultados del proyecto ¿Y si Kepler hubiera sido del Atleti?</i>	
Eff-Darwich Peña, Antonio; Pérez Pinto, Laureen Vanessa, y Yanes Gómez, Adán Manuel. . .	63
<i>Diseño y análisis de resultados de una herramienta de detección de ideas previas sobre salud nutricional en Bachillerato</i>	
Esquivel Martín, Tamara; Bravo Torija, Beatriz, y Pérez Martín, José Manuel	73
<i>La utilización de imágenes para mejorar la comprensión de los procesos formadores del relieve y el modelado del paisaje en alumnos de 4.º de ESO</i>	
García Buitrago, Elena; García García, Eugenia, y Caballero Armenta, Manuela.	83
<i>Videonoticias, una manera diferente de acercar la investigación a los alumnos</i>	
García García, Pedro	91
<i>Las controversias sociocientíficas y su importancia en la cultura científica</i>	
García Ruiz, Andrés, y Castro Guío, María Dolores	95
<i>El Aprendizaje Basado en Retos: una nueva metodología activa para el estudio de la sostenibilidad</i>	
García Ruiz, Andrés, y Castro Guío, María Dolores	105

<i>Recursos didácticos para motivar el aprendizaje científico: juegos matemáticos</i>	
Gil Noé, José Vicente; Ramiro Roca, Enric, y Lozano Sanfèlix, Neus	113
<i>Utilización de un experimento sobre la acción de vertidos contaminantes al suelo en diferentes entornos culturales y niveles de Educación Primaria</i>	
Hernández, Ana Jesús; Pérez, Araceli; Tena, Estrella, y Gutiérrez-Ginés, María Jesús.	123
<i>La experimentación en educación ambiental para la formación de maestros en Educación Infantil</i>	
Laso Salvador, Sandra, y Ruiz Pastrana, Mercedes	133
<i>El juego como herramienta de apoyo en la enseñanza de la Química</i>	
León González, María Eugenia de; Ballesteros de León, Elisa; Blanco Asenjo, Miriam; Gómez, Gómez, Beatriz; Luna Costales, Amparo; Manuel de Villena Rueda, Javier; Martínez del Campo, Teresa; Moreno Martín, Gustavo; Pérez Arribas, Luis Vicente, y Rodríguez Yunta, María Josefa.	141
<i>¿Qué enseñar sobre alimentación y nutrición? El desarrollo de la competencia en alimentación: proyecto Obesity</i>	
Luciáñez Sánchez, Gema.	147
<i>Modelo tridimensional recortable de una dorsal oceánica</i>	
Meléndez Hevia, Ignacio, y Brandi Fernández, Antonio	155
<i>El Programa SII de Educación Primaria para promocionar hábitos cardiosaludables en niños de 6 a 12 años</i>	
Òrrit, Xavier; Carral, Vanesa; Rodríguez, Carla; Haro, Domènec; Carvajal, Isabel; Cos-Gandoy, Amaya de; Miguel, Mercedes de; Bodega, Patricia; Santos-Beneit, Gloria, y Fuster, Valentín.	171
<i>Marine Litter Hub: comunidad de aprendizaje expandida sobre la protección del medio marino desde un enfoque transdisciplinar para Educación Secundaria</i>	
Pérez Martín, José Manuel; González-Patiño, Javier; Esquivel Martín, Tamara; Ambrona, Tamara; Bravo Torija, Beatriz, y Atrio Cerezo, Santiago.	183
<i>El relato y la imagen realista (storytelling) para la mejora de la enseñanza de la célula en Educación Secundaria</i>	
Pérez Martín, José Manuel; Sánchez Sánchez, Noelia; Maroto Gamero, Rafael Miguel; Aquilino, Mónica, y Bravo Torija, Beatriz.	191
<i>Empapando en agua los currículos de asignaturas del ámbito científico-tecnológico</i>	
Pérez Pinto, Laureen Vanessa; Yanes Gómez, Adán Manuel, y Eff-Darwich Peña, Antonio.	201
<i>De la dificultad en la comprensión del concepto de presión de vapor al fundamento de la olla exprés: una aproximación práctica a la educación STEM</i>	
Pinto Cañón, Gabriel, y Prolongo Sarria, Marisa.	209
<i>¡Electrificate, si te atreves!</i>	
Prada Pérez de Azpeitia, Fernando Ignacio de, y Martínez Pons, José Antonio	219
<i>Presentación de materiales docentes de Física para la asignatura Cultura Científica</i>	
Tricio Gómez, Verónica; Vilorio Raymundo, Ramón, y Escudero Herrero, Virginia.	229

La ciencia fuera del aula 239

<i>Divulgación científica para Educación Secundaria y Bachillerato en el Museo Nacional de Ciencias Naturales</i>	
Barrera Picón, Luis; Iriarte Rodríguez, Rocío de, y López García-Gallo, Pilar.	241
<i>Introducción a la ciencia: experiencias con el BIE</i>	
Carrero Ayuso, Isabel.	251
<i>Una propuesta de trabajo de las competencias STEM: el congreso científico entre alumnos de secundaria</i>	
Catalán de Domingo, Roberto; Giménez Antón, Ana María; Palacios Plaza, Benigno Agustín; Prada Alonso, Alexandra, y Vázquez Mínguez, Óscar	261
<i>Iniciando al alumnado en el trabajo científico y en la comunicación de la ciencia. «La Jornada científica», una experiencia en ESO</i>	
Gollerizo Fernández, Adrián, y Clemente Gallardo, María Rebeca.	271
<i>Congreso científico escolar en el MNCN</i>	
Iriarte Rodríguez, Rocío de; Barrera Picón, Luis, y López García-Gallo, Pilar.	281
<i>La utilización de los alrededores del centro educativo como itinerario botánico</i>	
Magaña Ramos, Marina	289
<i>Los parques y jardines, un lugar para la investigación y el aprendizaje-servicio</i>	
Martín Nieto, Sofía, y Martín-Blanco, Carlos J.	297
<i>Programa Nuestro Medio. Red municipal de indicadores municipales con participación educativa</i>	
Refoyo Román, Pablo; García Moreno, Ana, y Muñoz Araujo, Benito	307
<i>Metodología del diseño de talleres para enseñar Física y Química en Primaria</i>	
Robredo Valgañón, Beatriz, y Hernández Álamos, María del Mar.	317
<i>Proyecto SWI (Small Word Initiative) en España: la búsqueda de microorganismos productores de nuevos antibióticos</i>	
Ruiz-Calero Bote, Mar, y Calvo de Pablo, Pilar	325
<i>Aprendizaje-Servicio en Microbiología y Salud Pública</i>	
Valderrama, María José; Linares, María; López-Ejeda, Noemí; García, María Teresa, y Valenzuela, Myriam.	335
<i>SOS Polinizadores: un proyecto educativo sobre insectos polinizadores</i>	
Vignolo Pena, Clara	343

Ciencias 2.0. Aplicaciones docentes de las TIC 353

<i>Uso de recursos didácticos y laboratorios virtuales como TIC para enseñanza la de la Biología</i>	
Aquilino, Mónica; Herrero Felipe, Óscar; Escaso Santos, Fernando; Narváez Padilla, Iván; Novo Rodríguez, Marta; Ortega Coloma, Francisco; Pérez Martín, José Manuel, y Planelló Carro, Rosario	355
<i>Kahoot!: no solo para jugar</i>	
Calduch-Losa, Ángeles, y Vidal-Puig, Santiago	363

<i>La plataforma Kahoot! es una herramienta útil en la enseñanza universitaria del área de Ciencias de la Salud</i>	
Cano Barquilla, María Pilar; Jiménez Ortega, Vanesa; Olmo López, Rosa María; Fernández-Mateos, María Pilar; Tejjón López, César; Virto Ruiz, Leire; Blanco Gaitán, María Dolores; Izuzquiza Suárez Inclán, José; Navarro Ruiz de Adana, Ignacio, y Esquifino Parras, Ana	371
<i>Metodología, didáctica y divulgación con Estenmáticas</i>	
Castellano Pérez, Guadalupe	379
<i>Aula Virtual de Entomología</i>	
García Moreno, Ana; Ormosa Gallego, Concepción; Roca Juncosa, Joan; Castello Fortet, José Ramón; Muñoz Araujo, Benito; Refoyo Román, Pablo; Pérez Gonzalez, Sergio; Tello Fierro, Ana, y Romero López, Daniel	387
<i>Malacología: recurso educativo en abierto</i>	
García Moreno, Ana; Muñoz Araujo, Benito; Roca Juncosa, Joan; Castello Fortet, José Ramón; Refoyo Román, Pablo, y Pérez González, Sergio.	395
<i>Desarrollo y aplicación de las autoevaluaciones en la plataforma Moodle como herramienta en el proceso de aprendizaje de la Química Orgánica</i>	
González, Juan Francisco; Cores, Ángel; Menéndez, José Carlos; Villacampa, Mercedes, y Ramos, María Teresa	401
<i>Ruta naturalista urbana: el uso de Google Earth y Twitter como recursos docentes en las enseñanzas medias</i>	
Hernández-Paredes, Ruth, y García-Frank, Alejandra.	409
<i>Contribución de los cuestionarios de autoevaluación como herramienta educativa en la asignatura de Química Farmacéutica en el grado en Farmacia</i>	
Hoyos Vidal, Pilar; García Oliva, Cecilia, y Hernáiz Gómez-Dégano, María José	419
<i>Enseñanza de la problemática medioambiental según el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente mediante aplicaciones simuladas</i>	
Marcos Salas, Beatriz; Manzanal Martínez, A. I.; Serrano Amarilla, N., y Cuetos Revuelta, M. J.	427
<i>Gamificación educativa: Kahoot! en el aula</i>	
Martínez-Zarzuelo, Angélica	435
<i>Hacia el estudio del sistema periódico con la ayuda de hojas de cálculo (y viceversa)</i>	
Pérez Arribas, Luis Vicente; León González, María Eugenia de, y Rosales Conrado, Noelia	443
<i>La educación STEM: ejemplos prácticos e introducción al proyecto europeo Scientix</i>	
Prolongo Sarria, Marisa, y Pinto Cañón, Gabriel.	451
<i>La realidad aumentada aplicada al ámbito científico en el nivel de ESO</i>	
Roqueta Buj, María Luisa.	461
<i>¡Me estáis calentando! Proyecto sobre el efecto invernadero y el calentamiento global</i>	
Rosa Novalbos, David, y Martínez-Aznar, María Mercedes.	471

<i>WebQuest para Ciencias Naturales de 1.º de ESO: aire, agua y su contaminación</i> Serrano Amarilla, Natalia; Cuetos Revuelta, María José; Marcos Salas, Beatriz, y Manzanal Martínez, Ana Isabel.	481
<i>Museo Virtual de Ecología Humana: una herramienta de divulgación y formación sobre la diversidad biocultural</i> Tomás Cardoso, Rafael	491
<i>Realidad aumentada como recurso en el aprendizaje de las Ciencias Naturales en el grado de Magisterio en Educación Primaria</i> Torres Payá, Inés; García García, Eugenia, y Caballero Armenta, Manuela	499
<i>El Ágora como eje central vertebrador de la generación de emoción en el aula dentro del Proyecto Sembrando Ciencia</i> Yanes Gómez, Adán Manuel; Pérez Pinto, Lauren Vanessa, y Eff-Darwich Peña, Antonio . .	507

INTRODUCCIÓN

Este libro de Actas recoge muchas de las ponencias que pudimos disfrutar durante el V Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología, celebrado del 17 al 20 de abril de 2018 en Madrid.

El Congreso ha crecido mucho desde su primera convocatoria en abril de 2010, adaptándose a las diferentes necesidades y a las peticiones que nos han transmitido. En su primer llamamiento, el Congreso acogió durante dos días a 92 participantes y se presentaron 24 ponencias. A lo largo de estos años y de las sucesivas convocatorias, el Congreso ha adquirido relevancia y se ha convertido en una reunión de referencia dentro del ámbito educativo, tal como demuestran los datos. En 2018, se inscribieron 225 participantes, de los cuales casi un 11 % eran de fuera de España (frente al 2% del primer Congreso), y se presentaron un total de 90 ponencias.

Este crecimiento nos hizo cambiar de localización en 2016, pasando de su ubicación inicial en la Facultad de Ciencias Biológicas a la actual en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), que desde entonces ha acogido la celebración del Congreso con una gran implicación, por lo que estamos muy agradecidos. Asimismo aumentaron las disciplinas que se trataban y, desde la segunda convocatoria, se incluyeron ponencias sobre docencia de las áreas de Biología, Geología, Física y Química.

Esta última convocatoria nos hizo dar un paso más e implementar varias novedades importantes:

En primer lugar, el Congreso se hizo oficialmente internacional. Pensamos que las propuestas y las experiencias de otros medios educativos podían resultar muy interesantes y enriquecer nuestra labor, de manera que se ampliaron los posibles idiomas del Congreso al inglés y al portugués, con la finalidad de acoger colegas de entornos iberoamericanos y europeos.

Además, quisimos extender aún más los ámbitos contemplados en el Congreso y acoger todo el conjunto de disciplinas de carácter científico y tecnológico, de modo que abarcasen todas las habilidades y competencias STEM: *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (por sus siglas en inglés).

Por último, consideramos enriquecedor ampliar los niveles educativos que se contemplaban, permitiendo que la cooperación y el intercambio de experiencias en educación e investigación de niveles de Primaria, Secundaria y universidad mejorara la educación científica y tecnológica del alumnado, independientemente del nivel formativo en el que se encuentre.

Con estos cambios, se modificaron los objetivos del Congreso, adaptando y ampliando la finalidad de los mismos, y se reforzó el Comité Científico, incluyendo profesionales de cada uno de los ámbitos STEM. El resultado de este V Congreso ha sido un éxito en cuanto a la acogida de estos cambios y en cuanto a la cantidad y calidad de las ponencias presentadas.

Aunque el Colegio de Ciencias del CDL, la Facultad de Ciencias Biológicas de la UCM, el grupo Epinut y la editorial Santillana son las instituciones promotoras y organizadoras principales de este V Congreso,

es indudable que todos estos avances y éxitos son fruto del trabajo de muchas personas y entidades que, de una u otra manera, colaboran con nosotros. El Comité Organizador quiere expresar su mayor gratitud por todas estas colaboraciones y aportaciones a: Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid, Real Sociedad Española de Química, Real Sociedad Española de Historia Natural, Real Sociedad Española de Física, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fundación para el Conocimiento madri+d y Colegio Oficial de Físicos. Nuestro agradecimiento a todas estas entidades, pero además, y sobre todo, a aquellas personas que asistieron y participaron en el Congreso. Sin ellas, sin su participación, sin sus experiencias y sin su altruismo y generosidad a la hora de compartir experiencias e investigaciones, este Congreso no tendría razón de ser. Os esperamos en las próximas convocatorias.

El Comité Organizador:
Marisa González Montero de Espinosa
Alfredo Baratas Díaz
Antonio Brandi Fernández

CONFERENCIA INAUGURAL

DOCENCIA Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

José M. Mulet

IBMCP. Universitat Politècnica de València-CSIC
Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia
jmmulet@ibmcp.upv.es

Palabras clave: divulgación científica, motivación, recursos docentes, docencia obligatoria, cultura científica.

Keywords: scientific divulgation, motivation, teaching resources, core subjects, scientific culture.

Resumen

En los últimos años, gracias al auge de internet y los medios digitales de información, hay mucho material de divulgación científica disponible no solo en inglés, sino también en otras lenguas. La labor del profesor de ciencias en secundaria y en primaria a veces es complicada, principalmente por la falta de motivación de algunos alumnos que tienen que cursar las materias obligatorias de ciencias. La utilización de los abundantes recursos de divulgación puede servir para motivar a los alumnos e introducir los elementos curriculares. En el texto se ofrecen diferentes ejemplos e ideas.

Abstract

In recent years, thanks to the rise of the Internet and digital media, there is a lot of scientific divulgation material available not only in English, but also in other languages. The work of the science teacher in secondary and primary school is sometimes complicated, mainly due to the lack of motivation of some students who are obliged to take core subjects in science. The use of popular science resources can serve to motivate students and introduce curricular elements. The text offers different examples and ideas.

INTRODUCCIÓN

Ser profesor de Secundaria puede ser una labor gratificante. Sin embargo, hay que hacerse cargo de asignaturas troncales, antes de la elección de itinerarios, donde la materia es obligatoria y muchos alumnos no muestran el menor interés en ella, simplemente porque hay alumnos de la ESO o de Bachillerato que ya asumen que «no son de ciencias», debido a esa falsa dicotomía de las dos culturas: las ciencias y las letras, tan asentada en nuestro sistema educativo y en nuestra élite cultural. ¿Cómo explicar cómo se calcula una molaridad o cómo funciona el sistema digestivo a una clase que no muestra el menor interés?

En los últimos años estamos viviendo una época dorada para la divulgación científica. El auge de los medios digitales ha permitido que hayamos pasado de una situación donde la oferta de contenidos de divulgación científica en radio y televisión fuera casi inexistente a tener acceso gratuito a gran cantidad de recursos gracias al material disponible en diferentes blogs o portales, o a los vídeos que se encuentran en plataformas como YouTube. En periodismo se llama «percha» a la noticia de actualidad que sirve de excusa para introducir otro tema. Alfred Hitchcock acuñó el término *McGuffin* para designar al elemento de la trama que hace avanzar a la trama, pero que realmente no es lo que quieres contar. Gran parte de este material de divulgación científica disponible puede ser utilizado como percha para introducir diferentes conceptos y hacer las clases más interesantes. Utilizar la divulgación como McGuffin puede servir para introducir los conceptos que marca el currículo.

LAS «PERCHAS» EN EL AULA.

Hacer divulgación científica no es más que hablar de ciencia a gente que no necesariamente sabe de ciencia y conseguir que te entiendan. La diferencia entre un seminario científico o un libro técnico de ciencia y una charla de divulgación o un libro de divulgación científica es que el seminario científico o el libro técnico no se entienden; por lo demás, el contenido puede ser el mismo. Una forma de captar la atención del oyente es partir de algo de su día a día o de algo que le es familiar y utilizarlo como excusa para introducir el contenido. Cuando una persona piensa que lo que le estás contando puede serle de utilidad, presta más atención que si asocia el discurso del docente o conferenciante con conceptos abstractos y alejados de su día a día. Por lo tanto, es aconsejable buscar perchas basadas en el día a día para introducir conceptos.

Por ejemplo, y cuento una anécdota personal. Una vez, dando un taller práctico de divulgación científica dirigido a investigadores, les pedí que me contaran su proyecto de investigación en forma de entrada para un blog de divulgación, y que lo relacionaran con algún concepto que pudiera reconocer cualquier lector. Un participante me comentó que lo tenía difícil, puesto que él investigaba en cosmología, concretamente el inicio del universo, y no veía cómo podía relacionar eso con la vida cotidiana. Un poco de cultura científica no viene mal en momentos como este. Cuando las televisiones recibían la señal analógica por medio de la antena, la ausencia de señal producía una niebla característica en la pantalla, con unos peculiares puntos blancos y negros. Una parte significativa de esos puntos proviene directamente de la radiación de fondo del universo, el eco del *big bang*, y que se encuentra en una longitud de onda que captan las antenas. Por lo tanto, para hablar del origen del universo se puede empezar diciendo que cualquiera puede ver lo que queda del *big bang* con un televisor analógico sin antena.

Ejemplos como este pueden hacer una clase de Bachillerato mucho más llevadera. En los siguientes párrafos expondré algunas historias científicas que pueden servir de perchas para conceptos básicos.

UNA DISPUTA CIENTÍFICA DEL SIGLO XIX, LA MEDICINA Y LA ALIMENTACIÓN NATURAL

Una de las deficiencias del actual sistema educativo es la falta de una asignatura específica de nutrición que fije en el alumno conceptos básicos sobre una alimentación saludable y que le ayuden a saber distinguir entre una dieta equilibrada y una que no lo es. Sin embargo, con los actuales programas de Química y de Biología se pueden obtener enseñanzas útiles para ir al supermercado o ir a la farmacia. Y aquí va la percha:

En el siglo XIX había una gran controversia científica. La visión clásica de la naturaleza dedujo que los organismos vivos tenían una esencia diferente a los organismos inertes. Es lógico. Una piedra solo es una piedra y puede permanecer inmutable un tiempo indefinido; en cambio, una planta o un animal crece, se reproduce y muere. Era lógico pensar que en unos había alguna forma de espíritu vital del cual los otros

carecían. Sin embargo, esta visión de las materias separadas empezó a tambalearse cuando el químico alemán Wöhler; en 1828, demuestra que los cristales de urea que aísla a partir de la orina son indistinguibles de los que se pueden producir por síntesis química. A partir de aquí surgen dos corrientes. La primera es el vitalismo, defendido por Pasteur, que propugnaba que, a pesar de que la materia de los seres vivos podría ser similar a la de los seres inertes, los procesos que se producían dentro de un ser vivo deberían ser diferentes y seguir distintas reglas a los que se producían en la materia inerte. Pasteur había descubierto que la generación espontánea es un mito y que todo ser vivo surge de otro ser vivo, por lo que, a partir de demostrar que la vida no se puede crear espontáneamente, era lógico pensar que la vida seguía unas reglas particulares.

Sin embargo, a esta visión se le oponía el alemán Justus von Liebig, que propugnaba la segunda corriente, el antivitalismo. El mencionado científico tenía una perspectiva eminentemente química y sostenía que las leyes que sigue la materia en un organismo vivo deben ser similares a las que sigue la materia inerte. Liebig no es tan conocido como Pasteur, pero a él le debemos descubrimientos fundamentales como el fertilizante nitrogenado y el caldo de carne concentrado.

El debate estuvo abierto durante las últimas décadas del siglo XIX, hasta que los hermanos Edward y Hans Büchner consiguieron reproducir en un tubo de ensayo una reacción bioquímica, como es la fermentación del azúcar, demostrando que el antivitalismo estaba en lo cierto y que la materia viva sigue las mismas leyes de la física y la química que la materia inerte.

¿Y qué tiene que ver esto con la vida real? Se pueden sacar varias conclusiones. Por una parte, gracias a que la hipótesis antivitalista es cierta, cuando vas al médico y te hace un análisis de azúcar o de colesterol es gracias a que se puede reproducir en un tubo de ensayo una reacción que es similar a la que se da en un organismo vivo. Por otra parte, esto asume que las propiedades de cualquier compuesto químico dependen de su composición, no de su origen. ¿Y esto qué importancia tiene? Pues, cuando vamos a una farmacia y nos tratan de vender terapias naturales, nada nos garantiza que sean mejores, y sobre todo cuando utilizan argumentos del estilo que llevan siglos demostrando su eficacia, o que todos los medicamentos vienen de la naturaleza. Es cierto que muchos medicamentos vienen de las plantas o se encuentran en la naturaleza, pero lo importante es su composición química, no su origen.

COMIDA SIN APELLIDOS

Una derivada importante y que tiene influencia en nuestro día a día: vamos a un supermercado y nos tratan de vender productos naturales; realmente, esto no significa que sea mejor o peor, simplemente es un gancho comercial. Lo mismo cuando nos dicen «sin conservantes o colorantes», puesto que todos los aditivos alimentarios están extremadamente controlados y son seguros. Por poner un ejemplo, ahora están de moda los suplementos de proteínas, sobre todo entre los deportistas. Sin entrar a valorar si son efectivos o no, algunos se venden como de proteínas vegetales o de proteínas de levadura. La realidad es que, aunque fueran sintéticas (que no lo son, serían mucho más caras), una proteína vegetal o una de levadura no son muy diferentes de una animal y, de hecho, podemos hasta mimetizar la ruta de biosíntesis de aminoácidos (los componentes de las proteínas) de levaduras en plantas, es decir, que son intercambiables¹.

Una de las derivadas de la polémica es que ahora la comida lleva apellidos. Tenemos comida natural, ecológica, biodinámica, etc. Se asume que algo es mejor si es «todo natural», aunque sea un pan de molde de bolsa. Un caso concreto es el de la agricultura ecológica, que tiene un reglamento que se basa en

¹ MULET, J. M., ALEMANY, B., ROS, R., CALVETE, J. J. y SERRANO R. (2004). Expression of a plant serine O-acetyltransferase in *Saccharomyces cerevisiae* confers osmotic tolerance and creates an alternative pathway for cysteine biosynthesis. *Yeast*, 21, pp. 303-312.

que todo lo que se le añade a un cultivo sea natural. El resultado es que cae la producción por haber menos productos disponibles, pero nada dice que el resultado sea mejor². Todo esto tiene el peligro de despistarnos del verdadero debate, y más si tenemos en cuenta que uno de los fallos de nuestro actual sistema educativo es que no hay estudios de nutrición en Secundaria. ¿Qué es mejor, merendar un *croissant* con harina de espelta ecológica sin pesticidas o una manzana transgénica? Vamos a quitar los apellidos, ¿qué es mejor, merendar una manzana o un *croissant*? ¿A que queda más claro? Gracias a la ciencia básica sabemos que las propiedades de cualquier material dependen de su composición. Natural solo hace referencia al origen y realmente no quiere decir nada..., puesto que todo lo que nos rodea está compuesto de átomos y moléculas; por tanto, todo es química, como intuyó Liebig y demostraron los hermanos Büchner. Aunque te pretendan vender que algo es mejor por ser sin química³.

AVOGADRO CONTRA HÄHNEMANN

Uno de los conceptos que se explican en las primeras clases de Química es el de mol, una medida que utilizan los químicos y que está relacionada directamente con el peso de los átomos que forman una sustancia. El químico italiano Amedeo Avogadro descubrió que el número de moléculas en un mol de una sustancia es de 6,023 10²³ y hoy ese número lleva su nombre en su honor. Sabiendo el peso de cada átomo, la composición química de una sustancia y la cantidad de sustancia que tenemos, podemos tener una idea bastante exacta del número de moléculas y átomos que hay en cualquier cantidad de cualquier material. Contemporáneo a Avogadro, existía un médico alemán llamado Samuel Hahnemann que propugnaba que lo similar cura a lo similar; por lo que, si un extracto de aquello que causa la enfermedad se diluye, se convierte en un remedio. Y cuanto más diluido, más efectivo. A esta disciplina la llamó homeopatía, que en griego quiere decir «similar a la enfermedad». La homeopatía utiliza una unidad que se llama CH o centesimal hahnemania, lo que implica que un preparado homeopático que tenga una dilución de 30 CH equivale a 10⁶⁰. Si el límite para que exista una sola molécula lo marca el número de Avogadro y es 6,023 10²³, podemos estar seguros de que cuando nos venden homeopatía nos venden agua y, como tal, no tiene más efecto que la fe que pongas en ella. Por lo tanto, unas nociones de Química de la ESO sirven para que no nos timen al entrar en una farmacia⁴.

SPALLANZANI Y EL COLÁGENO

Uno de los primeros científicos que trató de descifrar el mecanismo del sistema digestivo fue Lazzaro Spallanzani en el siglo XVIII. Intrigado por lo que pasaba cuando ingeríamos la comida, ideó ingeniosos experimentos en los que él mismo comía saquitos conteniendo pan desmenuzado o diferentes objetos. Así descubrió que la digestión era un proceso eminentemente químico, y no mecánico, como se creía hasta entonces. Hoy sabemos que, cuando comemos, el proceso que tiene lugar en el estómago crea un baño ácido que degrada las proteínas en aminoácidos, los hidratos de carbono en azúcares simples y los ácidos nucleicos en nucleótidos. Por lo tanto, cuando comemos algo, ya sea carne, pescado o vegetales, todas las proteínas, azúcares, grasas y ADN en nuestro estómago se rompen en cachitos que serán absorbidos en el intestino para a partir de ellos crear nuestras propias proteínas, azúcares y ácidos nucleicos. Por eso, los medicamentos que son similares a las proteínas, como la insulina, tienen que inyectarse y no pueden tomarse por vía oral.

² MULET, J. M. (2014). Should we recommend organic crop foods on the basis of health benefits? Letter to the editor regarding the article by Baranski *et al.* *British Journal of Nutrition*, 112, pp. 1745-1747.

³ MULET, J. M. (2014). *Comer sin miedo*. Barcelona. Ediciones Destino.

⁴ MULET, J. M. (2015). *Medicina sin engaños*. Barcelona. Ediciones Destino.

Teniendo claro un concepto de biología elemental de hace tres siglos podemos darnos cuenta de que los suplementos de colágeno que venden como remedio para los problemas de las articulaciones son bastante inútiles. Es cierto que el colágeno es una proteína animal que es fundamental para los huesos y los cartílagos, y que cuando falla es la responsable de que nos salgan las arrugas en la piel. Pero tomar cartílago no hace que se nos regenere el cartílago, puesto que en el estómago se degrada en aminoácidos y el resultado no es muy diferente a comer otra proteína. Algunos de estos suplementos vienen con magnesio, lo que tampoco aporta demasiado, puesto que el magnesio es un elemento muy abundante, incluso en el agua del grifo.

SEMMELEWEIS, LISTER Y LA HIGIENE

Hay veces que conceptos más básicos y que ahora tenemos más interiorizados en algún momento no estaban claros. Todos sabemos que muchas enfermedades se transmiten por bacterias, virus u hongos y lo importante que es la higiene para evitar la transmisión de microbios, pero esto no siempre ha sido así.

En el siglo XIX el médico Ignaz Semmelweis se dio cuenta de que por la tarde había más mujeres que sufrían las fiebres puerperales que por la mañana. Era muy extraño que murieran más parturientas por la tarde que por la mañana. Pensó que esto podría deberse a que por la mañana muchos médicos estaban realizando disecciones o atendiendo otras enfermedades y luego pasaban a la sala de partos sin cambiarse la ropa y con las manos desnudas. Semmelweis descubrió algo tan obvio como la importancia de lavarse las manos. De forma similar, Joseph Lister descubrió la importancia de la esterilización de los quirófanos y el material médico, con lo cual pudo salvar muchas vidas. Por cierto, el colutorio dental Listerine tiene ese nombre en honor a Lister, aunque él nunca cobró por los derechos. Contar estas historias en clase puede ser muy útil para explicar conceptos básicos de microbiología o de higiene y, a la vez, para concienciar de algo tan básico que a veces se olvida: lavarse las manos antes de manipular cualquier alimento o de hacer cualquier actividad que implique contacto físico, siempre susceptible de contagiar alguna enfermedad. Y a partir de aquí se pueden introducir otros conceptos, como la vacunación, o incluso lanzar interesantes debates en clase, como la moda de no vacunarse y los riesgos que conlleva. No hay que olvidar que unas mínimas nociones de biología sirven para tener claro que la moda de no vacunarse es una estupidez peligrosa.

CONCLUSIÓN

Hasta aquí he puesto algunos casos concretos y ejemplos prácticos de cómo contar historias propias de divulgación científica puede servir para relacionar conceptos curriculares con el día a día de los alumnos, lo que puede suponer una motivación extra para ellos. Existen otras iniciativas llevadas a cabo en las aulas que tratan de aunar divulgación y enseñanza secundaria, como el «recreo Naukas» impulsado por un grupo de profesores de Secundaria, que consiste en programar en los recreos charlas de divulgación de la plataforma Naukas, una de las más activas en castellano, brindando a los alumnos oportunidades de aprendizaje informal⁵.

¿Qué utilidad puede tener motivar a los alumnos? ¿Cuál es la trascendencia del trabajo docente en Primaria y Secundaria? El comediógrafo americano Robert Orben dijo que «si piensa que la educación es cara, pruebe con la ignorancia». Del éxito de la educación en el presente depende el futuro del país. Uno de los problemas más importantes en la sociedad española es el déficit de cultura científica. Tenemos políticos e intelectuales o importantes representantes de la sociedad civil que no tienen el más mínimo

⁵ PELÁEZ, J. (2017). Más y más centros se apuntan al recreo Naukas. Naukas [en línea]. Disponible en: <http://naukas.com/2017/10/21/mas-y-mas-centros-se-apuntan-al-recreo-naukas/> [consultado el 08/05/2017].

reparo en exhibir su ignorancia científica en público. En los últimos años hemos visto a reconocidos escritores que cuestionaban la evolución darwiniana y a ministras de Sanidad que legalizaban la homeopatía. Esto demuestra la vigencia de las palabras pronunciadas por Ramón y Cajal hace más de 100 años, cuando dijo que al carro de la cultura española le falta la rueda de la ciencia. Siguiendo con las citas, Carl Sagan afirmó que «vivimos en una sociedad que cada vez es más dependiente de la tecnología, donde cada vez menos gente entiende cómo funciona esa misma tecnología, lo cual es una receta para el desastre»; por lo tanto, incrementar la cultura científica de la sociedad es una obligación de todos.

Los profesores de ciencia de Secundaria son la primera línea de batalla y en sus manos está evitar el panorama desalentador que tenemos. Quizás en un aula tengáis a la próxima Marie Curie o al próximo Albert Einstein en bruto, y solo necesita que alguien les explique lo maravillosa e interesante que es la ciencia. O también podréis tener al próximo ministro de Educación o a la próxima ministra de Sanidad y podéis evitar que metan la pata debido a su escaso bagaje científico. Como le dijo el tío Ben a Peter Parker/Spiderman, un gran poder conlleva una gran responsabilidad. Aunque en realidad esta cita está sacada de un discurso de Franklin Delano Roosevelt que le gustó a Stan Lee, padre de Spiderman. Por lo tanto, el gran poder es tener en las aulas a la sociedad del futuro, y la gran responsabilidad es conseguir motivarlos para que una fracción de ellos sean científicos el día de mañana, y para que todos ellos tengan una cultura científica mayor que la de las generaciones que les precedieron.

LA CIENCIA EN EL AULA: MATERIALES Y EXPERIENCIAS

LA GEODINÁMICA INTERNA MEDIANTE APRENDIZAJE COOPERATIVO

Irene Angosto Sánchez

ireneangosto@gmail.com

Juan Gabriel Morcillo Ortega

*Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la UCM
C/ Rector Royo Villanova, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid*

Palabras clave: aprendizaje cooperativo, Ciencias de la Tierra, currículo, didáctica de la Geología, Educación Secundaria.

Keywords: cooperative learning, curriculum, Earth Sciences, Geology teaching, Secondary Education.

Resumen

Este trabajo describe una propuesta metodológica que lleva siendo aplicada en los últimos 6 años con alumnos y alumnas de 3.º de la ESO con unos resultados muy positivos. Se trata de desarrollar la unidad didáctica que trabaja los contenidos relacionados con la geodinámica interna del curso de 3.º de la ESO como una actividad cooperativa usando la técnica del puzzle. En este estudio describiremos la actividad, su organización, desarrollo y calificación, las motivaciones que llevaron a diseñarla y los resultados obtenidos en estos 6 años.

Abstract

This paper describes a methodological proposal that has been applied in the last 6 years with students of 3rd year of ESO with very positive results. It is about transforming the didactic unit that works the contents related to the internal geodynamics of the 3rd year of ESO in a cooperative activity using the Puzzle technique. In this study we will describe the activity, its organization, development and qualification, the motivations that led to its design and the results obtained in these 6 years.

INTRODUCCIÓN

En España estamos experimentando un descenso de alumnos y alumnas que acceden a los estudios universitarios relacionados con las Ciencias Experimentales (MEC, 2010)¹; y este descenso generalizado ha afectado particularmente a los estudios de Geología, a los que no solo acceden menos estudiantes, sino que los que lo hacen presentan un nivel de conocimientos geológicos muy bajo (Pedrinaci, 2014)¹.

¹ PEDRINACI, E. (2014). La Geología en la Educación Secundaria: Situación Actual y Perspectivas. *Macla, Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*, 14, pp. 32-37.

Las razones son muy variadas y muchos son los estudios que las analizan; entre ellas destaca el dominio de las clases magistrales sin tiempo para la reflexión, ni la participación, dadas con premura, a menudo porque los docentes dejan la parte de Geología para el final, dándole un valor secundario frente a la Biología. En el currículo los contenidos de Geología están constituidos por un conjunto de términos aislados y desestructurados (Cortés y García, 2017)²; además, están incluidos en programas tradicionales que suelen limitarse a los contenidos teóricos, con un trabajo de contenidos demasiado conceptual, sin mención a los procedimientos (Pedrinaci, 2016)³. Otro problema es la existencia de currículos repetitivos y con escasa conexión con la vida cotidiana que no consiguen interesar ni a estudiantes ni a profesores (Pedrinaci, 2014)². Además, esta desconexión con la vida actual y la falta de visión sobre las perspectivas de la Geología ha llevado a la disminución de sus contenidos en los cursos de la educación obligatoria. Otros motivos también analizados en numerosa bibliografía es que a menudo estos contenidos se enmarcan en asignaturas de carácter optativo, la existencia de una inadecuada representación de los modelos geológicos en los libros de texto y la falta de preparación de los profesores (Pedrinaci, 2006⁴; 2007⁵, 2016⁴; Gavidia y Rodes, 2007⁶; Pedrinaci y Gil, 2011⁷; Calonge, 2013⁸; Pedrinaci et al., 2013⁹; Cortés y García, 2017³).

Menos frecuentes son los trabajos que reflexionan sobre la actualización y adecuación de los contenidos (Jaén y Roca, 2016¹⁰; Pedrinaci, 2016⁴) o sobre los intereses reales de los estudiantes en relación con las Ciencias de la Tierra (Fermeli et al., 2015)¹¹.

A pesar de todo esto, la realidad es que las Ciencias de la Tierra tratan temas de gran actualidad. La Tierra es un planeta cambiante y es nuestro hogar; de ella extraemos los recursos que necesitamos para vivir. Así, las Ciencias de la Tierra constituyen un campo de investigación en plena ebullición. El interés por el cambio climático, por los fenómenos naturales como terremotos, erupciones volcánicas o inundaciones, las extinciones de especies y la escasez de los recursos energéticos demuestran que hoy, más que

² CORTÉS GARCÍA, A. L. y MARTÍNEZ PEÑA, B. (2017). Del mundo en que vivimos a la dinámica de la Tierra: el particular recorrido de las Ciencias de la Tierra por la Educación Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3), pp. 285-294.

³ PEDRINACI, E. (2016). Qué debe saber todo ciudadano acerca del planeta en que habita. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 83, pp. 7-12.

⁴ PEDRINACI, E. (2006). Geología en la ESO: otra oportunidad perdida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(3), pp. 194-201.

⁵ PEDRINACI, E. (2007). ¿Una nueva geología para la ESO? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 53, pp. 95-105.

⁶ GAVIDIA, V. y RODES, M. J. (2007). La biología y la geología en el Real Decreto 1631/2006 que establece las enseñanzas mínimas en la Educación Secundaria Obligatoria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 53, pp. 65-76.

⁷ PEDRINACI, E. y GIL, C. (2011). El currículo de ciencias de la naturaleza, biología y geología en la ESO: Propuestas para el aula. En P. CAÑAL (coord.), *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar*. Barcelona. MEC/Graó, pp. 143-165.

⁸ CALONGE GARCÍA, A. (2013). Estado actual de la Enseñanza de la Geología. *Macla, Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*, 17, p. 11.

⁹ PEDRINACI, E., ALCALDE, S., ALFARO, P., ALMODÓVAR, G. R., BARRERA, J. L., BELMONTE, A., BRUSI, D., CALONGE, A., CARDONA, V., CRESPO-BLANC, A., FEIXAS, J. C., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. M., GONZÁLEZ-DÍEZ, A., JIMÉNEZ-MILLÁN, J., LÓPEZ-RUIZ, J., MATA-PERELLÓ, J. M., PASCUAL, J. A., QUINTANILLA, L., RÁBANO, I., REBOLLO, L., RODRIGO, A. y ROQUERO, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(1), pp. 117-129.

¹⁰ JAÉN, M. y ROCA, M. L. (2016). El enfoque de los contenidos sobre rocas y minerales en los libros de texto de 1.º de ESO. *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 1367-1374.

¹¹ FERMEI, G., MELÉNDEZ, G., KOUTSOUELI, A., DERMITZAKIS, M., CALONGE, A., STEINENGER, F., D'ARPA, C. y DI PATTI, C. (2015). Geoscience Teaching and Student Interest in Secondary Schools-Preliminary Results from an Interest Research in Greece, Spain and Italy. *Geoheritage*, 7, pp. 13-24.

nunca, estos conocimientos son imprescindibles para dar respuesta a muchas de las preguntas y demandas que se plantea la sociedad del siglo XXI (Pedrinaci *et al.*, 2013)¹⁰.

Por todo, consideramos imprescindible desarrollar propuestas metodológicas que resulten atractivas no solo a estudiantes, sino también al profesorado, a los centros educativos y a las familias. Actividades que sean enriquecedoras a muchos niveles, que ayuden a desarrollar habilidades y pensamiento científico y, por qué no, provoquen impacto y temas de conversación en las mesas de las familias a la hora de la cena.

Este trabajo expone una actividad cooperativa para trabajar los contenidos relacionados con la geodinámica interna en 3.º de la ESO que pretende todo esto y más. Quizá un punto de partida para convencer a estudiantes y profesores para trabajar con ilusión estos contenidos y seguir haciendo propuestas de mejora.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD PROPUESTA

Teniendo en cuenta la situación anteriormente planteada, diseñamos una actividad para trabajar contenidos del temario de Geología en Secundaria persiguiendo los siguientes objetivos:

1. Aumentar el gusto de los estudiantes por la Geología.
2. Conseguir un aprendizaje más significativo de los temas trabajados.

Así, nuestra propuesta fue desarrollar una unidad didáctica entera como una actividad cooperativa. La técnica de trabajo cooperativo que consideramos más apropiada fue la del puzle, que se organiza en dos fases. Durante la *Fase I* los alumnos y alumnas trabajan en los llamados *grupos de expertos* y tienen como objetivo llegar a dominar un tema determinado. Para ello investigan sobre ese tema y desarrollan una serie de trabajos que les lleva a dominar ciertos conceptos para luego poder transmitirlos de la forma más didáctica posible en la *Fase II*, en la que se hacen los llamados *grupos heterogéneos*, formados por un experto de cada tema. Durante esta fase cada integrante del grupo es el responsable de que el resto de compañeros lleguen a entender y a manejar los conceptos e ideas básicas del tema del que son expertos cada uno de ellos. De esta manera, si se ha llevado el proceso correctamente, al finalizar la *Fase II*, toda la clase habrá trabajado todos los contenidos de esa unidad, además de una gran cantidad de habilidades sociales.

Al diseñar la actividad tuvimos diferentes pretensiones respecto al alumnado:

- Que disfruten y guarden un buen recuerdo del trabajo realizado y de la Geología, por extensión. Que la próxima vez que se trabajen temas de Geología se sientan atraídos por ello.
- Que el aprendizaje esté ligado a emociones y a experiencias personales, a debates, a discusiones, a risas y chistes que se generan cuando un grupo trabaja en la construcción de algo común.
- Que la participación en la actividad les haga crecer en autonomía y madurez; que experimenten la pequeña frustración de la búsqueda de respuestas y la gran satisfacción de cuando se logra aportar esas respuestas al grupo.
- Que elaboren un material didáctico con la información recopilada y lo integren hasta el punto de ser capaces de explicárselo a los demás.
- Que desarrollen todas y cada una de las habilidades propias del trabajo cooperativo, como son las responsabilidades, la iniciativa, la empatía, la gestión de los problemas, la negociación, la autoevaluación, etcétera.

CURSO Y TEMAS EN QUE SE ENGLORA LA ACTIVIDAD

Por supuesto, la elección del curso y los temas para realizar la actividad están íntimamente relacionados. No es lo mismo hacer esta actividad con alumnos y alumnas de 1.º de la ESO que de 3.º o 4.º. Los de 1.º de la ESO seguramente tengan más ganas de trabajar y hacer actividades novedosas que los más mayores pero sus habilidades a la hora de buscar información y poder integrarla de manera autónoma son muy reducidas aún, y de ello depende, en parte, el éxito de esta actividad. Por otro lado, la situación en 3.º y 4.º de la ESO en la asignatura de Biología-Geología es muy diferente. En 3.º aún es una asignatura obligatoria que cursan todos los estudiantes; sin embargo, en 4.º solo la cursan aquellos que la han elegido, lo que presupone unos grupos de estudiantes más homogéneos tanto en conocimientos como en interés por la actividad. Esto facilitaría mucho el trabajo del profesor y aumentaría la probabilidad de éxito de la actividad y su grado de profundización. Sin embargo, 3.º de la ESO sería el último año para promover el gusto por la ciencia, en este caso por la Geología, en todos los estudiantes. También es importante tener en cuenta que no solo importan aquellos alumnos y alumnas que van a cursar estudios de ciencias; creemos firmemente que la sociedad necesita una alfabetización científica mínima y que, precisamente, las Ciencias de la Tierra son imprescindibles para conseguirlo.

Teniendo en cuenta las ventajas y las desventajas de cada uno de los cursos, analizamos los currículos de Geología de estos dos cursos y decidimos que esta actividad era perfecta para trabajar la parte de geodinámica interna. Acerca de este tema, el currículo de 3.º de la ESO se centra en la actividad volcánica y sísmica, sin nombrar siquiera la tectónica de placas. Es en el currículo de 4.º de la ESO en el que se tratan los contenidos relacionados con el movimiento de las placas litosféricas. Sin embargo, hay un estándar de aprendizaje en el currículo de 3.º de la ESO que dice: «Justifica la existencia de zonas en las que los terremotos son más frecuentes y de mayor magnitud». Esa justificación radica, precisamente, en el movimiento de las placas y las zonas límites entre ellas. La solución más coherente, y por la que optan las editoriales, es generar una unidad didáctica que empieza por la estructura de la Tierra, continúa explicando las ideas básicas de la tectónica de placas y termina con vulcanismo y seísmos. Esta solución resulta muy conveniente porque en 4.º de la ESO solo habría que repasar la parte de tectónica de placas y el tema podría centrarse en cómo surgieron los diferentes modelos y la evolución de las distintas teorías, que es algo que requiere de una mayor madurez.

Con todas estas consideraciones decidimos dividir la unidad de 3.º de la ESO en cuatro bloques de conocimientos, no del todo independientes, sino interrelacionados, con conceptos solapantes en los diferentes bloques. Este aspecto no es un problema, de hecho, es una ventaja para esta actividad porque en el momento en el que se reúnan los *grupos heterogéneos* podrán ayudarse y complementarse unos a otros. Los cuatro bloques que van a trabajar los *grupos de expertos* son:

1. Placas tectónicas.
2. Vulcanismo.
3. Seísmos.
4. Riesgo, prevención y actuación.

Los contenidos referentes al modelo geoquímico de la estructura de la Tierra sirven como introducción al tema, ya que los estudiantes lo conocen y encaja en el primer día en el que también se explica el modo de trabajo de esta unidad.

ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

La actividad se temporaliza en tres sesiones para trabajar en los *grupos de expertos* y otras tres sesiones para trabajar en los *grupos heterogéneos*. Además, resulta conveniente una sesión anterior para explicar el modo de trabajo, las fechas, los criterios de calificación y las normas, así como reunir los grupos para

que se pongan de acuerdo para traer el material con el que trabajar al día siguiente y repartir los roles del trabajo cooperativo. Además, en nuestro caso invertimos un día más al final de la *Fase II* para hacer un *simulacro de examen* en los *grupos heterogéneos*, en el que se les da la oportunidad de comprobar si el grupo está preparado para responder preguntas sobre lo que han trabajado.

Convertir toda una unidad didáctica en una actividad cooperativa puede resultar arriesgado si los alumnos y alumnas no tienen bien integrado el trabajo cooperativo. Por eso, a la hora de diseñar y organizar esta actividad tuvimos que hacernos varias preguntas:

- ¿Cómo podemos formar los grupos para que encajen en las dos fases y sean funcionales para las diferentes tareas que exige cada fase?
- ¿Qué práctica tienen nuestros estudiantes en este tipo de trabajos? No solo en lo referente al aprendizaje cooperativo, con sus roles y normas, sino también a ser dueños de su trabajo; a ser ellos los que seleccionen la información que necesitan conocer, diferenciando la útil y correcta de entre toda la que pueden encontrar sin un profesor que sirva de guía.
- Por si esto no fuera tarea suficientemente complicada, deben ser capaces de transmitir esa información a sus compañeros. ¿Serán capaces de transformar la información que seleccionen y aprendan a un modelo didáctico que sus compañeros puedan entender?
- ¿Cómo vamos a llevar un control del proceso que nos permita después obtener una calificación numérica individual para cada uno de ellos?

Hacer los grupos es algo complicado y el éxito de la actividad depende, en cierta medida, de que estén bien diseñados. En nuestro caso, hacemos los *grupos de expertos* en base a varios criterios; los fundamentales son el interés que tienen por la asignatura y lo fácil que les resulta. Juntamos a los estudiantes con más facilidades e interés en el grupo de *Placas tectónicas* (la que consideramos más complicada y, además, la base de las demás), los casos intermedios en los grupos de *Vulcanismo* y *Seísmos*, y los que menos interés muestran por la asignatura o más dificultades presentan, en el grupo de *Riesgo, prevención y actuación*. Por supuesto, el profesor o profesora deberá ver los grupos en su conjunto y asegurar que podrán funcionar; deberá evitar las incompatibilidades personales y asegurar que el grupo de *Riesgo, prevención y actuación* está suficientemente motivado para la actividad. Una manera de asegurar el funcionamiento de este grupo es que los estudiantes que lo forman sean amigos y haya alguno de ellos (mínimo dos) a los que sí les interesa sacar nota. Si para ello hay que flexibilizar los criterios de formación de estos grupos, consideramos, por nuestra experiencia, que merece la pena hacerlo. Tras seis años realizando esta actividad, sabemos que este grupo funciona bastante bien porque ven recompensa en cualquier actuación, por pequeña que sea, si el docente sabe darles refuerzo positivo. Es importante felicitarles en voz alta cuando hayan hecho algo que tiene valor en nuestra actividad, ya sea que han colocado bien las mesas, que lo han hecho con poco ruido o que están trabajando bien en grupo. Aun así sigue siendo importante que haya esa pareja de miembros que se van a mantener cuando el resto se distraiga demasiado. También es cierto que este modo de trabajo libera mucho al profesor o profesora y le permite pasearse por los grupos y prestar ayuda donde más haga falta. Este reparto de equipos tiene muchas ventajas, lo primero es que los estudiantes más preparados se enfrentan a la tarea más complicada y los que más problemas tienen, sobre todo en implicación, tienen el tema que más les interesa, la parte de los desastres y de cómo se debe actuar frente a los terremotos. Además, este reparto facilita la formación en la *Fase II* de los *grupos heterogéneos* y asegura que esos grupos estén bien equilibrados.

En nuestro caso trabajamos con alumnos y alumnas que desconocían el trabajo cooperativo por completo o que lo habían practicado de forma esporádica alguna vez. Por este motivo decidimos pautar mucho el trabajo y guiarlos en la búsqueda de los contenidos. Algo interesante de esta actividad es que

dependiendo del grupo de estudiantes con el que se vaya a trabajar se puede modular fácilmente en este sentido. Antes de comenzar la actividad damos a cada equipo los roles con las tareas de cada rol, un listado de preguntas sobre su tema (para que les sirva de guía para buscar información), una hoja con las fechas, las normas básicas y las entregas que deben realizar al finalizar la *Fase I*, y un ejemplo de la ficha de autoevaluación que van a rellenar cada día (ver *imagen 1*), para que sean conscientes de lo que se les va a pedir. También se les explica cómo deben colocarse las mesas en la clase para que todos puedan ver la pizarra, si fuera necesario (ver *imágenes 2 y 3*). Ellos tienen los últimos minutos de esta primera sesión para repartirse los roles y decidir qué información va a buscar cada uno. Al día siguiente empiezan moviendo las mesas y se ponen a trabajar sin ninguna indicación por parte del profesor o profesora, que se va pasando por los grupos apuntando los roles de cada miembro, si todo el mundo trajo los materiales e información que habían acordado y corrigiendo la distribución de las mesas o algo que considere oportuno. Cada sesión termina 10 minutos antes de la hora para que cada grupo rellene su ficha de autoevaluación, que todos deben firmar.

Para asegurar que los estudiantes adquieren los conocimientos esperados y que después van a poder responder a las preguntas del examen (que a menudo el centro obliga a realizar), se les entregan (o se cuelgan en el Aula Virtual) unos pequeños apuntes de cada tema para que se aseguren de que han trabajado y comprendido lo mínimo que se espera de ellos. Esto se pone a su disposición para el último día de trabajo en los *grupos heterogéneos*, cuando solo queda un día de trabajo. La entrega de estos apuntes tiene dos objetivos fundamentales: primero, que ningún estudiante o familia pueda decir que desconocía lo tenía que saber ya que los compañeros no se lo explicaron bien y, segundo, homogeneizar los conocimientos mínimos por si ha habido ausencias o algún grupo no funcionó como se esperaba.

Puntúa de 0 a 10 cómo ha ejercido cada integrante su role y su trabajo de hoy.

Integrantes	Role	Nota	Comentarios

Contesta Si o No a las siguientes cuestiones. Si alguna respuesta es No escribid qué ha pasado.

Ítems	Si/No	¿Quién no? ¿Qué ha pasado?
Todos trajimos lo acordado		
Todos nos hemos sentido escuchados/valorados		
Todos aportamos algo hoy		
Todos entendimos lo hemos trabajado hoy		
Todos sabemos qué tenemos que hacer para el próximo día		

Sobre el trabajo en grupo puntúa de 0 a 10 y comenta los siguientes ítems:

Ítems	Nota	Comentario
Nivel de ruido		
Aprovechamiento del tiempo		
Organización del tiempo		
Trato educado entre nosotros		

Ítems	Comentario
Plan del próximo día	
Cosas que mejorar el próximo día	

¿Algo que añadir?

FIRMA DE TODOS: *(Recuerda que firmar significa aceptar esta información)*

Imagen 1. Ficha de autoevaluación (Fase I).

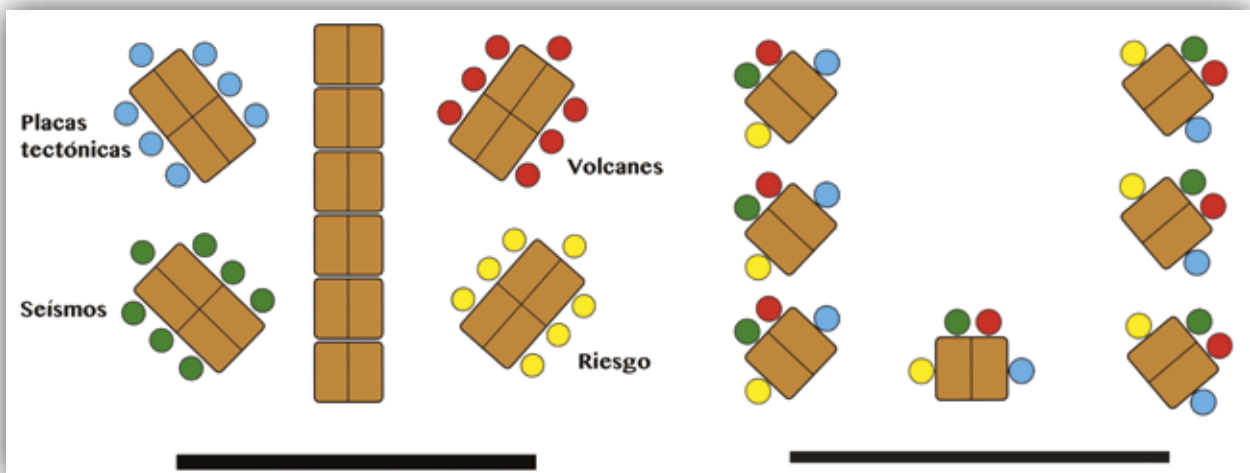


Imagen 2. Colocación de las mesas en la Fase I.

Imagen 3. Colocación de las mesas en la Fase II.

En lo referente a la calificación de la actividad, es importante tener en cuenta que aquello a lo que no le damos un valor en la evaluación es difícil que los estudiantes le den ningún tipo de valor o pongan interés por cumplir; a excepción de aquellos que estén acostumbrados a trabajar de esta manera. Así, si vamos a pedirles que cooperen, que se responsabilicen de buscar materiales, de ser capaces de transmitir los contenidos a los compañeros, que se tomen en serio las tareas particulares asignadas a cada rol, etc., todos estos puntos tendrán que tener una calificación. En nuestro caso le dimos a toda esta actividad un 20% de la nota de la evaluación; esto sin tener en cuenta que los contenidos trabajados entran en examen, por lo que les sigue interesando aprenderlo bien. Aunque este porcentaje parezca alto, no podemos perder de vista los objetivos; si tras un esfuerzo la recompensa es grande, la gratificación es aún mayor. Por este mismo motivo, incluso se les facilita una batería de preguntas que trabajan en la última sesión en los *grupos heterogéneos* en forma de examen cooperativo y se les asegura que las preguntas del examen individual serán una selección de esas mismas. Una vez más, una recompensa al trabajo y un pequeño empuje a seguir trabajando en los equipos un poco más cuando las fuerzas ya flaquean. No olvidemos que la energía y la atención que exige este tipo de trabajo es muchísimo mayor que la que requiere escuchar, escribir y aprender lo que el profesor expone en clase. Aunque trabajar en grupos sea más entretenido, para alumnos y alumnas no acostumbrados, tanto tiempo y con tanto de lo que ocuparse puede llegar a ser cansado.

El 20% se dividió a su vez en cuatro partes de un valor de 5% cada una. Por un lado, los *grupos de expertos* tienen que entregar unos apuntes con todo aquello que explicarán a sus compañeros en los *grupos heterogéneos*. Esos apuntes deben contener toda la información acerca de su tema de una manera ordenada y didáctica. También tienen que presentar unos murales con la misma información lo más visual posible. El 10% restante corresponde a la forma en la que cada estudiante ha desempeñado sus tareas en cada una de las fases. Estas calificaciones proceden de las autoevaluaciones que rellenaron con las modificaciones que el docente considere oportunas en base a sus propias anotaciones en la Ficha de registro del profesor (ver imagen 4). Esto les da un poder y una responsabilidad enorme que les gusta, ya que hay una relación directa entre lo que hacen, la nota que se ponen y las posibilidades inmediatas de mejorarlo.

TEMA		NOMBRE	ROLE	Día 1	Día 2	Día 3	Comentarios	+	-
PLACAS	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
VOLCANES	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
SEISMOS	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
RIESGO y ACTUACIÓN	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								

Imagen 4. Ficha de registro del profesor de la Fase I.

RESULTADOS OBTENIDOS

En los últimos seis años hemos aplicado este método para trabajar esta unidad con 534 estudiantes de dos centros educativos de la Comunidad de Madrid, uno privado y otro concertado de clase media-alta. A todos ellos se les pidió que evaluaran la actividad con unas preguntas al final del examen de esta parte. El 91 % reconoció haber aprendido más con este método y el 96% admitió que le había gustado trabajar así. Además, a todos aquellos que escogieron Biología-Geología al año siguiente, antes de empezar el tema de Tectónica de placas en 4.º de la ESO, se les pasó un pequeño cuestionario para ver lo que recordaban y su impresión sobre la actividad del año anterior.

En cuanto a los resultados en las calificaciones de la evaluación en 3.º de la ESO, pasamos de un 15% de suspensos de media en las evaluaciones a menos del 4%. De los 534 estudiantes solo 4 suspendieron la parte del examen que preguntaba sobre geodinámica interna y solo 2 estudiantes tuvieron menos de un 5 en la calificación global del trabajo cooperativo; ambos fueron casos muy extremos de alumnos con problemas de disciplina graves.

Con respecto al trabajo y a la actitud, los índices de faltas de disciplina (como mal comportamiento en el aula o no traer material para trabajar) disminuyeron a cero durante la *Fase II* con todos los grupos, a excepción de los dos alumnos anteriormente nombrados que no llegaron a engancharse en ningún momento a la actividad.

De los 233 alumnos encuestados de 4.º de la ESO, el 83% expresaron que con la actividad del año anterior habían aprendido más que con la metodología tradicional, el 86% dijeron que les había gustado la actividad y que les gustaría repetir. Solo 3 estudiantes de 233 expresaron que no les gustó la manera de trabajar esta unidad en 3.º de la ESO y que no les gustaría volver a hacer algo parecido con la unidad

de este año. De estos estudiantes, 2 de ellos dijeron que era demasiado trabajo y que con las explicaciones del profesor les bastaba para aprender; el otro alumno explicó que no le importaba trabajar en grupo pero no le gustaba la parte de explicar a los demás.

LOGROS Y CONCLUSIONES

En base a nuestra propia experiencia de la actividad y de los resultados obtenidos, tanto académicos como de las encuestas a los estudiantes, creemos que esta metodología consigue, con creces, lo que se propone. Los estudiantes guardan un buen recuerdo de la experiencia y, por extensión, de esta parte de la Geología no solo por el trabajo en grupo, que es más distendido, sino también por los buenos resultados obtenidos y la sensación de haber aprendido mucho, ya que las preguntas del examen les resultaron sencillas. Aparte, el aprendizaje fue más significativo, como se puso de manifiesto en la sesión de repaso del tema de Tectónica de placas de 4.º de la ESO. Creemos que la causa fue que los contenidos de esta unidad fueron adquiridos de una manera más progresiva, por descubrimientos propios, no solo expuestos para ser aprendidos. Además, tuvieron que transformar lo que aprendían para poder explicárselo a los compañeros posteriormente. Fue un aprendizaje ligado a momentos sociales y a las emociones que se mueven en estos ambientes.

Por si esto no fuera suficiente, los estudiantes pudieron desarrollar una gran cantidad de habilidades sociales muy importantes como la gestión de problemas, el liderazgo, la corresponsabilidad, la negociación y la autoevaluación, entre otras.

Aunque siempre quedará mucho por mejorar en la enseñanza de la Geología en Secundaria, creemos que esta actividad puede ser de gran valor en muchos sentidos y que puede ayudar dando un pequeño paso hacia la transformación de la enseñanza de las ciencias para aumentar el gusto de los estudiantes (futuros ciudadanos) por el conocimiento del mundo natural, escojan o no carreras científicas.

EL TALLER CON EXPERIMENTOS CON INDAGACIÓN: UNA ESTRATEGIA PARA GENERAR COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS FUTUROS PROFESORES

María del Carmen Barreto Pérez de Guerrero

Facultad de Ciencias de la Educación-Universidad de Piura

Av. Ramón Múgica, 131. Urb. San Eduardo-Piura-Perú

marycarmen.barreto@udep.pe

Palabras clave: indagación, formación de profesorado, enseñanza de las ciencias, habilidades de proceso científico, niveles de indagación.

Keywords: inquiry, preservice teacher education, science education, science process skills, levels of inquiry.

Resumen

Este trabajo recoge los resultados de la implementación de un taller de experimentos con indagación como parte de las sesiones de clase de un curso introductorio de ciencias dirigido a profesores en formación en una universidad peruana. La metodología utilizada en la investigación se fundamenta en el análisis de contenido de los informes presentados, focalizando la atención en la adquisición de las habilidades del proceso científico: formulación de preguntas investigables y elaboración del diseño experimental. Los resultados obtenidos muestran que, cuando se plantean en clase actividades experimentales con indagación guiada y abierta, partiendo de situaciones contextualizadas, y se propicia el trabajo colaborativo, los futuros profesores son capaces de plantear sus propias preguntas investigables y los diseños experimentales que den respuesta a las mismas. La adquisición de estas habilidades de proceso científico desde el período de formación de un profesor es importante, ya que posteriormente les permitirá implementar en su propia aula de clase trabajos de investigación escolar en los cuales se deban realizar experimentos.

Abstract

This work gathers the results of the implementation of a workshop of experiments with inquiry as part of the class sessions of an introductory course of sciences for training future teachers in a Peruvian University. The methodology used in the research is based on the content analysis of the reports presented, focusing attention on the acquisition of scientific process skills: formulation of searchable questions and the development of experimental design. The results obtained show that when experimental activities are presented in the classroom with guided and open inquiry based on contextualized situations and collaborative work is encouraged, future teachers are able to pose their own research questions and the experimental designs that respond to them. The acquisition of these skills of scientific process from the period of training of a teacher is important, since later they will be able to implement in their own classroom school investigation projects where their students should carry out experiments.

INTRODUCCIÓN

Formar futuros profesores provenientes de distintas partes del país con una formación inicial diferente es un reto que se asumió desde el área de Matemáticas y Física de la Universidad de Piura, especialmente en el curso introductorio de ciencias.

Para el diseño de los talleres se tuvo en cuenta en primer lugar los lineamientos que daba el Estado peruano sobre la manera de enseñar ciencias en la escuela. En los documentos elaborados por el Ministerio de Educación peruano (Ministerio de Educación del Perú, 2014)¹ y que sirven de orientación para el trabajo pedagógico en el aula se propone como enfoque para la enseñanza de la ciencia el modelo didáctico de enseñanza de las ciencias por indagación, definiéndolo como «un enfoque que moviliza un conjunto de procesos que permite a nuestros estudiantes el desarrollo de habilidades científicas que los llevarán a la construcción y comprensión de conocimientos científicos a partir de la interacción con su mundo natural» (p. 34).

De otra parte, una revisión de la literatura (Rocard, Csermely, Walberg-Henriksson y Hemmo, 2007)² muestra la importancia que tiene el hecho de que durante su formación los futuros profesores puedan participar en la realización de actividades experimentales en las cuales se promuevan: la formulación de preguntas; la elaboración del diseño experimental, el manejo de variables y, por otro lado, no se descuide el contenido teórico involucrado ya que, como señala Couso (2014)³, no se estará haciendo ciencia.

A partir de las informaciones recogidas en las líneas precedentes se procedió a diseñar los talleres de actividades experimentales con indagación y, además, se elaboraron cuestionarios para medir el impacto en la apropiación de las habilidades de proceso científico: la formulación de preguntas investigables, la elaboración del diseño experimental y el manejo de variables.

El efecto de los talleres con actividades experimentales sobre la comprensión del contenido teórico es una investigación que actualmente está en curso y que permitirá determinar el impacto global de los mismos.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

PARTICIPANTES Y CONTEXTO

En la investigación han participado 90 estudiantes de primer año de la carrera de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura, matriculados en un curso básico de Ciencias. Cabe señalar que se trataba del grupo completo de estudiantes; es decir, no se hizo una selección de los mismos.

TALLERES DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PROPUESTAS

Se propusieron cuatro talleres en los cuales los estudiantes desarrollaron actividades experimentales, las cuales fueron propuestas en distintos niveles de indagación tomando en cuenta la clasificación de Tafoya,

¹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ (2014). *Rutas del Aprendizaje. Usa la ciencia y la tecnología para mejorar la calidad de vida*. Lima [en línea], disponible en: <https://goo.gl/yFCIO3> [consultado el 10/05/2018].

² ROCARD, M., CSERMELY, P., WALBERG-HENRIKSSON, H., y HEMMO, V. (2007). *Informe Rocard - Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa*. Comisión Europea [en línea], disponible en: <https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article4045> [consultado el 15/05/2018].

³ COUSO, D. (2014). De la moda de «aprender indagando» a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía) [en línea], disponible en: http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenarialInaugural.pdf [consultado el 22/09/2018].

Sunal y Knecht (1980)⁴. De acuerdo con la *tabla 1*, en el nivel de indagación guiado, el profesor (P) les proporciona a los alumnos (A) la pregunta a resolver y estos deben encontrar el procedimiento a seguir; en el nivel de indagación abierto, el alumno plantea la pregunta a resolver, el procedimiento a seguir y las conclusiones.

Nivel de indagación	Pregunta	Procedimiento	Resultado
Nivel confirmatorio	P	P	P
Nivel estructurado	P	P	A
Nivel guiado	P	A	A
Indagación abierta	A	A	A

Tabla 1. Esquema de los niveles consecutivos de indagación de acuerdo con Tafoya et al. (1980).

Las actividades experimentales propuestas en orden secuencial fueron: combustión de la vela, propuesta en el nivel de indagación guiado. En la *figura 1* se muestra la observación realizada por los alumnos en el taller de combustión de la vela.



Figura 1. Alumnos trabajando en el taller sobre la combustión de la vela.

A continuación, se desarrollaron: cromatografía (véase la *figura 2*); elección de un producto de aseo personal de acuerdo con el pH (véase la *figura 3*) y factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas (véase la *figura 4*) propuestas en el nivel de indagación abierto.

Todos los talleres tuvieron la misma estructura; los alumnos trabajan en grupos (de máximo 6 alumnos por grupo); el taller tuvo una duración de dos horas cronológicas y como máximo se trabajó con 7 grupos por taller. Cada grupo tuvo a su disposición material para probar los diseños experimentales que propusieron. Además, los resultados obtenidos a través de la experimentación debieron evaluarse de acuerdo al contenido teórico involucrado en la actividad. Durante el desarrollo de las actividades experimentales la profesora del curso con ayuda de los alumnos propuso una pregunta investigable a resolver. Los alumnos discuten en grupos sus diseños experimentales y cuando determinan el diseño a probar le consultan a la profesora; en algunos casos fue necesario dar unas indicaciones antes de que pasaran a la fase de experimentación y registro de resultados.

⁴ TAFOYA, E., SUNAL, D.W., y KNECHT, P. (1980). Assessing Inquiry Potential: A Tool For Curriculum Decision Makers. *School Science and Mathematics*, 80(1), pp. 43-48 [en línea], DOI:10.1111/j.1949-8594.1980.tb09559.x.



Figura 2. Prueba de un diseño experimental para obtener los cromatogramas de tres colores diferentes.



Figura 3. Alumnos trabajando en el taller sobre la elección del mejor producto de aseo personal de acuerdo con el pH.



Figura 4. Alumnos trabajando en los factores que influyen en la velocidad de una reacción.

Después de desarrollar los talleres, los alumnos fueron evaluados a través de la propuesta de una situación problemática proporcionada por la profesora del curso.

Para resolver dichas situaciones problemáticas los alumnos deben hacer uso de sus habilidades de proceso científico: formular la pregunta investigable; plantear el procedimiento a seguir y el control de variables.

En esta parte el alumno debe plantear sus respuestas por escrito de manera individual.

Descripción de las situaciones problemáticas propuestas

En la primera situación, la cual está relacionada con la actividad experimental sobre la combustión de una vela, en primer lugar, se les suministra a los alumnos una historia ficticia a manera de lectura. A continuación, se les solicita que asuman el rol de asistente de la profesora para plantear un diseño experimental que resuelva la pregunta investigable formulada. A continuación, se muestra el texto utilizado:

Una profesora que enseña a quinto de Secundaria lee en un libro un experimento en el cual se cubre una vela encendida con un frasco y luego se observa lo que sucede. Le parece interesante y se plantea hacer una modificación del mismo para llevarlo a su aula de clase, para lo cual formula la siguiente pregunta investigable: ¿influirá el volumen del recipiente en el tiempo que demora la vela en apagarse?

La profesora le pide ayuda a usted para resolver a nivel experimental la pregunta investigable formulada (explique el procedimiento a seguir y las variables que tomaría en cuenta para responder la pregunta formulada).

En el segundo caso que corresponde al taller de cromatografía, de manera similar al anterior se les proporciona a los alumnos un texto, en el cual se detalla una situación problemática ficticia; a diferencia del caso anterior, la pregunta investigable no se encuentra detallada de manera explícita. Aunque las respuestas que darán los alumnos son por escrito y no lo desarrollarán a nivel experimental, por el planteamiento hecho se podría ubicar en un nivel de indagación abierto. A continuación, se muestra el texto utilizado:

Juanita es una niña a la cual le gusta mucho usar los rotuladores en sus tareas escolares. Un día, en clase de Química le explican la técnica de la cromatografía.

Su curiosidad le lleva a preguntarse si todos los colores de su estuche de rotuladores darán el mismo cromatograma, para ello le solicita a usted que la ayude.

Ahora usted tiene el reto de ayudar a Juanita, para lo cual se le pide plantear una actividad experimental y llevarla a cabo.

En la tercera situación, elección de una pasta dental de acuerdo con el pH, a los alumnos se les brinda información a manera de lecturas (se les proporcionan las direcciones de las páginas web a consultar); a partir de dicha información se les solicita que respondan a una pregunta. En esta actividad se les invita a los alumnos a asumir el rol de docentes y se les reta a plantear la actividad experimental que cumpla con la condición de poder elegir una pasta dental de acuerdo con el valor del pH. A continuación, se muestra el texto utilizado:

Usted quiere plantear una actividad experimental a sus alumnos basándose en el modelo didáctico de enseñanza de las ciencias por indagación. A su vez, quisiera motivar a sus alumnos a cuidar la higiene de sus dientes y que tengan criterio para seleccionar la mejor pasta de dientes (basándose en el pH solamente). En base a las lecturas publicadas en las siguientes páginas web: <http://www.educando.edu.do/articulos/estudiante/el-ph-en-nuestra-vida> y en http://revista.consumer.es/web/es/20060601/actualidad/analisis2/70442_2.php/70442_3.php.

Complete los datos que se le solicitan a continuación: para que una pasta dental sea la adecuada, ¿qué pH debería tener?

¿Cómo plantearía su actividad experimental?

En la cuarta actividad se les pide a los alumnos que, partiendo de una situación ficticia, elaboren una actividad experimental adecuada a una niña en edad escolar y que además las observaciones que realicen sean de manera cuantitativa, lo cual implica el uso de instrumentos de medida. En las líneas siguientes se muestra el texto de la situación ficticia utilizada:

A Anita en el colegio le han dejado como tarea que elabore un diseño experimental para determinar de manera cuantitativa cómo disolver más rápido una pastilla efervescente; además, debe plantear las variables e indicar cómo hará las medidas y formular la pregunta investigable adecuada.

Anita tiene en diferentes recipientes muestras de agua a distintas temperaturas: 10 °C; 20 °C; 30 °C; 60 °C y 90 °C.

Se le pide ayudar a Anita a resolver su tarea.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTO DE ANÁLISIS

Las respuestas a las preguntas planteadas fueron analizadas de acuerdo con las siguientes categorías: formulación de la pregunta investigable; elaboración del procedimiento a seguir y manejo de las variables. Se asignó el valor de uno si la respuesta era correcta y de cero si era incorrecta. Por ejemplo, si la pregunta investigable estaba correctamente planteada, se asignó el valor de uno y en caso contrario de cero. Cada una de las respuestas proporcionadas por los alumnos se evaluó por dos investigadores diferentes, obteniéndose un índice de acuerdos superior a 0,85 en todos los casos. Los datos así recogidos se procesaron para encontrar los porcentajes de respuestas correctas en cada categoría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron (véase la *figura 5*) fueron los siguientes:

Con respecto a la pregunta investigable en la actividad de cromatografía se obtuvo un 70% de preguntas investigables correctamente planteadas; de manera igual en la del pH; en cambio, en la de reacciones químicas se obtuvo un 85%. No se incluyen los valores de la actividad de combustión ya que en este caso la pregunta investigable se incluía en el texto. Estos resultados pueden dar indicios de un progreso en la habilidad de formular preguntas investigables de parte de los alumnos a medida que se avanza en el desarrollo de los talleres. De otra parte, se puede observar que aún en la actividad en la cual se obtienen mejores resultados a nivel porcentual no se ha alcanzado el 100%; hay un 15% de alumnos que aún no formulan correctamente las preguntas investigables. Este resultado debe tomarse en cuenta, ya que, como señalan diversos autores (Arslan, Bekiroğlu, Süzük, y Gürel, 2014)⁵ el plantear una actividad experimental en un aula de clase debería tener entre uno de sus objetivos que los alumnos aprendan cómo trabajan

⁵ ARSLAN, A., BEKIROĞLU, F. O., SÜZÜK, E., y GÜREL, C. (2014). Fizik laboratuvar derslerinin araştırma-sorgulama açısından incelenmesi ve öğretim adaylarının görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11 (2), 3-37, [en línea], disponible en: https://www.academia.edu/31062720/Fizik_Laboratuvar_Derslerinin_Ara%C5%9Ft%C4%B1rma-Sorgulama_A%C3%A7%C4%B1s%C4%B1ndan_%C4%B0ncelenmesi_ve_%C3%96%C4%9Fretmen_Adaylar%C4%B1n%C4%B1n_G%C3%B6r%C3%BC%C5%9Flerinin_Belirlenmesi, [consultado el 22/09/2018].

los científicos; de otra parte, Bybee (2004)⁶ hace notar que una de las habilidades necesarias para hacer indagación científica es la formulación de preguntas investigables.

Con respecto al procedimiento a seguir: en la actividad de combustión se obtuvo un 31,2%; en la de cromatografía, un 78%; en la de pH, un 80%, y en la de reacciones químicas, un 85%. Si se comparan los resultados de las respuestas relativas a la primera actividad experimental con la última se puede apreciar una mejoría en la elaboración del procedimiento a seguir de parte de los alumnos.

En cuanto al análisis de los resultados obtenidos en el manejo de variables, se puede observar que en las respuestas relacionadas con la actividad de combustión se obtuvo un 37,6%; en la de cromatografía, un 58%; en la de pH, un 70%, y en la de reacciones químicas, un 76%. Si se comparan los resultados obtenidos respecto a las categorías anteriores, se puede afirmar que el manejo de las variables es una de las habilidades que más dificultad les ha supuesto a los alumnos.

En la investigación realizada en la forma como se enseña ciencia en Latinoamérica por Näslund-Hadley, Norsworthy y Thompson (2010)⁷, encontraron que en muchas aulas se dejaban de lado las habilidades de proceso científico. Esto es similar a lo manifestado por los alumnos acerca de la manera en que se desarrollaron sus propias clases en la escuela. Y nos lleva a pensar que los alumnos que formaron parte de la presente investigación no cuentan con la formación inicial en habilidades de proceso científico. Esto puede ser un factor por el cual los alumnos participantes en el presente estudio no logran apropiarse en su totalidad de las habilidades de proceso científico.

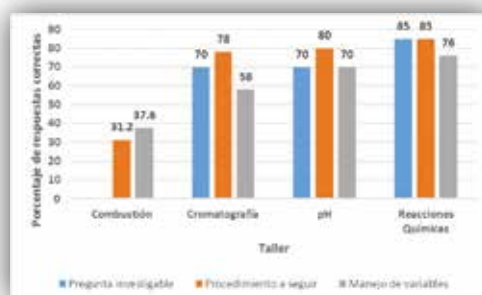


Figura 5. Resultados obtenidos.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los talleres de actividades experimentales con indagación son una alternativa a tomar en cuenta para la formación de futuros docentes de ciencias. Su incorporación como parte de las sesiones de clase de un curso introductorio de ciencias ha propiciado que los alumnos vayan adquiriendo las habilidades de proceso científico necesarias para que en un futuro ellos sean capaces de plantear actividades similares en su propia aula de clase.

En la formación de futuros profesores es importante que se tome en cuenta que deben contar con modelos a seguir sobre cómo se deben llevar las actividades experimentales con indagación al aula de

⁶ BYBEE, R.W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. En L. FLICK, y N. LEDERMAN, *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 1-14). Netherlands: Springer. DOI:10.1007/978-1-4020-5814-1_1.

⁷ NÄSLUND-HADLEY, E., NORSWORTHY, M., y THOMPSON, J. (2010). *Aportes, 7: Diciembre 2010: Despertando la curiosidad científica en Perú*. Inter-American Development Bank [en línea], disponible en: <https://publications.iadb.org/handle/11319/3882?locale-attribute=es> [consultado el 20/05/2018].

clase como señalan Godoy, Segarra y Di Mauro, (2014)⁸ y en esta línea la implementación de talleres con indagación es una buena opción para ello.

Como señalan Tan y Temiz, (2003)⁹, es importante plantearse como objetivo en la enseñanza de las ciencias que los alumnos adquieran habilidades de proceso científico, por ello es necesario seguir indagando nuevas formas para promover esta apropiación de parte de los futuros profesores.

Agradecimientos: a todos los alumnos que participaron en la investigación.

⁸ GODOY, A., SEGARRA, C., y DI MAURO, M. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), p. 381, DOI:10498/16590.

⁹ TAN, M., y TEMİZ, K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), pp. 89-101 [en línea], disponible en: <http://dergipark.gov.tr/pauefd/issue/11130/133117> [consultado el 22/09/2018].

EL CINE EN EL AULA: UN ELEMENTO INTEGRADOR DE LA CIENCIA EN LA SOCIEDAD

Amparo Elisa Benítez Villamor

*Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Educación, UCM
C/ Rector Royo Villanova, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 (Madrid)
Profesora de Educación Secundaria, IES San Nicasio. Leganés (Madrid)
amparoelisa.beneitez@edu.ucm.es*

Ángel Ezquerro Martínez

*Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Educación, UCM
C/ Rector Royo Villanova, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 (Madrid)
angel.ezquerro@edu.ucm.es*

Palabras clave: cine, edición de vídeo, recurso didáctico, alfabetización científica, método científico.

Keywords: cinema, video editing, didactic resource, scientific alphabetization, scientific method.

Resumen

El profesorado puede encontrar un apoyo importante para reforzar las materias impartidas en algunas películas con temáticas relacionadas con aspectos específicos del currículo.

Hemos llevado a cabo una experiencia con la asignatura de Cultura Científica (de 4.º de ESO). Para aplicarlo al aula realizamos una selección de películas relacionadas con la temática del curso y elaboramos una ficha para cada película. El contenido de este instrumento de reflexión proponía la descripción del argumento y el contexto con el que se relacionaba, la lista de las escenas más significativas, etc. Para esta tarea es muy interesante la colaboración de los alumnos.

El visionado de una película completa no es posible en una hora de clase y partir la película en dos sesiones tiene múltiples inconvenientes. Adoptamos como solución editar la película para conseguir una versión reducida de entre 20 y 50 minutos: esto nos ha permitido el visionado en una sola sesión y nos ayuda a centrarnos en el contenido didáctico que queremos trabajar.

Abstract

Teachers can find important support to reinforce the subjects taught in some films with topics related to specific aspects of the curriculum.

We have carried out an experience with the subject of Scientific Culture (4th year of ESO). To apply it to the classroom we make a selection of films related to the theme of the course and we elaborate a file for each film. The content of this reflection instrument proposed the description of the argument and the context with which it was related, the list of the most significant scenes, etc. The collaboration of the students is very interesting for this task.

Viewing a full movie is not possible in an hour of class and splitting the film into two sessions has multiple disadvantages. We adopted as a solution to edit the film to get a reduced version of between 20 and 50 minutes: This has allowed us to view it in a single session and it helps us to focus on the didactic content we want to work on.

INTRODUCCIÓN

El cine es, sin duda, un apoyo fundamental para el profesorado. Algunos filmes tienen una temática específicamente relacionada con los asuntos que forman el día a día de las materias en las aulas. Pero también existen películas que, sin tratar directamente de los temas de estudio, tienen en su ambientación recursos interesantes para ejemplificar múltiples y diversas situaciones educativas. Esto implica un análisis de los modos habituales de comunicación en los medios para incorporarlos a los usos del aula, para encontrar la mejor fórmula para conectar la información audiovisual con los contenidos académicos.

Si bien toda enseñanza de las ciencias tendría que preocuparse por ofrecer el conocimiento de manera que resultaran evidentes las relaciones entre naturaleza y sociedad (Caamaño, 2005)¹, sabemos que esto no siempre es así. Dicho de otro modo, nos deberíamos preguntar: ¿qué contenidos científicos necesita conocer un ciudadano?; ¿qué conocimientos precisa para atender sus necesidades personales, para resolver problemas e inquietudes en su vida cotidiana o para participar en decisiones colectivas y democráticas debidamente informado?; ¿qué criterios tenemos para seleccionarlos?; ¿qué podemos aprovechar de lo que sabe el alumnado?; y, sobre todo, ¿qué medios y recursos intelectuales debemos trabajar para que los estudiantes actuales puedan comprender y tomar decisiones en un mundo diferente?

Diversos estudios indican que los alumnos tienden a mantener discusiones más productivas y con mayor variedad de ideas cuando han visionado grabaciones sobre situaciones reales (Richoux y Tiberghien, 2012)².

En contraposición al uso de recursos audiovisuales preparados explícitamente para el aula, hablamos del cine como un marco más amplio de contextualización, una manera de aportar «realidad» a las situaciones que pretendemos presentar. Esto permite que el mensaje audiovisual incida en el alumno de un modo distinto a cómo afecta el discurso verbal, generando percepciones, relaciones, sensaciones, sentimientos... que no siempre son evidentes (Carmona 1996)³.

Además, esta manera de exponer contenidos supone una forma de hacer reflexionar a nuestro alumnado sobre las características de los medios audiovisuales, cuestión a la que se deben enfrentar todos los días.

Uno de los factores determinantes en la elección de asignaturas de ciencias en el currículo es, precisamente, la visión que los alumnos tienen tanto de la ciencia como de los científicos y de la capacidad de ambos para influir en nuestro futuro (Solbes y Traver, 2003)⁴.

¹ CAAMAÑO, A. (2005): Contextualizar la ciencia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 46, pp. 5-8.

² RICHOUX, H. y TIBERGHIE, A. (2012). Cómo aprenden los profesores a partir de vídeos de alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), pp. 35-48.

³ CARMONA, R. (1996). *Cómo se comenta un texto fílmico*. Madrid. Ed. Cátedra.

⁴ SOLBES, J. y TRAVER, M. (2003). Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education. *Science & Education*, 12, pp. 703-717.

CÓMO LLEVAR EL CINE AL AULA

Existe una distancia importante entre la forma de acceder a la información que actualmente tiene el alumnado y la que usamos en el aula (fundamentalmente el libro de texto) (Pro, 2003)⁵. En ese sentido, nos podríamos cuestionar si la forma de aprender mediante imágenes es similar a hacerlo con documentos escritos. «La televisión casi nunca nombra los objetos: los muestra. El lenguaje se convierte en algo superfluo» (Chalvon y otros, 1982)⁶. El espectador comprende la trama y recuerda escenas concretas, pero le resulta más difícil explicar adecuadamente los acontecimientos con palabras.

Esta característica está teniendo una gran repercusión social. De hecho, creemos que este «efecto simplificador» es típico en jóvenes cuando tratan de contar una película o un fenómeno físico; sucesos todos captados de forma visual. Son, pues, consecuencias y comportamientos que deben ser tenidos en cuenta si realmente queremos trabajar con estos recursos en el aula.

Si pretendemos utilizar el cine en el aula es fundamental tener claro el porqué y el para qué. De este modo resulta más sencillo planificar los pasos que deben seguirse:

SELECCIÓN

Debemos realizar una selección de películas apropiadas para ilustrar la temática del curso. Elaborando una ficha para cada película en la que se describe el contexto con el que se relaciona, y se aporta una selección de las escenas y aspectos más interesantes desde el punto de vista pedagógico.

Este proceso en sí mismo puede tener un gran valor pedagógico si involucramos a los alumnos en él, proponiéndoles la búsqueda y documentación de películas relacionadas con el tema que se esté tratando en clase.

Parece evidente la tendencia «natural» de los estudiantes a obtener de internet todos los trabajos que les solicitamos en los centros educativos. Nuestro planteamiento es el de dar uso a esta habilidad (Ezquerro 2010)⁷. Encargamos como trabajo la búsqueda, selección y ordenación de un número mínimo de webs que den información sobre cine relacionado con el tema de estudio que se esté viendo en clase.

Entre las películas seleccionadas que han demostrado ser útiles con los alumnos en clase podemos mencionar: *Los últimos días del Edén*, *Gorilas en la niebla*, *Las Montañas de La Luna*, *Límite vertical*, *Master & Commander*, *Atrapados en el hielo*, *La habitación de Fermat*... Algunos temas interesantes para trabajar con estas u otras obras pueden ser: las expediciones científicas, los paisajes y el clima, las demostraciones científicas, las condiciones atmosféricas, los naturalistas de diferentes épocas, la fauna y la flora en distintos hábitats, los medios técnicos y los materiales a lo largo de la historia, la preservación o la destrucción de la selva, la utilización de recursos naturales...

Encontramos referencias a diferentes actividades didácticas centradas el cine en autores como Brusi (2011)⁸.

⁵ PRO, A. y EZQUERRA, A. (2004). *La enseñanza de la Física: problemas clásicos que necesitan respuestas innovadoras*, *Alambique*, 41, 54-67.

⁶ CHALVON, M., CORSET, P., SOUCHON, M. (1982). *El niño ante la televisión*. Barcelona. Editorial Juventud.

⁷ EZQUERRA, A. (2010). Ciencias para el Mundo Contemporáneo y comunicación audiovisual. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 64, pp. 59-71.

⁸ BRUSI, D., ALFARO, P., GONZÁLEZ, M. El cine de catástrofes naturales como recurso educativo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2011. Vol. 19, n.º 2, pp. 192-203.

ADAPTACIÓN DEL MATERIAL AUDIOVISUAL

Idealmente, desearíamos utilizar películas completas para poder analizarlas en su contexto original. Sin embargo, el visionado de una película completa no es posible en una hora de clase. La solución recomendada es editar la película para conseguir una versión reducida que permita el visionado en una sola sesión y nos ayude a centrarnos en el contenido didáctico que queremos transmitir.

Sin embargo, este proceso requiere un importante trabajo de preparación por parte del profesor. Se consigue eliminando planos o secuencias completas que sean menos relevantes para la finalidad didáctica, hasta reducirla a la duración deseada.

En general no es necesario modificar el orden de las escenas. Es muy importante mantener la coherencia de nuestro extracto de principio a fin, de modo que al verlo no se echen en falta los fragmentos cortados (evitar eliminar secuencias a las que se haga referencia más adelante).

Para poder realizarlo disponemos de diversas aplicaciones informáticas que nos ayudarán en esta labor, como, por ejemplo, Avidemux, iMovie...

También existen otras herramientas complementarias que nos ayudan a profundizar en el estudio de la materia, como, por ejemplo, aquellas que nos permiten generar líneas de tiempo interactivas, donde los alumnos pueden investigar, completar contenidos y comprender mejor el seguimiento cronológico de los acontecimientos. Entre estas herramientas encontramos: TimeGraphics, Sutori, ourStory...

NORMATIVA APLICABLE

La Directiva 2001/29/CE de la Unión Europea armoniza los derechos de autor y otros derechos relacionados en la sociedad de la información actual. Respecto a la protección de estos derechos, la directiva establece una clara excepción: se permite el uso de materiales audiovisuales en el ámbito de la enseñanza, siempre y cuando tenga por objeto el uso con fines ilustrativos y se cite la fuente, incluyendo el nombre del autor. La aplicación de esta normativa en España se traduce en la Ley de Propiedad Intelectual (reformada en 2015), que especifica y concreta este uso y la protección de derechos.

El artículo 32 de la LPI se centra en las citas, reseñas e ilustración a través de obras, con fines educativos o de investigación científica. Este artículo indica que el profesorado «no necesitará autorización del autor o editor para realizar actos de reproducción, distribución y comunicación pública de pequeños fragmentos de obras».

La LPI indica que «se entenderá por pequeño fragmento de una obra un extracto o porción cuantitativamente poco relevante sobre el conjunto de la misma». Y, más concretamente, cuando la ley habla de la utilización de fragmentos de obras escritas es más clara y da un dato que puede aplicarse también al ámbito audiovisual: el fragmento puede tener una «extensión asimilable al 10 por ciento del total de la obra».

MATERIAL PARA EL TRABAJO Y LA REFLEXIÓN

Quisiéramos enfatizar que un vídeo no es una propuesta de enseñanza. Se trata solo de un recurso didáctico que habrá que articular con otros. En este sentido, es importante tener presente que los audiovisuales disponen de unas herramientas comunicativas que modifican el proceso expresivo.

Según estudios previos (Ezquerro y De Bueno, 2009)⁹, se puede considerar que, en las cuestiones denominadas simples, entre el 70% y el 80% del alumnado es capaz de recoger y repetir estos mensajes, no observándose grandes diferencias entre los distintos niveles educativos.

Sin embargo, en el caso de los mensajes más complejos, se observó que el porcentaje de retención disminuía. Por eso consideramos que, para conseguir un mejor aprovechamiento y lograr la realización de los objetivos pedagógicos establecidos, es preciso por parte del profesor la elaboración de un «guion de prácticas» para guiar a los alumnos en el visionado de nuestra versión reducida de la película.

Este guion puede contener entre otras cuestiones:

- *Breve introducción del argumento con intención didáctica*: ayudará a los alumnos a contextualizar lo que están viendo, y a centrarse en los aspectos interesantes de cara al estudio de la materia que se esté tratando.
- *Definición de términos*: necesaria para que los alumnos comprendan la secuencia, y evitar concepciones erróneas.
- *Preguntas científicas*: para profundizar en el tema de estudio, los conceptos y los procedimientos.
- *Preguntas reflexivas*: para explorar las actitudes y circunstancias que envuelven el proceso científico y lo relacionan con la sociedad.

LOS ÚLTIMOS DÍAS DEL EDÉN

Hemos utilizado con éxito reiteradamente esta película con alumnos de 4.º ESO, en la asignatura de Cultura Científica en diferentes institutos de Secundaria de la Comunidad de Madrid.

Nuestro criterio para la selección de este film es el correcto tratamiento que se plantea del método científico.

Con fragmentos de esta película hemos podido recrear la aplicación del método científico en una situación diferente a la de un laboratorio clásico, de modo que transmitamos la idea a los alumnos de que el método científico es una manera de enfrentarse a los problemas de la vida real, como medio *para construir su personalidad, desarrollar al máximo sus capacidades*.

Sinopsis	En un lugar de la selva tropical, vive el Dr. Campbell, al que los nativos llaman «hombre medicina». Desde que su mujer y su ayudante le dejaron, apenas se ha relacionado con el mundo civilizado, hasta que le envían una nueva asistente, la Dra. Crane, que le ayudará, utilizando el método científico, a encontrar el revolucionario remedio contra el cáncer que ha estado buscando.
Definición de términos	Cromatógrafo de gases, desviación base...
Preguntas científicas	¿Qué hipótesis incorrectas plantean sobre la imposibilidad de reproducir el suero curativo? ¿qué significa que «la investigación es un proceso de eliminación»?...
Preguntas reflexivas	¿Tiene sentido que haya malgastado parte de la muestra en el ratón del principio de la película?...

⁹ EZQUERRA, Á. y DE BUENO, A. (2009). Investigaciones con la utilización de vídeos: «una forma de mirar». *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona, pp. 2132-2139.

TRANSMISIÓN Y EXPOSICIÓN DE INFORMACIÓN

Aunque esta actividad inicialmente se pudiera considerar de *búsqueda de información*, siempre se puede completar o ampliar con el proceso de transmisión o exposición y solicitar un trabajo escrito o una exposición oral al uso.

La *comunicación oral* de los resultados obtenidos por parte de los alumnos es una labor que consideramos imprescindible. Resulta habitual observar que al comienzo del curso las exposiciones carecen de multitud de detalles. Sin embargo, el uso sistemático de esta técnica va dotando a los estudiantes de mayores capacidades.

Para ilustrar los resultados del uso del cine en el aula, vamos a resumir algunas de las ideas expresadas por los alumnos tras visionar *Los últimos días del Edén*:

¿Tiene sentido que haya malgastado parte de la muestra en el ratón del principio de la película?...

- Sí, es necesario realizar pruebas para seguir el método científico.
- No es suficiente con esa prueba, hacen falta más pruebas.
- Es necesario aportar pruebas para convencer a otros investigadores.

Respecto al análisis de hipótesis:

- La mayoría de los alumnos indican la posibilidad de que la cura estuviese en el extracto de la bromelia.
- Otras hipótesis reseñadas son: alteración posterior del suero, posibles cambios en la planta.
- Es importante la idea de realizar bien los experimentos para poder descartar las hipótesis falsas.

Comprensión de las fases del método científico:

Los alumnos son capaces entenderlo como procedimiento: observación, establecer hipótesis, descartar las que se demuestran no válidas hasta llegar al resultado mediante la experimentación.

Conceptos adicionales expresados por los alumnos en sus trabajos:

Cuidado de los ecosistemas, deforestación relacionada con la contaminación. Los bosques como generadores de oxígeno, pérdida de la biodiversidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Hemos encontrado numerosos autores (Abad y Matarín, 2000¹⁰; Área y Ortiz, 2000¹¹; Cajas, 2001¹²; Campanario, Moya y Otero, 2001¹³; Sanmartí e Izquierdo, 2001¹⁴; Desautels y Larochelle, 2003¹⁵; Pro y Ezquerra, 2004; etc.) que consideran que los problemas actuales de la didáctica de las ciencias desbordan ampliamente el marco del aula (internet, TIC, publicidad, alfabetización científica, medios de comunicación

¹⁰ ABAD, J. y MATARÍN, M. F. (2000). La prensa como instrumento didáctico para la investigación y el aprendizaje significativo. *Investigación en la escuela*, 41, pp. 71-77.

¹¹ ÁREA, M. y ORTIZ, M. (2000). Medios de Comunicación, interculturalismo y educación. *Comunicar*, 15, pp. 114-122.

¹² CAJAS, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), pp. 243-254.

¹³ CAMPANARIO, J. M., MOYA, A. y OTERO, J. C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados en la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), pp. 45-56.

¹⁴ SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, pp. 71-83.

¹⁵ DESAUTELS, J. y LAROCHELLE, M. (2003). Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), pp. 3-20.

de masas, etc.). En este contexto, creemos que el cine es un medio que debe ser estudiado, entre otras razones, para conocer qué conocimientos transmite a la sociedad, qué mecanismos utiliza o qué aprendizajes adecuados e inadecuados genera en nuestros alumnos.

El análisis didáctico de una película de cine implica adecuarse a los tiempos y ritmos de este medio. Así, una película dura unas horas y tendremos que adaptarla para poder utilizarla como recurso didáctico en nuestras clases. Esta situación es un factor muy importante para valorar el impacto que un contenido determinado tiene sobre nuestros alumnos.

De esta manera podemos utilizar el cine en clase como una ventana de oportunidades que acercan lugares y situaciones alejadas, de difícil acceso por otras vías, y un factor de socialización.

Es una herramienta importante para avanzar en el debate sobre la educación científica, dado que su importancia desborda ampliamente las clases de ciencia. En cualquier caso, sí que parece sugestivo el estudio de la información científica que llega a un número tan alto de personas a través de los medios de comunicación de masas.

Como planteamos la utilización del cine para la elaboración de nuestros propios materiales didácticos, es necesario recordar que la creación de audiovisuales es una tarea compleja, dado que este medio dispone de unas herramientas comunicativas que modifican sustancialmente el proceso expresivo y permiten mucho más que tan solo mostrar. Podemos describir, narrar, dirigir la mirada, priorizar la información, emocionar... En definitiva, estamos ante un proceso de transposición didáctica de contenidos a un lenguaje diferente al habitual en la enseñanza reglada.

EL AULA COMO ESCENARIO. ACTIVIDAD STEAM PARA EL FUTURO PROFESORADO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE SECUNDARIA

María Araceli Calvo Pascual

*Grupo de Investigación GICE-DICEMA. Facultad de Formación de Profesorado y Educación
de la Universidad Autónoma de Madrid (España)
C/ Francisco Tomás y Valiente, 3. Ciudad Universitaria de Cantoblanco. 28049 Madrid
Grupo de Didáctica e Historia de las RRSSE de Física y de Química
araceli.calvo@uam.es*

Santiago Atrio Cerezo

*Grupo de Investigación GICE-DICEMA. Facultad de Formación de Profesorado y Educación
de la Universidad Autónoma de Madrid (España)
C/ Francisco Tomás y Valiente, 3. Ciudad Universitaria de Cantoblanco. 28049 Madrid
Grupo Especializado de Enseñanza de la Física. RSEF
santiago.atrío@uam.es*

Palabras clave: actividad teatral STEAM, Educación Secundaria, formación del profesorado, destrezas docentes, recursos didácticos

Keywords: STEAM drama activity, Secondary School, teacher training, teaching skills, teaching resources

Resumen

En este trabajo se describe un Proyecto de Innovación Docente basado en la utilización del teatro como recurso didáctico en el aula de Ciencias, en combinación con recursos tecnológicos y actividades experimentales. En concreto, se realiza una actividad STEAM, en la que el alumnado diseña y elabora un texto con una temática presente en el currículo oficial de Física y Química de Secundaria, que debe representar en el aula.

La actividad busca que el futuro profesorado desarrolle destrezas comunicativas y aprenda a implementar actividades innovadoras.

Los resultados son positivos, tanto en las producciones realizadas como en la satisfacción del alumnado.

Abstract

This paper describes a teaching innovation project based on the use of drama as a teaching resource in the science classroom, in combination with technological resources and experimental activities. To be precise, an activity STEAM in which students design, prepare and perform a text with a theme present in the physics and chemistry curriculum of secondary school is carried out.

The objectives are that trainee teachers develop communication skills and learn how to implement innovative activities.

The projects and the student satisfaction evidence that the aims have been achieved.

INTRODUCCIÓN

La actividad que se presenta en este trabajo se inscribe en el Proyecto de Innovación Docente titulado «Dramatización, experimentación y realidad aumentada. Recursos para el futuro profesorado de Física y Química» (convocatoria de Proyectos de Innovación Docente-UAM 2015-16), aplicado en el segundo semestre del curso 2015/2016 y presentado en la II Semana de Innovación Docente de la Universidad Autónoma de Madrid.

El proyecto se implementó en el Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la Universidad Autónoma de Madrid, especialidad de Física y Química, como resultado de la colaboración de docentes de la Facultad, que imparten las asignaturas «Aprendizaje y Enseñanza de la Física y la Química» e «Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa en Física y Química», y docentes de Secundaria. Todo el profesorado implicado en la actividad tenía experiencia previa en la docencia en Física y Química en Secundaria y en realizar actividades en el aula usando la experimentación, la dramatización y/o la realidad aumentada.

Por ello, la idea de realizar este proyecto se basa en trabajos previos sobre la utilización del teatro como recurso didáctico en el aula de Ciencias (Calvo Pascual, 2007¹; 2011², 2015³; Lerman, 2003⁴; Spillane, 2013⁵), en combinación con recursos tecnológicos y actividades experimentales. Así, se realiza una actividad STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) en la que el alumnado diseña y elabora un texto con una temática presente en el currículo oficial de Física y Química de Secundaria, que debe representar en el aula.

Con el desarrollo del Proyecto se ha buscado mejorar dos aspectos fundamentales en la formación didáctica del alumnado (futuros docentes con una formación disciplinar científica: físicos, químicos o ingenieros).

- Conocer una variedad de recursos con los que poder diseñar actividades innovadoras en el aula utilizando diversas metodologías y tecnologías educativas.
- Desarrollar destrezas esenciales de comunicación (vocalización, correcta modulación de la voz, expresión oral, comunicación no verbal...).

¹ CALVO PASCUAL, M. A. (2007). El teatro de la Ciencia. En PINTO CAÑÓN, G. (ed.), *Aprendizaje activo de la Física y la Química. Colección Didáctica de la Física y la Química*, Madrid: Equipo Sirius, pp. 111-115.

² CALVO PASCUAL, M. A. (2011). Científicos célebres en el aula. Madame Curie en primera persona. *Anales de Química*, 107(4), pp. 390-397.

³ CALVO PASCUAL, M. A. (2015). El profesorado tiene que innovar en sus aulas, ¿lo considera importante en su formación? *Alambique*, 81, pp. 1-8.

⁴ LERMAN, Z. M. (2003). Using the Arts To Make Chemistry Accessible to Everybody. *Journal of Chemical Education*, 80(11), pp. 1234-1242.

⁵ SPILLANE, N. K. (2013). What's Copenhagen Got To Do With Chemistry Class? Using a Play to Teach the History and Practice of Science. *Journal of Chemical Education*, 90, pp. 219-223.

EXPLICACIÓN DE LA ACTIVIDAD STEAM

OBJETIVOS PARA LA FORMACIÓN DIDÁCTICA DEL FUTURO PROFESORADO

Con el diseño e implementación de la actividad se pretende que el futuro profesorado de Física y Química de Educación Secundaria consiga aprender a implementar actividades innovadoras en sus aulas utilizando diversas metodologías y tecnologías educativas.

En concreto, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar destrezas comunicativas esenciales en su labor docente.
2. Fomentar el trabajo en equipo.
3. Desarrollar la creatividad.
4. Conocer y crear actividades que permiten trabajar todas las competencias básicas.
5. Conocer y crear actividades que favorecen la motivación del alumnado hacia la ciencia y su aprendizaje.
6. Ampliar el conocimiento de recursos tecnológicos que poder utilizar en el aula, conociendo y utilizando recursos emergentes.
7. Fomentar la aplicación de actividades experimentales en el aula.
8. Aprender ciencia.

PLAN DE TRABAJO

El proyecto se divide en nueve fases, que se explican al alumnado en la primera sesión, junto al cronograma que servirá de referencia a lo largo del desarrollo de la actividad:

- 1.ª fase: propuesta de la actividad al alumnado

Dentro de la asignatura Aprendizaje y Enseñanza de la Física y la Química se propone la actividad a los y las estudiantes.

En grupos de 4-5 estudiantes deberán crear y representar un texto que se ocupe de uno de los temas presentes en el currículo de ESO o Bachillerato adaptado a un determinado curso.

Para ello deberán buscar información de diferentes fuentes (que aportarán como bibliografía/webgrafía).

En el contenido del texto y en su dramatización, deberán realizar como mínimo una actividad experimental (puede ser una demostración o emplear una metodología activa contando con la participación del público/alumnado) y emplear recursos de tecnología educativa, utilizando, como mínimo, la realidad aumentada.

Al representar la actividad entregarán por escrito cómo llevarían a cabo esta actividad en el aula, integrada en una unidad didáctica, especificando objetivos, contenidos, competencias a trabajar, recursos, metodología, temporalización y evaluación.

- 2.ª fase: formación en realidad aumentada

Dentro de la asignatura Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa en Física y Química se realiza un seminario/taller en el que se da a conocer al alumnado la realidad aumentada y su aplicación en el aula de Física y Química, enseñando cómo utilizarla para poder realizar actividades. En las diversas experiencias finalmente presentadas se incluyeron códigos QR que llevaban a informaciones

en texto web, audios, vídeos e interacciones con realidad aumentada (Lozano Pascual y Atrio Cerezo, 2014⁶; Atrio Cerezo y Guardado, 2012⁷).

- 3.^a fase: elección de la temática de la obra

Cada grupo de trabajo decide la temática de la obra y la comunica al profesorado de las dos asignaturas.

- 4.^a fase: búsqueda y selección de información

Cada miembro de los distintos grupos realiza una búsqueda de información individual, seguida de una puesta en común en el aula en la que se valore y contraste la información, para posteriormente acordar las líneas a seguir.

- 5.^a fase: elaboración del texto

Cada grupo de estudiantes, en 2-3 semanas, elabora el texto a representar.

El profesorado, en tutorías específicas, supervisa este trabajo animando y orientando al alumnado respecto a los contenidos y los recursos a trabajar.

- 6.^a fase: montaje de la obra

Cada grupo determina cómo quiere que sea la puesta en escena (espacios, materiales necesarios, medios audiovisuales, vestuario...).

- 7.^a fase: ensayos

Se hacen ensayos individuales. El profesorado orienta al alumnado y hace aportaciones para mejorar la representación.

- 8.^a fase: puesta en escena

Cada grupo representa al resto de la clase la obra trabajada, tras lo que se hará un debate en el que se analice tanto la obra en cuanto a su contenido y recursos utilizados como la puesta en escena.

- 9.^a fase: evaluación final

Se valora el proceso de generación de la obra, su creatividad, su contenido, la utilización de los recursos didácticos, la puesta en escena, el debate y el trabajo escrito. La evaluación consiste en una coevaluación y autoevaluación mediante una rúbrica generada por el alumnado (*anexo I*).

EJEMPLO DE ACTIVIDAD REALIZADA POR EL FUTURO PROFESORADO

Un ejemplo ilustrativo de una actividad STEAM diseñada y presentada por uno de los grupos es el trabajo realizado con el objetivo de mostrar una visión crítica sobre la homeopatía, diseñado para ser implementado en 3.º de ESO.

El grupo generó un código QR con un vídeo asociado en el que publicaban los supuestos beneficios de un producto homeopático. Distribuyeron el espacio del aula para representar las distintas escenas de las que se componía la dramatización, ambientaron cada escena con los objetos necesarios, previamente fabricados por los miembros del grupo (*figura 1*) y comenzó la representación.

⁶ LOZANO PASCUAL, J. y ATRIO CEREZO, S. (2014). Laboratorio aumentado móvil de química aumentada. *Revista Digital EducaMadrid*. Fecha de publicación: 15 de septiembre de 2014. En línea: http://www.educa2.madrid.org/web/revista-digital/vi-jornadas/-/visor/laboratorio-aumentado-movil-de-quimica-inorganica?p_p_col_pos=1.

⁷ ATRIO CEREZO, S. y GUARDADO, E. (2012). La realidad aumentada y su presencia en un modelo docente tecnológico para la didáctica de la Química en Bachillerato. *Revista Educación y Tecnología*, 1, pp. 9-38. Universidad Metropolitana de Santiago de Chile.

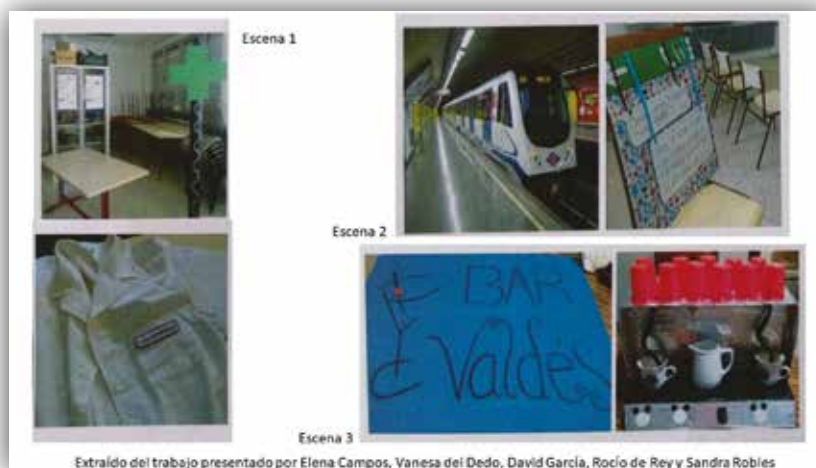


Figura 1. Dramatización sobre la homeopatía para 3.º de ESO.

Mientras el público (el profesorado y los demás grupos) se sentía dentro de una farmacia, el metro o una cafetería a medida, que sucedían las distintas escenas, reflexionaba sobre la ciencia, la pseudociencia, el poder de la publicidad, el uso excesivo de los dispositivos tecnológicos (utilización del WhatsApp en el metro)..., en definitiva, sobre la necesidad de una cultura científica para la existencia de una ciudadanía crítica.

En relación con los contenidos que explícitamente aparecen detallados en el currículo de Física y Química para este curso, se trabajaron las disoluciones, las diluciones, los órdenes de magnitud, la notación científica y las potencias. Sirva como ejemplo esta frase: «Nosotras hemos hecho una potencia 3 CH diluyendo 3 veces 1 mL de café en 100 mL de leche. Para llegar a 30 CH necesitaríamos repetir este proceso 27 veces más».

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Los resultados son positivos tanto en las producciones realizadas, que incluyen actividades complementarias para profundizar en los contenidos científicos tratados en la obra, como en la satisfacción del alumnado.

Es importante resaltar que el alumnado que ha realizado esta actividad (13 estudiantes) y, por lo tanto, ha contestado el cuestionario es adulto (con un amplio rango de edades) y con una formación previa mínima de licenciatura/grado, habiendo estudiantes con una titulación de doctorado y con una experiencia investigadora contrastada.

Para evaluar la satisfacción del alumnado se entregó un cuestionario con una serie de ítems para valorar de forma anónima. A continuación, presentamos los resultados del cuestionario:

- Ítem 1: Valora la actividad de modo global

Se pidió al alumnado que valorara la actividad de modo global de acuerdo a una escala del 1 al 5, siendo 1 la peor valoración y 5 la mejor valoración (figura 2).



Figura 2. Valoración de la actividad de modo global.

Un estudiante no contesta a esta pregunta; del resto de estudiantes (12), 10 la valoran con 4-5, lo que supone un 83% del alumnado que ha contestado a este primer ítem y un 77% del total de estudiantes.

- Ítem 2: Valora la utilidad de la actividad en relación a:
 - a) Desarrollar destrezas docentes.
 - b) Fomentar el trabajo en equipo.
 - c) Desarrollar la creatividad.
 - d) Conocer y crear actividades que permitan trabajar todas las competencias básicas en el aula de Secundaria.
 - e) Conocer y crear actividades que favorecen la motivación del alumnado hacia la ciencia y su aprendizaje.
 - f) Ampliar el conocimiento de recursos TIC que poder utilizar en el aula, conociendo y utilizando recursos emergentes.
 - g) Aprender ciencia.

La frecuencia en cada apartado de cada uno de los valores de la escala se muestra en la *figura 3*. En todos los casos se ha valorado la utilidad de la actividad con 4-5, salvo en el último apartado.

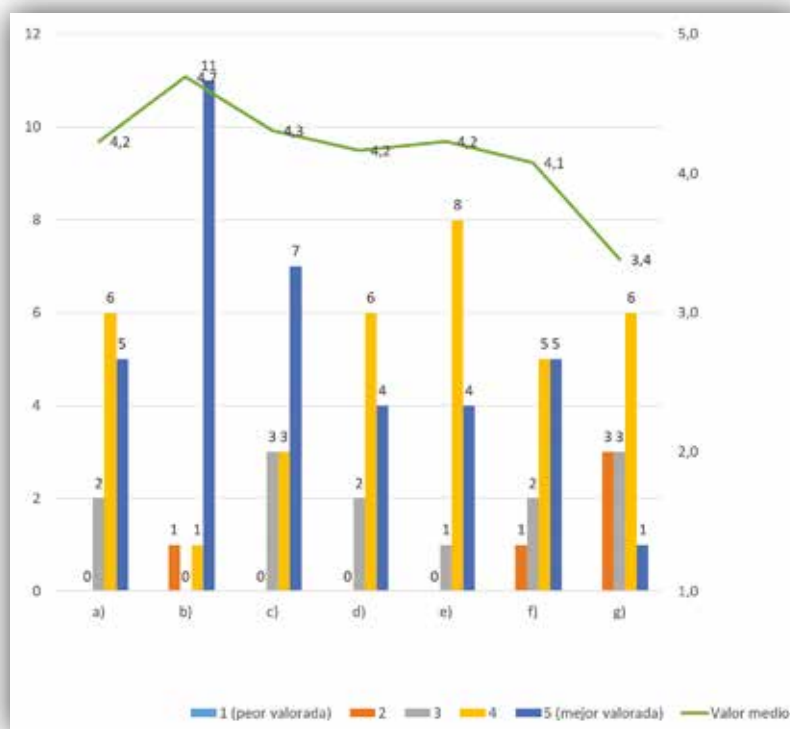


Figura 3. Valoración de la actividad en relación a diversos aspectos.

- Ítem 3: La actividad ha respondido a tus expectativas: Sí/NO, ¿por qué?

Un estudiante no contesta a esta pregunta; de los otros 12 estudiantes, un 92% responde afirmativamente y un 8% negativamente.

A continuación, se citan justificaciones que dan:

«Ha superado mis expectativas ya que uno no tiende a pensar que la ciencia y el arte puedan casar tan bien y he comprobado que la dramatización puede ser un recurso muy poderoso».

«Hemos aprendido teórica y prácticamente el significado de la palabra *innovación* en la enseñanza».

«Aunque al principio nos mostrábamos reacios, una de las mejores actividades del máster. Nos ha ayudado a desarrollar cualidades que teníamos olvidadas».

«Ha superado mis expectativas. Actividad divertida y didáctica».

«He aprendido recursos para enseñar ciencia».

«He aprendido mucho, he hecho cosas que jamás pensé que haría, me ha ayudado a descubrir nuevas facetas y nuevos métodos, nuevos caminos hacia el aprendizaje que pueden utilizarse con los alumnos».

- Ítem 4: Tras esta experiencia, ¿propondrías a tus futuros alumnos una actividad de teatro cuya temática fuera científica?: Sí/NO, ¿por qué?

El 100% del alumnado responde afirmativamente. Dan las siguientes justificaciones:

«El trabajo en otras destrezas (comunicación, trabajo en equipo, expresión oral, etc.) ayuda a no asociar necesariamente la ciencia con fórmulas y pizarra».

«El teatro tiene un gran potencial como vehículo comunicativo, actúa como enganche y perdura en la memoria».

«Esta actividad aparte del aprendizaje específico de una materia, forma de una manera mucho más completa a una persona (p. e. comunicación, trabajo en equipo...).

«Puede ser interesante siempre y cuando tengan que ser los alumnos los que tengan que investigar y ampliar conocimientos sobre el tema científico que vayan a tratar por su cuenta».

«Sería divertida para ellos, la disfrutarían, trabajarían competencias que difícilmente podrían trabajarse de otro modo y les ayudaría a aprender a trabajar en grupo y a conocerse mejor».

- Ítem 5: ¿Propondrías a tus futuros alumnos que realizaran actividades experimentales dramatizadas?: SÍ/NO, ¿por qué?

Un 92% del alumnado contesta de modo afirmativo y un 8% de modo negativo.

Justificaciones:

«Sería una buena propuesta porque cuando entran en un laboratorio tienen miedo a tocar, hacer... con esta experiencia les familiarizaría con el material de laboratorio, reactivos...».

«Para atraer la atención sobre la actividad experimental a dramatizar y también para que rompan la barrera emocional al ridículo que nos impone a todos».

«Favorece muchísimo la motivación, potencia la responsabilidad y la autonomía y el aprendizaje puede ser muy significativo».

«Tener que saber algo lo suficientemente bien para explicarlo te insta a estudiarlo en profundidad y a entenderlo mejor».

«Es una actividad estupenda, sin embargo, se pueden hacer experimentos dramatizados sin tener que montar una obra teatral».

- Ítem 6: ¿Propondrías a tus futuros alumnos que utilizaran la realidad aumentada?: SÍ/NO, ¿por qué?

De nuevo un 92% del alumnado contesta de modo afirmativo y un 8% de modo negativo. Estas son algunas de las justificaciones que dan:

«Sin duda la recomendaré y la enseñaré a mis alumnos porque la considero una herramienta muy útil, muy didáctica, original y sorprendente».

«Es una herramienta que los motiva al 100% y engancha incluso a los más rebeldes».

«No soy una persona que le guste mucho la tecnología, y me gustó mucho todo lo que aprendimos en las clases».

«Es una buena herramienta, siempre enfatizando que no es la única disponible».

«Hay otros formatos que priorizaría que desarrollan otras capacidades mentales».

- Observaciones finales

El último apartado del cuestionario consistió en una pregunta abierta con el enunciado «Observaciones finales», en el que cada estudiante podía hacer consideraciones que no hubieran aparecido reflejadas en los ítems anteriores. A continuación, se citan las más destacadas:

«Gracias por otorgarnos las herramientas y recursos que nos habéis enseñado entre todos, y por retornarnos con la apuesta del teatro. Me ha parecido supervaliente y arriesgado por vuestra parte. El único pero, el no tener mayor libertad horaria para ensayar».

«Los profesores encargados del proyecto han sido algo más que secuenciadores de contenidos, han sido generadores de emociones».

«Aunque me mostré muy reacia al principio, puedo reconocer orgullosa su tremenda utilidad y el profundo contenido didáctico».

«Me he quedado de piedra con los resultados, totalmente inimaginables para mí. Ha sacado facultades que ni siquiera sabía que tenía. Y el trabajo en equipo ha sido espectacular. No encuentro una explicación para que el éxito haya sido tan grande. Quizás la respuesta esté en la innovación».

Los docentes confirman las opiniones de los estudiantes con los resultados de su observación y el análisis de las rúbricas.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados permite afirmar que se han cumplido los objetivos marcados, aunque en distinto grado.

En concreto, el objetivo peor valorado es «aprender ciencia». La razón es que se puso como requisito que el texto estuviera adaptado a un curso de ESO o Bachillerato, no que recogiera temas que no conociera el futuro profesorado. Si son los estudiantes de ESO o Bachillerato los que tienen que crear el texto sobre un tema del currículo oficial, el grado de cumplimiento de este objetivo sería mucho mayor.

El Proyecto de Innovación Docente desarrollado ha hecho que los/as futuros/as docentes de Educación Secundaria comprueben en primera persona que no solo los contenidos, sino también la combinación de metodologías y recursos, es la clave para conseguir mantener en el aula la atracción hacia la ciencia por parte del alumnado, necesaria para que puedan aprender ciencia, disfrutar con ella y valorarla.

Finalizamos con una conclusión fundamental: el trabajo de un equipo de docentes con el mismo grupo de estudiantes, implementando una actividad conjunta desde dos asignaturas, con la participación de docentes externos, ha sido muy enriquecedor para estudiantes y docentes.

Son muchos los aspectos que pueden dificultar plantear propuestas de este tipo en la Educación Secundaria o en la universidad, entre otros el tiempo disponible y la organización de un trabajo conjunto entre docentes de distintas asignaturas (en el proyecto descrito pertenecen al área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, pero puede ampliarse a otras áreas).

No obstante, los resultados obtenidos evidencian que los beneficios son mayores que los inconvenientes y que pueden hacerse actividades innovadoras en el aula que motiven al futuro profesorado y con las que desarrollen destrezas docentes y aprendan recursos que podrán utilizar posteriormente en sus aulas.

Solamente un profesorado motivado y con formación (no solo disciplinar, también didáctica) conseguirá motivar a sus estudiantes, requisito imprescindible para el aprendizaje.

ANEXO I. RÚBRICA

CATEGORÍAS/subcategorías		1	2	3	4	Observaciones
RECURSOS	Realidad aumentada/ recursos tecnológicos	La realidad aumentada/ recursos tecnológicos no se han utilizado en la obra.	La realidad aumentada / recursos tecnológicos se han introducido en la obra pero no encajan bien en el guion ni ayudan a la explicación del contenido científico.	La realidad aumentada/ recursos tecnológicos se han introducido en la obra pero apenas mejoran la calidad de esta o ayudan a la explicación del concepto científico tratado.	La realidad aumentada/ recursos tecnológicos se han introducido en la obra mejorando la calidad de esta y ayudando a la explicación del contenido científico.	
	Experimentación	El recurso de la experimentación no se ha utilizado en la obra.	El recurso de la experimentación se ha introducido en la obra, pero de forma que no encaja bien en el guion ni ayuda a la explicación del contenido científico.	El recurso de la experimentación se ha introducido en la obra, pero apenas mejora la calidad de esta o ayuda a la explicación del contenido científico.	El recurso de la experimentación ha sido introducido en la obra mejorando la calidad de esta y ayudando a la explicación del concepto científico.	
TRABAJO GRUPAL		El desarrollo de la representación depende de un miembro del grupo y los demás siguen sus indicaciones.	Pocos miembros del grupo conocen la representación, guiando a los demás para la ejecución de la misma.	La mayoría de los miembros del grupo están activos, con un número reducido que siguen las indicaciones de los demás.	Se aprecia una participación activa de todos los miembros del grupo.	
CONTENIDOS	Adaptación al curso y rigurosidad	Dentro de los contenidos científicos se aprecian errores conceptuales o cursos.	Se ha tenido en cuenta que el contenido pertenezca a una etapa educativa, pero no se ha concretado un curso o cursos en la misma.	Se ha tenido en cuenta que el contenido pertenece al curso seleccionado, pero no se ha ajustado adecuadamente su nivel de profundización.	Se ha tenido en cuenta el nivel curricular del curso elegido, su desarrollo y profundización.	
	Motivación	El contenido científico no está en absoluto integrado con el resto de la obra.	El contenido científico está ligeramente integrado con el resto de la obra.	El contenido científico está motivado por algún elemento de la obra.	El contenido científico está bien motivado por el resto de la obra.	

CONTENIDOS	Transversalidad e interdisciplinariedad	Los contenidos de la obra se limitan al ámbito científico.	Los contenidos incluyen temas transversales pero inconexos dentro del argumento de la obra.	Los contenidos incluyen temas transversales bien conectados en el argumento, pero ningún tema interdisciplinar.	Los contenidos incluyen temas transversales y además presentan aspectos interdisciplinares bien conectados en el argumento.	
COMUNICACIÓN	Expresión oral	Ningún miembro del grupo se expresa con claridad, vocalizando, modulando la voz y empleando un volumen adecuado.	Algunos miembros del grupo no vocalizan/no modulan la voz/ no emplean un volumen adecuado.	La mayoría de miembros del grupo se expresa con claridad, vocalizando, modulando la voz y empleando un volumen adecuado.	Todos los miembros del grupo se expresan con claridad, vocalizando, modulando la voz y utilizando un volumen adecuado.	
	Comunicación no verbal	Algunos miembros del equipo tienen una expresión corporal, un contacto visual y un nivel de entusiasmo que no generan atención en la audiencia.	Algunos miembros del equipo tienen una expresión corporal, un contacto visual y un nivel de entusiasmo que generan atención en la audiencia, pero no se mantiene durante toda la obra.	La mayoría de los miembros del equipo tienen una expresión corporal, un contacto visual y un nivel de entusiasmo que mantiene la atención de la audiencia durante toda la obra.	Todos los miembros del equipo tienen una expresión corporal, un contacto visual y un nivel de entusiasmo que mantiene la atención de la audiencia durante toda la obra.	
CREATIVIDAD	Argumento	No existe un hilo argumental definido. La obra está muy poco trabajada y carece de creatividad, no resulta entretenida ni interesante.	No existe un hilo argumental definido. La obra está poco trabajada, y, aunque tiene algún momento de especial interés, este no se desarrolla correctamente.	Existe un hilo argumental definido. La obra está trabajada, es creativa y en general resulta interesante.	Existe un hilo argumental definido, desarrollándolo de un modo muy creativo. La obra está muy trabajada y mantiene despierto el interés del público en todo momento.	
	Montaje/ escenografía	El montaje y la escenografía son insuficientes, están poco cuidados, no son creativos y no permiten contextualizar la obra.	El montaje y la escenografía están poco cuidados y son poco creativos, pero permiten contextualizar la obra.	El montaje y la escenografía están cuidados. Aunque son poco creativos permiten contextualizar la obra.	El montaje y la escenografía son muy creativos, están muy cuidados y permiten contextualizar la obra.	

RESULTADOS DEL PROYECTO ¿Y SI KEPLER HUBIERA SIDO DEL ATLETI?

Antonio Eff-Darwich Peña

Facultad de Educación, módulo A2, Universidad de La Laguna. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
Instituto de Astrofísica de Canarias. C/ Vía Láctea, s/n. 38205 La Laguna (Tenerife)
adarwich@ull.edu.es

Laureen Vanessa Pérez Pinto

Facultad de Educación, módulo A2, Universidad de La Laguna. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)

Adán Manuel Yanes Gómez

Facultad de Educación, módulo A2, Universidad de La Laguna. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
Colegio Salesiano San Isidro. Plaza Franchy Alfaro, 5. 38300 La Orotava (Tenerife)

Palabras clave: Educación Primaria, Educación Secundaria, astronomía, Kepler, órbitas.

Keywords: Primary Education, Secondary Education, astronomy, Kepler, orbits.

Resumen

Presentamos los resultados iniciales del proyecto financiado por la Sociedad Española de Astronomía ¿Y si Kepler hubiera sido del Atleti? Consiste en un taller, orientado a alumnos de los últimos cursos de Educación Primaria y Educación Secundaria, en el que se explica cómo se traducen las observaciones del Sol y los planetas en el cielo, en el modelo heliocéntrico. El taller reproduce el método de trabajo utilizado por Kepler, pero usando como observaciones las posiciones de Marte y el Sol en momentos importantes de la historia del club de fútbol Atlético de Madrid. La elección de la temática futbolística responde a la premisa de enganchar y promover la curiosidad del alumnado participante en esta actividad. En definitiva, repasamos uno de los grandes momentos de la historia de la ciencia, enfatizando la importancia de la capacidad de observación y análisis de datos (matemáticas, geometría, cálculo...) en el método científico.

Abstract

We present the initial results of the project funded by the Spanish Astronomical Society ¿Y si Kepler hubiera sido del Atleti? It consists of a workshop, aimed at students of the last courses of Primary Education and Secondary Education, in which it is explained how the observations of the sun and the planets in the sky are translated into the heliocentric model. The workshop reproduces the strategy devised by Kepler; but using as observations, the positions of Mars and the Sun at important moments in the history of the football club 'Atlético de Madrid'. The choice of this unusual topic responds to the premise of en-

gaging and promoting the curiosity of the students participating in this activity. In short, we review one of the great moments in the history of science, stressing out the importance of observation and data analysis (mathematics, geometry, calculation, ...) in the scientific method.

ANTECEDENTES

¿Y si Kepler hubiera sido del Atleti? es una actividad que sigue el rumbo académico e investigador en el campo de la enseñanza de las ciencias que lleva a cabo el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad de La Laguna.

El alumnado que cursa las asignaturas de didáctica de las ciencias en estos grados tiene un perfil bastante definido, con un bajo nivel académico en ciencias y matemáticas, lo que implica poca motivación hacia estas ramas del saber. Este comportamiento también se evidencia en las encuestas sobre percepción de la ciencia en España (FECYT, 2014)¹. En la Universidad de La Laguna, los alumnos de los grados en Educación no entran en contacto directo con los centros escolares hasta el tercer curso, por lo que reciben una formación bastante teórica. Además, escasean las actividades de tipo interdisciplinar, lo que conlleva que los alumnos se queden con la idea que los conceptos y habilidades científicas solo se pueden enseñar y aprender desde las áreas científicas.

A fin de corregir estas deficiencias, se han planteado desde el año 2014 una serie de modificaciones en las metodologías de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas impartidas por el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En primer lugar, se da prioridad a las sesiones prácticas en la actividad académica. En estas sesiones, los alumnos de grado realizan actividades de medición, toma de datos, tabulación, realización de gráficas, búsqueda de información, diseño de experimentos simples, de esta manera, el alumnado conoce de primera mano en qué consiste el método científico (Bybee, 2011)² y conecta las asignaturas del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales con áreas hermanas, como puede ser la de Matemáticas.

Los alumnos de grado deben aprender a conseguir evidencias del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que el diseño de actividades didácticas de todo tipo no puede quedar circunscrito al ambiente meramente académico, o sea, deben probarse fuera del aula universitaria y con escolares. Por ello, se han diseñado diversas actividades fuera del aula donde los alumnos de grado pongan a prueba lo aprendido ante alumnos de centros escolares. Entre estas actividades cabe destacar las de ciencia teatralizada (ver *figura 1*), ciencia y música (ver *figura 2*) o los talleres científicos en centros escolares (ver *figura 3*). Todas ellas forman parte de la programación didáctica de las dos asignaturas de Ciencias Experimentales del grado de Educación Primaria y de la asignatura del grado de Educación Infantil.

La puesta en funcionamiento de este concepto más práctico de la Didáctica de las Ciencias ha tenido una gran aceptación por parte del alumnado de grado (como lo demuestran las encuestas de calidad que lleva a cabo la Facultad de Educación de la Universidad de La Laguna), así como por parte de los centros escolares colaboradores y de su alumnado. Poder poner en práctica lo que aprenden en clase y recibir la respuesta de los escolares y los consejos y comentarios de los profesores de los centros escolares es una fuente de información realmente valiosa.

Dentro del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales también se están desarrollando actividades y proyectos propios que poder llevar a cabo y compartir con los docentes de los centros escolares. Estas actividades se diseñan pensando en la utilización del método científico por parte de los alumnos y do-

¹ FECYT (2014). *Informe Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2014* [en línea], disponible en: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2014>, [consultado el 15/04/2017].

² BYBEE, R.W. (2011). Inquiry is essential. *Science and Children*, 48(7), pp. 8-9.

centes, de modo que puedan complementar las programaciones didácticas de los centros escolares. En la *figura 4* se muestra una de estas actividades desarrolladas en el área. Dentro de un globo inflado se introduce una moneda de 2 céntimos de euro. La moneda se pone a girar en el interior del globo cuando este último también se hace girar. La moneda permanece en movimiento, aunque el globo ya no se mueva, simulando el giro de un planeta alrededor del Sol. Los planetas no son atraídos hacia el sol porque gira alrededor de él a una determinada velocidad. La moneda no caerá en el interior del globo mientras esta siga girando. Es una analogía interesante, atractiva y divertida para el alumnado, a la vez que muestra un modelo de sistema solar dinámico, al contrario que las típicas maquetas con bolas de *polyspan* que se realizan en los centros escolares. Esta y otras actividades complementan la programación de los centros, sin que supongan una gran perturbación en los diseños didácticos de estos. Las actividades se trabajan y mejoran con las aportaciones tanto de los docentes como de los alumnos.



Figura 1. Alumnos del grado de educación primaria interpretan a Albert Einstein y sus colaboradores descubriendo los principios de la relatividad.



Figura 2. Alumnas del grado de educación primaria preparadas para explicar la estructura del ADN bailando *swing*, la música de moda en los años 50 del siglo XX, cuando fue descubierto.



Figura 3. Alumnos del grado de Educación Primaria realizando un experimento sobre colores y pigmentos.



Figura 4. Alumnos de un centro de Primaria experimentan con un modelo 3D del sistema solar realizado con un globo y una moneda.

En definitiva, desde el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de La Laguna se ha hecho un enorme esfuerzo para impartir una enseñanza de calidad a los alumnos de los grados de Educación, a la vez que intentamos ofrecer actividades y proyectos científicos a la comunidad educativa. Uno de estos productos es el proyecto ¿Y si Kepler hubiera sido del Atleti?

DESARROLLO DEL PROYECTO

Es un hecho constatado que la astronomía no posee, en el ámbito de la enseñanza primaria y secundaria (BOE, 2014a³; BOE, 2014b⁴), la importancia capital que tiene y ha tenido como motor del conocimiento científico. Es más, su enseñanza (normalmente memorística) suele limitarse a fenómenos tan básicos como las estaciones, las fases de la Luna, los eclipses, las mareas y una visión generalista del sistema solar (Vílchez-González y Ramos-Tamajón, 2015⁵; Domènech-Casal y Ruiz-España, 2017⁶; Palomar y Solbes, 2015⁷). Para empeorar la situación, hay que recalcar la existencia de concepciones erróneas sobre estos fenómenos por parte del propio profesorado (Vega-Navarro, 2001)⁸.

A la inmensa mayoría de los alumnos de todos los niveles educativos se les priva, de esta forma, de comprender de una manera globalizada el universo que nos rodea, la evolución histórica de esa comprensión, la importancia de la astronomía en la historia de la ciencia y la importancia de herramientas como las matemáticas en el diseño del método científico.

Centrémonos en el caso del Sistema Solar; al alumnado se le suele enseñar la concepción heliocéntrica del sistema solar como un paso evolutivo histórico posterior al modelo geocéntrico. Sin embargo, en ningún momento se le muestran datos observacionales que apoyen la actual concepción heliocéntrica. Dicho de otro modo, son pocos los alumnos que sabrían cómo es posible trasladar la observación de la posición de un planeta en el cielo al típico esquema o ilustración del sistema solar como un conjunto de planetas que giran en órbitas elípticas alrededor del Sol.

¿Y si Kepler hubiera sido del Atleti? es un proyecto financiado por la Sociedad Española de Astronomía, que propone explicar la concepción heliocéntrica del sistema solar. Para ello nos transporta al siglo XVII para seguir el trabajo que Johannes Kepler llevó a cabo a la hora de calcular la órbita del planeta Marte (Kleczeck, 1987)⁹.

El método de Kepler se basa en la triangulación y consiste en medir la posición angular de Marte (ángulo geocéntrico) y del Sol (ángulo heliocéntrico) en el cielo en dos épocas distintas separadas entre sí 687 días terrestres. Esa cifra corresponde al año marciano, por lo que Kepler proponía medir la posición de

³ BOE (2014a). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

⁴ BOE (2014b). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

⁵ VÍLCHEZ-GONZÁLEZ J. M. y RAMOS-TAMAJÓN C. M. (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la Educación Primaria española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), pp. 2-21.

⁶ DOMÈNECH-CASAL J. y RUIZ-ESPAÑA. N. (2017). Mission to stars: un proyecto de investigación alrededor de la astronomía, las misiones espaciales y la investigación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), pp. 98-114.

⁷ PALOMAR R. y SOLBES J. (2015). Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), pp. 91-111.

⁸ VEGA-NAVARRO, A. (2001). Tenerife tiene seguro de sol (y de luna): representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 31-44.

⁹ KLECZEK, J. (1987). The Orbit of Mars, as Determined by Kepler. En KLECZEK J. (eds.), *Exercises in Astronomy*. Springer: Dordrecht.

Marte en el cielo cuando este planeta se encontraba en el mismo punto de su órbita (ver *figuras 5 a 9*) y de ahí trasladarlo a un plano donde el Sol ocupa el centro del modelo y los planetas giran en torno a él.

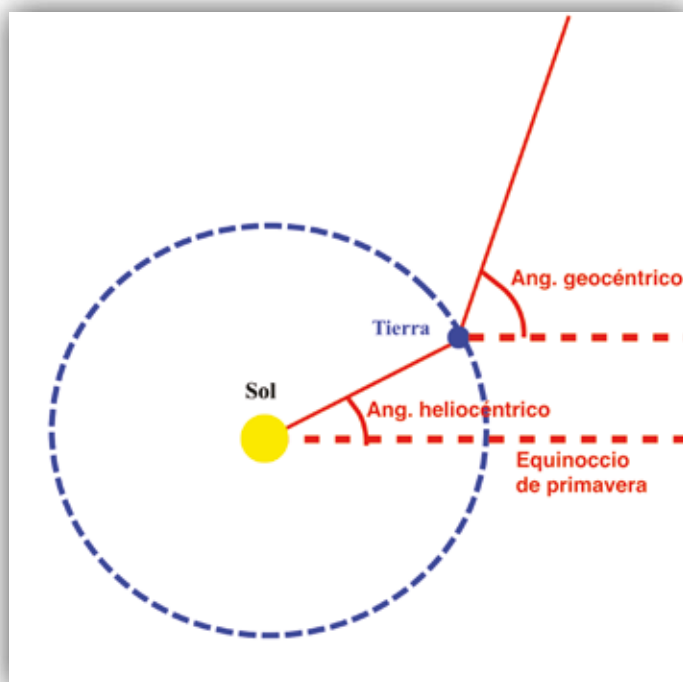


Figura 5. Significado de la medición de los ángulos heliocéntricos y geocéntricos en el contexto del trazado de la órbita de Marte. La línea roja continua apunta a la dirección del planeta Marte en la primera medición.

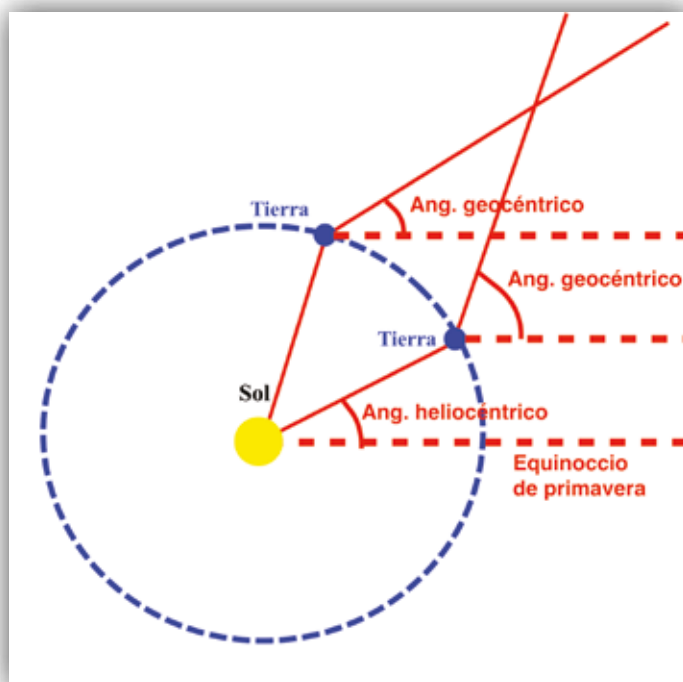


Figura 6. Como continuación del trazado mostrado en la *figura 5*, una segunda línea continua roja indica la dirección donde se encuentra Marte en la segunda medición (687 días después de la primera medición).

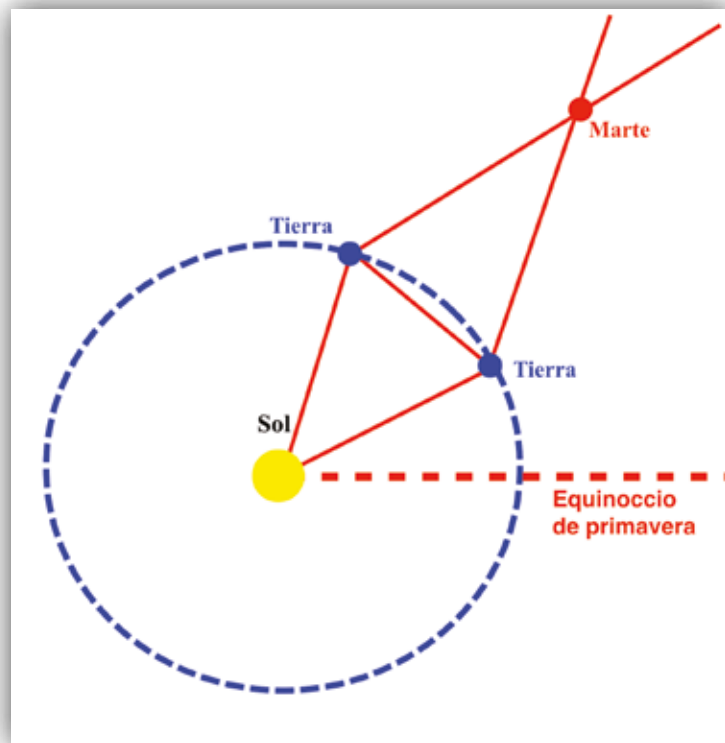


Figura 7. Esquema donde se muestra que la posición de Marte corresponde a la del cruce de las dos líneas continuas que indicaban la dirección de Marte en dos épocas separadas por 687 días.

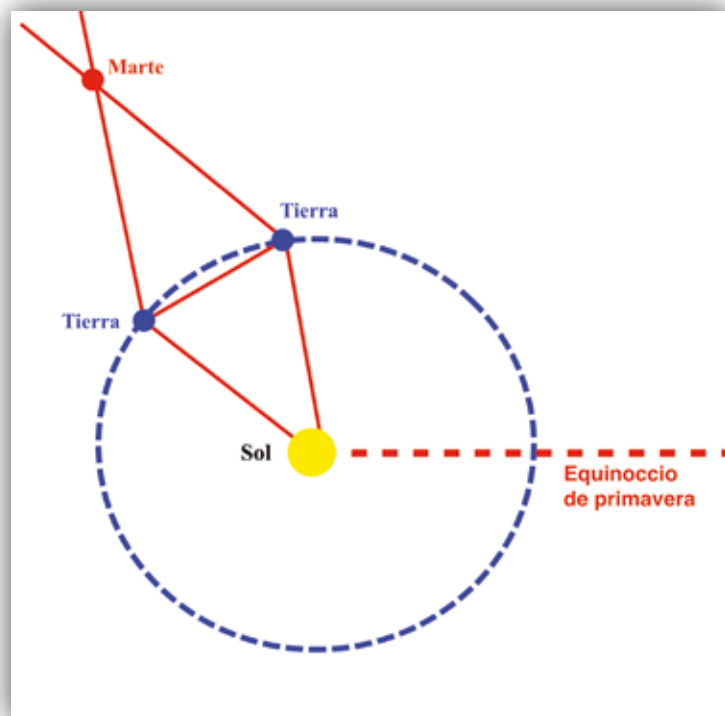


Figura 8. Como en la figura 7, pero usando otro par de épocas separadas por 687 días.

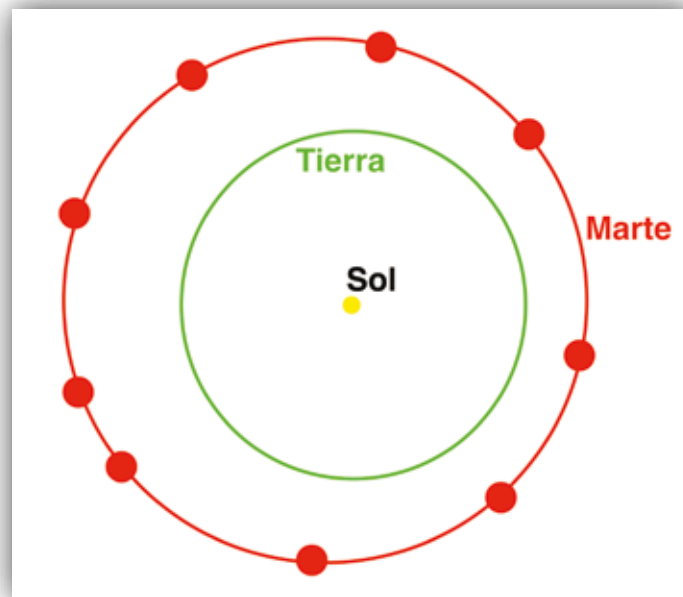


Figura 9. Trazado final de la órbita de Marte al repetir los pasos mostrados en las figuras 5 a 7 en varias épocas distintas.

Dado que este esquema de trabajo debe repetirse para varias fechas, a fin de trazar toda la órbita marciana, hemos decidido hacer coincidir esas fechas con momentos importantes en la historia del equipo de fútbol Atlético de Madrid¹⁰ (tabla 1). De este modo, introducimos en la actividad un elemento innovador; curioso y atrayente, que rompe con el molde más frío que hubiera supuesto elegir fechas al azar.

Para dibujar la órbita marciana siguiendo el esquema de trabajo expuesto en las figuras 5 a 9, este proyecto ofrece al alumnado participante un kit de trabajo que consiste en un marco de corcho donde pegar un folio milimetrado usado para dibujar la órbita marciana y un goniómetro diseñado para esta actividad que permite plasmar los ángulos heliocéntricos y geocéntricos sobre el papel (figura 10).

La primera fase del proyecto, consistente en aprender a trazar la órbita marciana y comprobar que no es circular, sino elíptica, fue probada con 450 alumnos de distintos centros educativos con niveles que van desde 6.º de Primaria a 1.º de Bachillerato (figura 11). De estos alumnos, cerca del 99% no sabían cómo se podía conocer que un planeta como Marte gire en elipses en torno al Sol simplemente observando su posición en el cielo nocturno. Tras la realización de la actividad, prácticamente la totalidad del alumnado comprendió los pasos seguidos para calcular la órbita de Marte. En el cuestionario que se les pasó, se les permitió expresar comentarios libres y es destacable que muchos alumnos estaban asombrados con la relativa sencillez de la metodología y herramientas matemáticas que usó Kepler. Este hecho se ve reflejado en el alto porcentaje de alumnos (un 85%) que encontraron la actividad curiosa, interesante y motivadora. Un 75% opinó que la temática futbolística era muy original y le daba más familiaridad a la actividad.

En el caso de que algún docente quiera usar otro conjunto de fechas (cumpleaños de los alumnos, eventos históricos...) en lugar de las propuestas en la actividad, deberá recalculer los ángulos geocéntricos y heliocéntricos. Para esta tarea se recomienda utilizar Stellarium¹¹, un planetario digital que se instala de manera gratuita en cualquier ordenador.

¹⁰ www.atleticodemadrid.com

¹¹ www.stellarium.org

Efermérides						
Observación	Día	Mes	Año	Geocéntrico	Heliocéntrico	
1	26	4	1903	180	36	Filial del Athletic de Bilbao
	13	3	1905	234	354	
2	21	3	1931	118	0	
	5	2	1933	168	316	
3	20	4	1933	151	30	
	8	3	1935	204	347	
4	4	10	1939	305	191	Pasa a llamarse Atlético Aviación
	21	8	1941	23	149	
5	28	4	1940	79	39	Gana Campeonato de Liga
	16	3	1942	65	357	
6	2	3	1941	280	342	Gana Campeonato de Liga
	18	1	1943	265	299	
7	22	11	1941	12	240	
	10	10	1943	80	197	
8	19	3	1946	108	358	
	4	2	1948	153	315	
9	1	6	1947	39	70	Pasa a llamarse Atlético de Madrid
	18	4	1949	22	29	
10	4	4	1948	138	15	
	20	2	1950	191	332	
11	10	4	1996	13	21	Gana la Liga y Copa
	26	2	1998	356	338	
12	7	5	2000	63	48	Baja a 2ª División
	25	3	2002	47	5	
13	8	9	2001	270	165	
	27	7	2003	340	123	

Tabla 1. Relación de los ángulos geocéntricos y heliocéntricos para 13 pares de mediciones con el correspondiente significado en la historia del Atlético de Madrid.

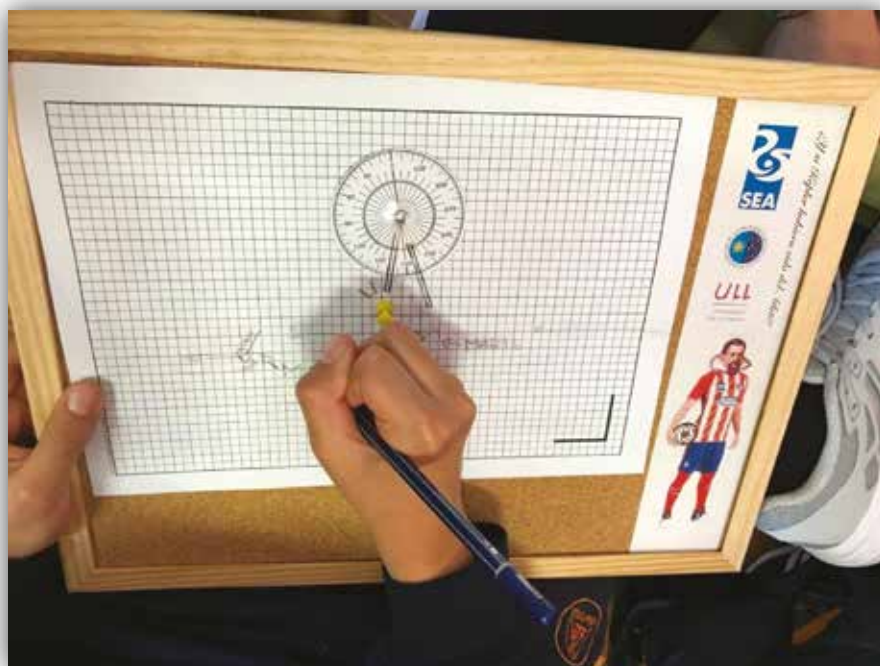


Figura 10. Tabla de corcho con papel milimetrado y el goniómetro diseñados para poder trazar la órbita del planeta Marte.



Figura 11. Alumnos de 4.º ESO realizando la actividad.
Nótese que no es necesario llevarla a cabo en un aula convencional.

CONCLUSIONES

La fase piloto del proyecto, que consistió en probar si los alumnos eran capaces de dibujar la órbita marciana usando las herramientas diseñadas para la actividad, ha sido un éxito. Tal y como demuestran los resultados del cuestionario que se les pasó a los alumnos, el nivel de aceptación de la actividad fue bastante elevado.

Estos resultados iniciales nos animan a seguir con las fases sucesivas del proyecto, entre las que está el diseño de una órbita de vuelo para llevar una nave desde la Tierra a Marte, así como aprender a dibujar elipses en el panel de corcho con hilos y chinchetas. Para Bachillerato se está diseñando una actividad paralela para estudiar los conceptos de cálculo (derivadas e integrales) y cinemática en base a los trabajos posteriores a Kepler llevados a cabo por Newton.

En esta segunda fase también se pedirá la colaboración del profesorado de los centros educativos para anclar curricularmente estas actividades en los distintos niveles educativos. De esta manera involucramos al profesorado en el desarrollo de este tipo de proyectos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del proyecto agradecen a la Sociedad Española de Astronomía (SEA) la subvención recibida para poder llevar a cabo este proyecto durante el curso académico 2017-2018.

DISEÑO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE UNA HERRAMIENTA DE DETECCIÓN DE IDEAS PREVIAS SOBRE SALUD NUTRICIONAL EN BACHILLERATO

Tamara Esquivel Martín, Beatriz Bravo Torija, José Manuel Pérez Martín

*Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación
Universidad Autónoma de Madrid (UAM). 28049 Madrid (España)*

tamara_esquivel_martin@outlook.es

Palabras clave: ideas alternativas, nutrición, alfabetización científica, bachillerato, cuestionario.

Keywords: misconceptions, nutrition, scientific literacy, high school, questionnaire.

Resumen

Diversos estudios demuestran dificultades en el alumnado al aprender contenidos relacionados con la nutrición y la salud desde el siglo pasado. Para poder detectarlos se diseñó e implementó un cuestionario de respuesta abierta en un aula de 1.º de Bachillerato en el curso 2016-2017 y se analizaron los resultados obtenidos. Estos mostraron que los estudiantes no relacionan en absoluto nutrición con metabolismo celular; la mayoría solo contemplan la función energética de los alimentos, considerando, por ejemplo, las grasas insanas. Esto podría deberse al método de enseñanza tradicional, a la influencia de los medios de comunicación, y/o a que sigue recurriéndose al aprendizaje memorístico de los contenidos para la superación del examen.

Abstract

Several studies have shown that students suffer difficulties learning contents related to nutrition and health since the last century. In order to detect their current misconceptions, an open response questionnaire was designed and implemented in a classroom of eleventh grade in the 2016-2017 academic year. The results were analyzed. That analysis showed that students do not relate nutrition at all with cellular metabolism, most of them only consider the energetic function of food, consider fats unhealthy, or believe in nutritional myths. This could be due to the traditional teaching method, the influence of the media, or memorizing the contents to pass the exam.

INTRODUCCIÓN

El trinomio nutrición-alimentación-salud, en relación con el metabolismo y la actividad física, constituye un contenido esencial de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato. Su recurrencia en el currículo de las asignaturas de Ciencias Naturales de dichas etapas educativas, y en niveles superiores, a lo largo

de las distintas leyes educativas, manifiesta su relevancia. En los primeros cursos de la ESO (1.º y 3.º) se trabajan contenidos como la diferencia entre nutrición y alimentación; la relación de cada nutriente con la función desempeñada en el organismo; diseño de hábitos nutricionales saludables; o la identificación de los distintos órganos, aparatos y sistemas implicados en la función de nutrición. Después de 4.º de ESO, si elige la asignatura de Biología y Geología como troncal, el alumno debe diferenciar la respiración celular de la respiración como simple intercambio gaseoso, explicando el significado biológico de la primera.

Existen dificultades en los estudiantes al comprender algunos de los contenidos mencionados anteriormente, lo que podría deberse a que el alumnado no convive solo con «la ciencia de los científicos»; sino también con la «ciencia» de la publicidad, la prensa, la televisión, el cine o internet; dificultándose aún más el control de su aprendizaje si no se fomenta el sentido crítico.

Con el fin de mejorar los aprendizajes es crucial detectar las ideas alternativas de los alumnos, entendidas como errores conceptuales¹. Un recurso muy utilizado son los cuestionarios, la mayoría de ellos caracterizados por contener preguntas de respuesta cerrada (tipo test o Likert), y en los casos en que se incluyen ítems de respuesta abierta, no presentan enfoques sociocientíficos que impliquen el uso de pruebas o la toma de decisiones ante problemáticas cotidianas como la selección de una dieta adecuada. En este trabajo, en el cuestionario propuesto, se incluye este tipo de preguntas dado que se considera que proporcionan más información al docente sobre las ideas previas de los estudiantes, ya que exigen la puesta en marcha de destrezas científicas como el análisis, el pensamiento crítico y/o la argumentación a partir de los datos utilizados en la construcción de la respuesta.

Por ello, los objetivos de nuestro trabajo se han centrado en: a) elaborar una herramienta de detección de ideas previas con ítems de preguntas abiertas sobre controversias sociocientíficas relacionadas con la nutrición; y b) analizar las respuestas de los estudiantes identificando qué ideas alternativas persisten en un curso como 1.º de Bachillerato, en el que previamente ya se han abordado muchos contenidos, y cuáles han sido superadas.

MARCO TEÓRICO

Es indiscutible que la presencia en nuestra sociedad de la ciencia y la tecnología es cada día mayor. Así, sus habitantes, no convivimos solo con «la ciencia de los científicos» en los centros educativos; sino que en nuestra vida cotidiana también están muy presentes la «ciencia publicitaria»² la «ciencia de las noticias de la prensa», la «ciencia de las películas o series televisivas» y «la ciencia de internet», entre otras. El uso de la ciencia como fuente de autoridad a todos los niveles lleva a que no podamos controlar el aprendizaje de nuestro alumnado, y a que este se encuentre lleno de contradicciones y sea absolutamente heterogéneo³. El ejercicio responsable de la ciudadanía exige con frecuencia unos conocimientos básicos, para lo cual es necesario fomentar la alfabetización científica de la sociedad desde los centros educativos, y que así los alumnos logren trasladar los conocimientos aprendidos en clase a situaciones del día a día. No podemos, de ninguna manera, obviar la existencia de esas ciencias y pseudociencias fuera del aula, ya que es evidente que los estudiantes no son impermeables a ellas, sino todo lo contrario, pues a veces les resultan incluso más crebles.

¹ ROMERO LÓPEZ, M. C., JIMÉNEZ TEJADA, M. P., y BRAVO TORIJA, B. (2014). ¿Qué saben los alumnos del grado de Nutrición Humana y Dietética sobre las funciones de los alimentos y nutrientes? *Actas 26 de Encuentro de Didáctica de Ciencias Experimentales*, pp. 489-497.

² 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), pp. 155-169.

³ PRO, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En CAÑAL DE LEÓN, P. (ed.), *Didáctica de la Biología y Geología*. Barcelona, Graó, pp. 9-28.

No hay duda tampoco de que la adolescencia se considera un periodo vulnerable desde el punto de vista nutricional, tanto por la necesidad de un aumento en el aporte calórico-nutricional como por los cambios en el estilo de vida y hábitos alimentarios propios de la edad⁴. Estos últimos son un punto crítico, pues la adquisición de malos hábitos como alimentarse de manera deficiente recurriendo a dietas milagrosas o, por el contrario, consumiendo ingentes cantidades de alimentos, podría desembocar en graves trastornos del comportamiento alimentario como son la anorexia nerviosa, la bulimia o la obesidad.

En relación con la formación en Ciencias de la población española, siguen existiendo multitud de falsas creencias en relación con la actividad física y la alimentación que ya han sido descritas como ideas alternativas de estudiantes de diferentes niveles educativos. Una de ellas está relacionada con un contenido recurrente en los currículos de la legislación actual, como es el papel preponderante y casi exclusivo que se le atribuye al estómago en el proceso de la digestión⁵.

Por otro lado, la comprensión de conceptos a nivel microscópico suele tener mayores dificultades debido al alto nivel de abstracción requerido. Tanto es así que diferentes autores describen que los alumnos presentan una escasa comprensión del lugar donde se realiza la respiración, ubicándola, por lo general, en el pulmón y la tráquea⁶, o exclusivamente en células del sistema respiratorio⁷. Esta situación tiene relación con que los estudiantes entienden por respiración celular el simple intercambio gaseoso con el medio sin comprender que esta se lleva a cabo en cada una de nuestras células^{6,8}. Esto estaría evidenciando la imposibilidad de pensar en términos microscópicos, ya que en pocos casos mencionan a las mitocondrias como el compartimento donde se realiza este proceso⁹, ni reconocen al aparato respiratorio como un mero intermediario del mismo.

En su conjunto, estas ideas previas basadas en rasgos observables inducen razonamientos que les hacen pensar que los vegetales no respiran por carecer de aparato respiratorio, a diferencia de los animales¹⁰. Asimismo, las situaciones anteriormente descritas ponen de manifiesto la idea alternativa de que la respiración no es el proceso productor de energía para las células^{8,11}, y los alumnos piensan que solo algunas células producen energía¹².

Por otro lado, a nivel bioquímico podemos destacar cuestiones relacionadas con el dolor asociado a las agujetas, ya que incluso los libros de texto indican que se producen por la acumulación de cristales de ácido láctico, y que estas desaparecen o se previenen tomando agua con azúcar. Sin embargo, varias investigaciones han demostrado que el ácido láctico no es el responsable del dolor muscular posesfuerzo

⁴ MESANA GRAFFE, M. I. (2013). Alimentación en adolescentes: valoración del consumo de alimentos y nutrientes en España: Estudio AVENA. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza [en línea], disponible en: <https://bit.ly/2O9IRU>.

⁵ NÚÑEZ, F., y BANET, E. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. *International Journal of Science Education*, 19(5), pp. 509-526.

⁶ SONGER, C., y MINTZES, J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in College Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), pp. 621-637.

⁷ ALPARSIAN, C., TEKKAYA, C. y GEBAN, Ö. (2003). Using the conceptual change instruction to improve learning. *Journal of Biological Education*, 37(3), pp. 133-137.

⁸ GARCÍA ZAFORAS, A. M. (1991). Estudio llevado a cabo sobre las representaciones de la respiración celular en los estudiantes de bachillerato y COU. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), pp. 129-134.

⁹ LAVOIE, D. (1997). Using a modified concept mapping strategy to identify students' alternative scientific understandings of Biology. *Paper presented at the 1997 Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Illinois, March 21-24.

¹⁰ STAVY, R., EISEN, Y., y YAAKOBI, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1), pp. 105-115.

¹¹ GAYFORD, C. G. (1986). Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. *European Journal of Science Education*, 8(4), pp. 443-450.

¹² DREYFUS, A., y JUNGWIRTH, E. (1988). The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education*, 10(2), pp. 221-229.

de aparición tardía (DOMS), sino la práctica de actividades donde predominan las contracciones excéntricas, al producirse microrroturas en la unión músculo-tendinosa, así como en los tejidos conjuntivos^{13,14}. A pesar de que esto se publicó hace más de 30 años, estas creencias erróneas persisten en los estudiantes, lo que puede deberse a la influencia de las fuentes de aprendizaje no formales como anuncios, programas de televisión, dibujos animados o la familia¹⁵.

A escala macroscópica, se ha descrito que los estudiantes de toda la Educación Primaria y la ESO utilizan con mucha frecuencia los términos de *alimentación* y *nutrición* indistintamente como sinónimos¹⁶, cuando en realidad describen dos procesos ligados pero diferentes. Lo que pone de manifiesto que la nutrición es un concepto difícil de comprender, pues demanda cierto nivel de abstracción y generalización para aprenderlo. Esto conlleva dificultades para adquirir una visión sintética del término que los ayude a entender la importancia de una alimentación equilibrada dentro de lo saludable¹⁷. Por ello, los estudiantes no disponen de una idea unificada en la que se integren las funciones de los distintos sistemas, así como el reconocimiento de la nutrición como una de las funciones vitales, asociada con el metabolismo celular y el intercambio de materia y energía con el medio, con la consiguiente transformación del mismo^{18,19}.

Por otro lado, otros trabajos han señalado que los estudiantes tienen problemas para explicar las funciones de los nutrientes en el cuerpo, siendo la energética la más conocida y fácil de identificar^{17,18}, mientras que la plástica y la reguladora son casi ignoradas, y apenas se relacionan con el crecimiento y con la salud¹⁷. Del mismo modo, los estudiantes de Secundaria asignan un papel positivo a vitaminas y proteínas, y negativo a grasas, sin considerar que lo realmente importante es el balance entre la cantidad ingerida y consumida en conjunto de cada una de ellas^{17,18}. Esto conduce a pensar que dichos nutrientes no deben ser ingeridos, ya que la única función que tienen es la de engordar, si bien es cierto que mantienen que las grasas vegetales serían más sanas que las animales²⁰.

También se ha detectado que los estudiantes asocian tener que llevar una dieta equilibrada con el tratamiento de enfermedades, y con personas de avanzada edad. Por ello, los alumnos de ESO manifiestan dificultades a la hora de elaborar una dieta equilibrada, siendo incluso más frecuente esta idea en los alumnos de cursos superiores¹⁷. En este contexto y debido a que a diario nos bombardean con frases del estilo: «Adelgaza en una semana», «Elimina esos kilos de más» o «Reduce tu cintura», que promueven dietas milagrosas para perder peso de forma rápida y sencilla, es imprescindible informar de que lo que verdaderamente funciona es seguir una dieta equilibrada y sobre todo saludable, combinada con ejercicio físico. Según la Estrategia NAOOS (Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad) puesta en marcha por el Ministerio de Sanidad y Consumo en el año 2005, cada vez aparecen un mayor

¹³ MCARDLE, W., KATCH, V., y KATCH, P. (1986). *Fisiología del ejercicio: energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid. Alianza Deporte.

¹⁴ DROBNIC, F. (1989). Las agujetas, ¿una entidad clínica con nombre inapropiado? (Mecanismos de aparición, evolución y tratamiento). *Apuntes Educación Física y Deportes*, XXVI, pp. 125-134.

¹⁵ LÓPEZ MIÑARRO, P.A., y GARCÍA, A. (2000). Análisis de mitos o creencias erróneas sobre ejercicio físico y salud en Secundaria y Bachillerato. *ÁSKESIS*, 3(10).

¹⁶ CUBERO, R. (1998). Aprendizaje de la digestión en la enseñanza primaria. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 16, pp. 33-43.

¹⁷ RIVADULLA-LÓPEZ, J. C., GARCÍA-BARROS, S., y MARTÍNEZ-LOSADA, C. (2016). Historia de la Ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), pp. 53-66.

¹⁸ MEMBIELA, P., y CID, M. C. (1998). Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), pp. 499-511.

¹⁹ RIVAROSA, S., y DE LONGHI, A. (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), pp. 534-552.

²⁰ PIPERAKIS, S. M., PAPANIMITRIOU, V., ZAFIROPOULOU, M., PIPERAKIS, A. S., y ZISIS, P. (2007). Dietary habits of Greek primary school children. *Journal of Science Education and Technology*, 16(3), pp. 271-278.

número de dietas cuyo fin es perder peso sin ningún tipo de esfuerzo, que conllevan una restricción tanto calórica como nutritiva severa. Por ello, pueden tener repercusiones peligrosas en nuestra salud²¹.

Estas y otras muchas ideas alternativas existen a diario en nuestros estudiantes y en la población general y, aunque algunas no son contenidos obligatorios en el currículo, deberíamos conocerlos, pues en ciertos casos solo suponen un problema de alfabetización científica, pero en otros pueden resultar peligrosos para la salud si se llevan a la práctica. Por ello, uno de los objetivos generales de la enseñanza es hacer que desaparezcan esas creencias sin una base científica real³. Con todo ello se persigue que el estudiante aprenda a aprender, y sea capaz de adquirir de forma autónoma la actitud crítica que le permita orientarse e interactuar en el mundo tan cambiante en el que vive. Esto enmarca a la alfabetización científica en el contexto de la Educación para la Justicia Social²². Teniendo en cuenta todo lo anterior, en este trabajo presentamos el diseño justificado de un cuestionario que persigue evaluar el conocimiento del alumnado en torno a contenidos de alimentación y nutrición ya mencionados en la literatura, considerando las ideas alternativas expuestas, y buscando poder identificar si se encuentran o no en los estudiantes que participan en el estudio.

METODOLOGÍA

PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

El cuestionario se implementó en un instituto público de la Comunidad de Madrid, con 26 estudiantes (50% de cada sexo) de 16 y 17 años que cursaban la asignatura Anatomía Aplicada (específica) de 1.º de Bachillerato (54% de Humanidades y 46% de Ciencias). El estudio se centró en el bloque 5 del currículo para esta materia: «Procesos metabólicos de obtención de energía»²³.

PRINCIPIOS DE DISEÑO DEL CUESTIONARIO PARA LA DETECCIÓN DE IDEAS ALTERNATIVAS

La metodología llevada a cabo para la formulación de los ítems del cuestionario se basó en la revisión de las ideas previas del alumnado señaladas en la literatura abordada en el apartado anterior. Se seleccionaron las ideas alternativas más relevantes de los diferentes estudios consultados (*tabla 1*), por aparecer en estudiantes de diferentes niveles educativos (incluso el universitario). A partir de dicha selección, se diseñaron preguntas cuyas respuestas permitieran detectar la existencia de esas ideas alternativas, alejadas de las aceptadas por la comunidad científica, en los participantes del estudio.

El tipo de preguntas realizado buscaba ser predominantemente abierto, dado que son las que realmente nos interesan en el ámbito de una ciencia escolar que aspira a que el alumnado sea competente en lo que a pensamiento científico se refiere²⁴. En su elaboración se trató de primar la claridad y sencillez de los ítems para no dar lugar a sesgos y resultados no deseados. También se incluyeron imágenes para reflexionar sobre su contenido, así como preguntas en las que se pedía la elaboración de dibujos, pues estos son considerados un buen instrumento de evaluación del aprendizaje en Ciencias²⁵.

²¹ SANZ GIL, J. J. (2016). Una aproximación a la realización de dietas milagros en los adolescentes. *Trances*, 8(6), pp. 421-436.

²² MURILLO, F. J. y HERNÁNDEZ-CASTILLA, R. (2011). Hacia un concepto de Justicia Social. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 9(4), pp. 7-23.

²³ DECRETO 52/2015, de 21 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo del Bachillerato. BOCM 120, 22 de mayo de 2015.

²⁴ CHAMIZO, J. A., e IZQUIERDO, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 51, pp. 9-19.

²⁵ AINSWORTH S., PRAIN V., y TYTLER R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333, pp. 1096-1097.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO

Para el análisis de resultados, seguimos una metodología de análisis de contenido²⁶ mediante la que evaluamos las argumentaciones construidas por los 26 estudiantes para responder el cuestionario. En base a las respuestas correctas (es decir, adecuadas desde el punto de vista de la ciencia escolar), se analizó si los estudiantes divergían de ellas y se acercaban más a las ideas alternativas identificadas en la literatura, categorizando sus respuestas en dos grupos (si presenta o no presenta la idea alternativa), y calculando el porcentaje de alumnas y alumnos que las presentaban sobre el total. Las ideas alternativas (IA) presentes en la literatura que se pretendían detectar se exponen en la *tabla 1*.

IDEAS ALTERNATIVAS		REFERENCIAS
IA.1	El consumo de agua con azúcar previene las agujetas.	LÓPEZ MIÑARRO, P.A., y GARCÍA, A. (2000).
IA.2.1	Los vegetales no respiran, solo hacen la fotosíntesis.	STAVY, R., EISEN, Y., y YAAKOBI, D. (1987).
IA.2.2	La respiración de los vegetales es la fotosíntesis.	
IA.2.3	Los vegetales solo respiran de noche.	
IA.3	La respiración celular se realiza en lugares distintos a la mitocondria.	LAVOIE, D. (1997).
IA.4	La respiración celular es el intercambio gaseoso a través de los pulmones.	SONGER, C., y MINTZES, J. (1994); GARCÍA ZAFORAS, A. M. (1991).
IA.5	Alimentación y nutrición son lo mismo.	CUBERO, R. (1998).
IA.6	El hierro de origen vegetal es mejor que el animal.	MURILLO-GODÍNEZ, G., y PÉREZ-ESCAMILLA, L. M. (2017) ³⁰ .
IA.7	La vitamina C desaparece minutos después de exprimir el zumo.	
IA.8	El sudor ayuda a perder grasa.	LÓPEZ MIÑARRO, P.A., y GARCÍA, A. (2000).
IA.9	Los alimentos solo tienen función energética.	RIVADULLA-LÓPEZ, J. C., GARCÍA-BARROS, S., y MARTÍNEZ-LOSADA, C. (2016); MEMBIELA, P., y CID, M. C. (1998).
IA.10	La nutrición no se relaciona con el metabolismo celular.	MEMBIELA, P., y CID, M. C. (1998); RIVAROSA, S., y DE LONGHI, A. (2006).
IA.11	La dieta solo sirve para adelgazar, y se recomienda a partir de cierta edad.	RIVADULLA-LÓPEZ, J. C., GARCÍA-BARROS, S., y MARTÍNEZ-LOSADA, C. (2016); MEMBIELA, P., y CID, M. C. (1998).
IA.12	Dieta equilibrada y saludable es lo mismo.	
IA.13	Demonización de las grasas como insanas.	
IA.14	Creencia en las dietas milagro de los medios de comunicación.	SANZ GIL, J. J. (2016).

Tabla 1. Listado de las 14 ideas alternativas que se buscaba detectar en el alumnado, junto a las referencias de los artículos de la literatura en las que se ha comprobado su existencia en estudiantes de diversos niveles educativos.

Para analizar los dibujos de la última pregunta del cuestionario se categorizaron en 4 grupos, en función del nivel de conocimiento del alumnado (deficiente, escaso, básico, alto), atendiendo específicamente a las partes dibujadas del aparato digestivo, a las partes rotuladas, y a su ubicación y relación espacial.

²⁶ BARDIN, L. (1996). *El análisis del contenido* (2.ª ed.). Madrid. Akal.

²⁷ MURILLO-GODÍNEZ, G., y PÉREZ-ESCAMILLA, L. M. (2017). Los mitos alimentarios y su efecto en la salud humana. *Medicina interna de México*, 33(3), pp. 392-402.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO DISEÑADO

En base a la búsqueda bibliográfica y a las ideas alternativas seleccionadas de la literatura, se elaboró, en respuesta al primer objetivo de nuestro trabajo, un cuestionario abierto con un total de 11 preguntas abiertas, disponible en el siguiente enlace: <https://drive.google.com/open?id=1-JrwqOs8qI-il7sgBH0Hrj9dAve6Plsh>.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CUESTIONARIO Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario en el aula fueron analizados relacionándolos con las ideas alternativas a detectar (*tabla 1*), como se muestra en la *tabla 2*.

PRESENCIA DE IDEAS ALTERNATIVAS EN LA MUESTRA				
Idea alternativa	En el total (%)	En chicos (%)	En chicas (%)	Ejemplo de respuesta con IA
IA.1	26,9	7,7	19,2	«Que se tome un agüita con azucar y haga más ejercicio».
IA.2.1	65,4	30,8	34,6	«Los vegetales hacen la fotosíntesis y dentro de este proceso respiran, hacen la fotosíntesis todo el día y respiran de noche. Los animales no hace la fotosíntesis y respiran siempre».
IA.2.2				
IA.2.3				
IA.3	34,6	15,4	19,2	«Membrana plasmática [de] globulos rojos y arbeolos».
IA.4	15,4	11,5	3,9	[La respiración celular sirve] «para el transporte de oxigeno por la sangre y dióxido de carbono».
IA.5	23,0	11,5	11,5	Se señaló verdadero en el test (4c). «La función de nutrición es un proceso de alimentación que ocurre de forma involuntaria al ingerir alimentos de forma voluntaria por la cual obtienes nutrientes».
IA.6	57,7	11,5	46,2	Se señaló falso en el test (4d). Las lentejas y las espinacas aportan «más» hierro que las almejas.
IA.7	30,8	19,2	11,5	Se señaló verdadero en el test (4e). «Se oxidan las vitaminas».
IA.8	26,9	19,2	7,7	Se señaló verdadero en el test (4f). «Sí, estoy de acuerdo».
IA.9	73,1	34,5	38,5	«La alimentación es el proceso voluntario de nutrición en el cuál a partir de los alimentos se obtienen nutrientes cuyas funciones son involuntarias, como aportar energía a nuestro cuerpo».
IA.10	100,0	50,0	50,0	«No existe relación alguna entre lo comido y la respiración».
IA.11	53,8	34,6	19,2	«De los 30 años porque se frena el metabolismo».
IA.12	26,9	7,7	19,2	«Izquierdo si y derecho si Si son igual de saludables».
IA.13	15,4	15,4	0,0	«Cuanta menos grasa se coma es mas saludable, pero eso no significa que no puedas comerlas de vez en cuando».
IA.14	3,8	3,8	0,0	«Si viera con mis propios ojos que la dieta tuvo efecto en algún conocido o amigo, tal vez me plantearía hacerla».

Tabla 2. Presencia de ideas alternativas en el alumnado. El porcentaje de presencia de las ideas dividido por sexos se muestra en función del total de alumnos que manifiestan la idea. Las respuestas utilizadas como ejemplo son literales de los estudiantes, incluyendo los errores ortográficos.

Su análisis nos muestra que, a pesar de haber superado la ESO, la mayoría de los estudiantes siguen sin aprender de forma duradera y funcional muchos de los contenidos y destrezas o competencias que tratamos de enseñarles en las aulas de Ciencias^{2,27}. En este sentido, no relacionan en absoluto nutrición con metabolismo celular; así como contemplan únicamente la función energética de los alimentos, como ya señalaban en 1998 Membiela y Cid¹⁸. Tienen serios problemas para entender la finalidad de la respiración celular; confundiendo con el intercambio gaseoso y con la propia fotosíntesis vegetal^{8,11}. Además, más de la mitad creen en la inigualable cantidad de hierro de las espinacas, quizá influenciados por dibujos animados como *Popeye*, o consideran que existe una edad mínima recomendable para iniciar una dieta; asociando dicho concepto a una medida de adelgazamiento, propia de edades avanzadas. Pocos son los que reparan en su importancia a lo largo de toda la vida, si entendemos dieta como hábitos alimenticios saludables. Estos hallazgos van en la línea de lo expuesto recientemente en la literatura¹⁷. Un porcentaje también considerable de los estudiantes cree en mitos nutricionales y del deporte, como que el zumo de naranja se queda sin vitaminas si no se consume al instante de exprimirlo, o que el agua con azúcar combate las agujetas¹⁵. No obstante, por fortuna, la mayoría se mantienen escépticos ante las dietas milagro.

En base a lo anterior, podemos deducir que las preguntas abiertas permiten a los docentes detectar las ideas alternativas del alumnado con un nivel de profundidad mayor que al utilizarse cuestionarios tipo test o de escala Likert. Esto se debe a que a la hora de argumentar se utilizan pruebas que permiten extraer las concepciones de los estudiantes²⁴. Cuando se incluyen contextos de la vida cotidiana en el enunciado de las preguntas (a través de imágenes, noticias de prensa o situaciones reales), el alumnado pone de manifiesto dificultades a la hora de relacionarlos con procesos que tienen lugar a nivel microscópico en el organismo, entre otros contenidos de Ciencias.

Si analizamos, además, los dibujos realizados por los estudiantes para responder a la decimoprimer pregunta del cuestionario, nos encontramos con los siguientes resultados:

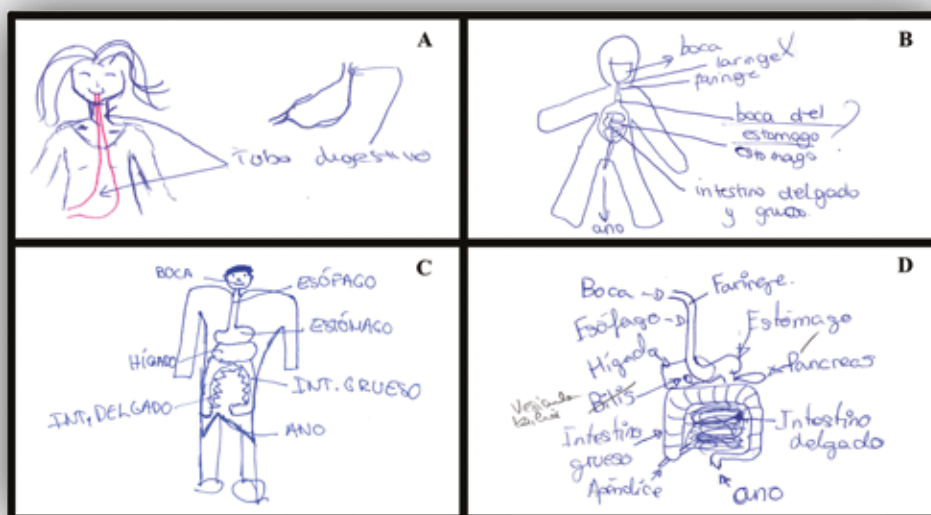


Figura 1. En las imágenes aparecen los dibujos rotulados de los estudiantes, que en ocasiones presentan modificaciones realizadas durante la corrección de los cuestionarios. La figura muestra ejemplos de ilustraciones asociadas a las categorías de niveles de conocimiento deficiente (A), escaso (B), básico (C) y alto (D) para la muestra estudiada.

En la figura 1 se observa una progresión en el nivel de conocimiento del alumnado, desde el nivel más bajo si se omiten las respuestas en blanco, categorizado como deficiente (figura 1A), hasta el más alto encontrado en la muestra de estudiantes (figura 1D). Si atendemos a los descriptores seleccionados para su análisis, vemos cómo en la primera imagen (figura 1A) el autor desconoce por completo las partes del aparato digestivo, rotulando únicamente como parte al propio «tubo digestivo». En dicho dibujo se pue-

de inferir la concepción alternativa del alumno o alumna, que considera al estómago como órgano principal, aunque no sea nombrado⁵.

Si pasamos a la *figura 1B*, categorizada como nivel de conocimiento escaso, vemos cómo el estudiante refleja un conocimiento más amplio en lo que a nombres de partes del aparato digestivo respecta. No obstante, manifiesta serios problemas a la hora de ubicarlas espacialmente en el dibujo, y rotula algunas erróneas como la boca del estómago o la laringe, que solo interviene en la función de respiración.

En la *figura 1C* se pone de manifiesto un nivel de conocimiento básico, donde se observa ya el nombre de una glándula aneja, el hígado. No obstante, el dibujo sigue presentando bastantes errores anatómicos de forma y ubicación de los órganos (por ejemplo, posición hígado-estómago). Se percibe la idea de continuidad de las partes en todos ellos (*figuras 1A, B y C*), pero no se representa de forma correcta.

Finalmente, la *figura 1D*, responde a un nivel de conocimiento alto en la muestra, por la variedad de partes rotuladas que presenta el dibujo; la forma y disposición a nivel espacial que el estudiante ha otorgado a las mismas; así como por el intento de dotar a los distintos órganos de una conexión, a pesar de no ser clara.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

El diseño del cuestionario presentado en este trabajo con preguntas abiertas y enfoque sociocientífico ha supuesto una ventaja frente a cuestionarios convencionales de preguntas cerradas, los cuales están más próximos al modelo de examen al que están acostumbrados los estudiantes. Así, la herramienta propuesta permite ver cómo son capaces de justificar o defender los alumnos sus respuestas a través de argumentos y dibujos. En este sentido, gracias a las preguntas abiertas, y en base al conocimiento y al uso de los datos del alumnado, se han detectado dificultades a la hora de relacionar situaciones de la vida cotidiana, como el hecho de alimentarse, con procesos que tienen lugar a nivel microscópico en el organismo (bioquímicos, celulares, etc.).

A la luz de lo anterior, se deduce la utilidad del cuestionario diseñado en el proceso de alfabetización científica de los estudiantes, y se pone de manifiesto la necesidad de mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Existen estudios que señalan que los profesores españoles enseñan sobre todo ideas asociadas a los órganos/sistemas; mientras que, en otros países como Portugal, se da mayor importancia al concepto de nutrición a nivel celular. No obstante, y en general, se evalúan menos aspectos que los que se enseñan²⁸; y a pesar de ello, los resultados son alarmantes. Por su parte, los estudiantes muestran con frecuencia desinterés por las ciencias, lo que puede ser consecuencia directa de lo anterior; es decir, las metodologías empleadas en su formación. Por todo ello, consideramos que la educación actual requiere cambios que incluyan la manera en que se organizan los currículos, para que no exista tanta disparidad entre lo que se propone, lo que se enseña, y lo que se aprende.

El siguiente paso de esta investigación consistiría en la elaboración de una propuesta didáctica que mejore la alfabetización científica necesaria para el ejercicio responsable de la ciudadanía en este ámbito, cuyas actividades requieran del manejo de contenidos integrados de distintas áreas de conocimiento y útiles para la vida cotidiana (educación STEM: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

LA UTILIZACIÓN DE IMÁGENES PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DE LOS PROCESOS FORMADORES DEL RELIEVE Y EL MODELADO DEL PAISAJE EN ALUMNOS DE 4.º DE ESO

Elena García Buitrago, Eugenia García García, Manuela Caballero Armenta

Facultad de Educación - Centro de Formación del Profesorado. Universidad Complutense de Madrid, Edificio La Almodena. C/ Rector Royo Villanova, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid
elena.garcia.buitrago@estumail.ucm.es, euggarci@edu.ucm.es, lola.caballero@edu.ucm.es

Palabras clave: relieve, modelado terrestre, imágenes, motivación, paisaje.

Keywords: terrain, modelling processes, images, motivation, landscape.

Resumen

Durante los últimos años se le ha ido restando progresivamente importancia a la Geología en el currículo de Secundaria, lo que puede llegar a influir negativamente en la comprensión de los alumnos sobre la influencia de esta rama de las ciencias en el mundo en el que viven. Con este trabajo se procuró despertar el interés por los procesos que influyen en el modelado terrestre en estudiantes de 4.º de ESO; para ello se utilizaron imágenes reales y actividades basadas en el análisis de paisajes o formas de relieve representativas de los diversos tipos de modelado. Los resultados mostraron una clara mejoría en la identificación de las formas de relieve y en la comprensión de los procesos demostrada por un enriquecimiento del vocabulario geológico y en la capacidad de descripción de paisajes.

Abstract

In these last years, the importance given to Geology in secondary curriculum is steadily decreasing, and this may have a negative impact in students' comprehension about the influence this Science area has in the world they are living in. In this paper, we tried to stimulate the interest of 4 ESO students about processes that affect the landform, using real images and activities based on the analysis of landscape and representative terrain forms of the different types of earth modelling. Results showed a clear improvement in assimilation landform identification and modelling processes comprehension, showed by an enrichment of the geological vocabulary and the landscape description abilities.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Hoy en día, los alumnos, al acabar la ESO, demuestran tener un bajo conocimiento en Geología. La progresiva reducción de los contenidos geológicos en la Enseñanza Secundaria (Brusi, Roqué y

Mas-Pla, 2013¹; Calonge, 2013²; Pedrinaci, 2006³), la falta de docentes especializados y el escaso interés de los alumnos y su falta de curiosidad por esta rama de las ciencias naturales (Pedrinaci, 2012⁴; Pozo, 2000⁵; Sanz, Zamalloa, Echevarría, Maguregi, Fernández, y Casas, 2016⁶), entre otras razones, repercute negativamente en la formación de los alumnos.

A menudo, para trabajar los temas sobre geodinámica externa, los libros de texto emplean sencillos dibujos o esquemas que representan procesos geológicos concretos o determinadas formas del relieve. Los estudiantes son capaces de entender procesos aislados a partir de esquemas, pero les resulta muy difícil aplicar este conocimiento cuando trabajan con imágenes reales. Por ejemplo, durante la realización del presente trabajo se observó cómo eran capaces de entender el proceso de gelifración a partir de un dibujo esquemático donde se observaba el crecimiento del hielo en las grietas, la fracturación de las rocas y su desprendimiento formando derrubios, mientras que al presentarles una imagen real de una zona de canchales al pie de un relieve rocoso fueron incapaces de indicar correctamente qué estaban viendo.

Trabajar con fotografías los contenidos geomorfológicos frente a hacerlo con esquemas o dibujos no solo ayuda a mejorar la adquisición de conocimientos, sino que también influye positivamente en el desarrollo de otras habilidades como la observación, el pensamiento deductivo y la descripción (Campanario y Moya, 1999⁷; Silva y Compiani, 2006⁸). Los recursos visuales ayudan al estudiante a comprender procesos o estructuras que serían mucho más difíciles de explicar si no se contara con tal recurso (Silva y Compiani, 2006)⁸. Ahora bien, se requiere tiempo y práctica para que los estudiantes adquieran la habilidad necesaria para observar y describir paisajes, teniendo en ello el docente un papel fundamental (Libarkin y Brick, 2002⁹; Jolley, Jones y Harris, 2013¹⁰).

Además, es necesario hacer una selección rigurosa de las imágenes (Palacios, 2006)¹¹ pues a menudo «las imágenes que se proyectan en el aula no siempre son tan claras como le pueda parecer a un ojo experimentado» (Jolley *et al.*, 2013¹⁰, p. 249).

¹ BRUSI, D., ROQUÉ, C., y MAS-PLA, J. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: Los procesos geológicos externos: las infinitas interacciones en la superficie de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), pp. 181-194.

² CALONGE GARCÍA, A. (2013). Estado actual de la enseñanza de la Geología. *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía* 17, p. 11.

³ PEDRINACI, E. (2006). Geología en la ESO: otra oportunidad perdida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(3), pp. 194-201.

⁴ PEDRINACI, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), pp. 133-140.

⁵ POZO, J. I. (2000). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?: el caso de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(1), pp. 13-19.

⁶ SANZ, J., ZAMALLOA, T., ECHEVARRÍA, I., MAGUREGI, G., FERNÁNDEZ, L., CASAS, N. (2016). 27 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Badajoz, pp. 1481-1489.

⁷ CAMPANARIO, J. M., y MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 179-192.

⁸ SILVA, F. K. M. D., y COMPIANI, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp. 207-217.

⁹ LIBARKIN, J. C., y BRICK, C. (2002). Research methodologies in Science Education: visualization and the geosciences. *Journal of Geoscience Education*, 50(4), pp. 449-455.

¹⁰ JOLLEY, A., JONES, F., y HARRIS, S. (2013). Measuring Student Knowledge of Landscapes and Their Formation Timespans. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), pp. 240-251.

¹¹ PALACIOS, F. J. P. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), pp. 13-30.

Por otro lado, el uso de imágenes reales los ayudará a entender mejor los procesos que han dado lugar a los paisajes que pueden observar al salir a la naturaleza, siendo conscientes de la utilidad de lo que aprenden en el aula y pudiendo de esta manera valorar más el medio natural.

Otro problema que aparece con frecuencia es que los alumnos muestran cierto rechazo ante los temas geológicos y la percepción que tienen sobre ellos es que son aburridos y poco o nada interesantes (Sanz *et al.*, 2016)⁶. Es necesario intentar implementar metodologías más atractivas o desarrollar herramientas que reactiven el interés de los alumnos por la Geología, mejorando también así la asimilación de conocimientos sobre la materia (Calonge, 2013²; Pedrinaci, 2012⁴).

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es determinar si el uso de fotografías como recurso asociado al desarrollo de conocimientos geomorfológicos por parte del alumnado supone una mejora en los resultados de los mismos, en cuanto a conocimientos geológicos se refiere. Además, se busca fomentar en los alumnos su interés y curiosidad por los procesos de modelado terrestre.

METODOLOGÍA

El grupo objeto de estudio con el que se llevó a cabo el presente trabajo estaba formado por 23 alumnos de 4.º de ESO (12 alumnos y 11 alumnas) de un instituto de titularidad pública de la zona noroeste de la Comunidad de Madrid.

Durante la primera sesión de clase, los alumnos tuvieron que completar un cuestionario sobre paisajes representativos de distintos modelados terrestres y un test con preguntas sobre geomorfología, todo con el fin de averiguar qué conocimientos tenían sobre el tema, así como su capacidad de observación y descripción, para poder planificar las siguientes sesiones en consecuencia.

El test estaba formado por diez preguntas de respuesta múltiple referidas a fotografías de diferentes tipos de modelado del relieve y formas características: 1. delta, 2. cueva cárstica con espeleotemas, 3. roca fungiforme, 4. piedra caballera, 5. cono volcánico, 6. canchal, 7. valle en V, 8. circo glaciar, 9. chimeneas de hadas y 10. flecha litoral. Las preguntas hacían referencia a los procesos formadores de relieve, a los agentes modeladores o a las formas que podían observarse.

La segunda parte del cuestionario estaba integrada por 6 imágenes de paisajes originados por diferentes modelados geológicos (paisaje fluvial, torrencial, glaciar, eólico, litoral y cárstico). Estas imágenes iban acompañadas de una serie de preguntas orientativas para que el alumnado pudiera hacer una descripción lo más completa posible; debían indicar a qué modelado correspondía, cómo habría podido formarse y si había algún elemento que les llamara la atención y/o fuera característico de ese tipo de paisaje. También se pretendía comprobar el uso de vocabulario científico relacionado con el tema. En dichas imágenes se podía observar: 1. un río meandriforme que discurre por una amplia llanura, 2. un abanico aluvial en un medio desértico, 3. una lengua glaciar principal y sus glaciares afluentes, así como las morrenas laterales y centrales, 4. un uadi en un desierto rojizo, 5. un acantilado costero y su plataforma de abrasión, 6. un campo de dolinas.

Tanto los paisajes seleccionados para el cuestionario como las formas de relieve del test se eligieron en función de los contenidos que según el currículo de la ESO los alumnos debían conocer. Se utilizaron como guion los contenidos que aparecían en el libro de texto con el que estaban trabajando durante el curso, habiendo previamente revisado libros de diferentes editoriales y viendo que los contenidos a trabajar en todos ellos eran similares. Todas las imágenes fueron obtenidas de internet, por lo que no han podido incluirse en este trabajo.

Tras una aproximación a lo que sabían los alumnos sobre geomorfología, se plantearon las estrategias concretas y los recursos didácticos a utilizar en las sesiones de geomorfología con el fin de mejorar su capacidad de observación y de descripción. Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en internet para conseguir imágenes claras y representativas de los conceptos y procesos que se iban a trabajar en clase. Se procuró también seleccionar paisajes o formaciones geológicas que pudieran captar la atención de los alumnos, con imágenes espectaculares o curiosas.

Asimismo, durante las sesiones se fomentó su participación, haciéndoles reflexionar y percibir el paisaje geológico como algo dinámico, fruto de una continua evolución prolongada en el tiempo, procurando insistir en que lo que observamos ahora puede ser el resultado de un proceso del pasado (por ejemplo, el valle en U del paisaje semidesértico de la *figura 3*). Se intentó además seleccionar (cuando era posible) imágenes del territorio español, por cercanía y familiaridad, lo que despertó un gran interés de los alumnos, pues varios habían visitado algunas localizaciones, como pasó con la Manga del Mar Menor, con la playa de Gandía o con los meandros del río Duratón.

A continuación, se proponen algunas formas del relieve características utilizadas en las sesiones de aula¹² y que pueden servir para trabajar los procesos geomorfológicos. Se han diferenciado en los distintos tipos de modelados o de paisajes; algunas de estas formas se incluyen en varios de los modelados puesto que el paisaje es el resultado de la actuación de los agentes externos (mar, ríos, glaciares, torrentes, viento) sobre las rocas (diferencias litológicas) en función de características estructurales (orientación de estratos, durezas relativas).

- Paisaje o modelado litoral (acantilados, islotes, arcos, tómbolo, cabo, golfo, playas, dunas costeras, flechas, albuferas, marismas, etc.) (*figura 1*).



Figura 1. Modelado litoral: a) acantilados e islotes, b) dunas costeras, c) duna fósil.

- Modelado fluvial (valle en V, barranco, hoces, cañones, fiordos, llanuras aluviales, ríos meandriformes y entrelazados, etc.) (*figura 2*).



Figura 2. Modelado fluvial: a) meandros del río Duratón, b) valle en V, c) cañón.

¹² Las fotografías utilizadas están realizadas y cedidas por Inés Torres Payá, Laura Domingo Martínez y Soledad Domingo Martínez, además de las autoras del artículo.

- Modelado torrencial (abanicos aluviales, uadis o ramblas, cárcavas o *badlands*, etc.).
- Modelado glaciar (glaciar de valle, horn, circo glaciar, fiordo, valle en U, etc.) (figura 3)



Figura 3. Modelado glaciar: a) fiordo, b) valle en U.

- Modelado eólico (dunas desérticas, dunas costeras, dunas fósiles, desiertos de piedras, rocas fungiformes, etc.).
- Modelado litológico (domo granítico, cono volcánico, coladas de lava, columnas basálticas, cárcavas, surgencias, dolinas y torcas, paisajes ruiniformes, carst en torres, *badlands*, chimeneas de hadas, etc.) (figuras 4, 5 y 6).



Figura 4. Modelado litológico (rocas magmáticas): a) domo plutónico, b) columnas basálticas, c) cono volcánico.



Figura 5. Modelado litológico-cárstico (rocas calizas): a) surgencia, b) paisaje ruiniforme, c) carst en torres.



Figura 6. Modelado litológico (rocas detríticas): a) *badlands*, b) chimeneas de hadas, c) areniscas estratificadas.

Al finalizar las sesiones de trabajo, los alumnos volvieron a realizar el cuestionario inicial, describiendo de nuevo los mismos seis paisajes propuestos.

RESULTADOS

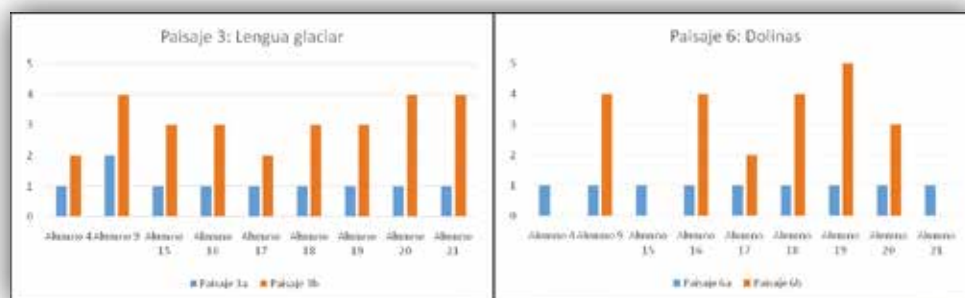
En el análisis de las descripciones de los paisajes mostrados en las 6 imágenes del cuestionario previo a las sesiones de modelado geológico se ha tenido en cuenta la calidad de las descripciones, que incluye el uso de un vocabulario geológico/geomorfológico apropiado. La escala de calificación va de 1 a 5, donde 1 corresponde a aquellas descripciones en las que no aparece ningún término geomorfológico y 5 corresponde a aquellas descripciones en las que el alumno no solo utiliza términos adecuados para la imagen, sino que además describe de forma correcta el/los proceso/s implicados en la formación de un paisaje determinado.

Los resultados de las descripciones iniciales mostraron una clara falta de vocabulario geomorfológico: la mayor parte de los resultados obtuvieron una calificación de 1-2. Muy pocos alumnos fueron capaces de identificar el modelado geológico de la imagen y las formas del relieve que aparecían en cada una, así como describir de forma correcta el proceso que ha tenido lugar para formar ese paisaje. Son destacables los datos correspondientes a los paisajes 3 (lengua glaciar) y 6 (dolinas), al haber obtenido los peores resultados. A modo de ejemplo, en el caso del paisaje con dolinas, un 34,7% de los alumnos creen que esas formas las ha provocado la caída de meteoritos. Llama también la atención una de las respuestas del paisaje glaciar: «Se ha formado por la misma naturaleza y ha sido igual desde su inicio». Esta respuesta es indicativa de un hecho que frecuentemente se encuentra entre las ideas o preconcepciones en Ciencias de la Tierra y es la falta de percepción de los cambios geológicos (Francek, 2013¹³; Álvarez y García de la Torre, 1996¹⁴).

Los alumnos participaron de manera activa durante las sesiones del aula, reflexionando, haciendo observaciones y preguntando sobre las imágenes que más les llamaban la atención o sobre aspectos de las mismas que les generaban ciertas dudas.

Comparando los resultados obtenidos en las descripciones de los paisajes antes y después de las sesiones de trabajo con los alumnos, se pudo apreciar una clara mejoría en la mayoría de los casos. Los alumnos asimilaban conceptos y procesos geomorfológicos y supieron aplicarlos correctamente a las imágenes propuestas, lo que se pudo observar en un aumento de las descripciones calificadas con un 3 o un 4. Incluso hay tres descripciones que alcanzaron la nota máxima (5), en las que se observó un vocabulario geológico mucho más rico que en la descripción inicial y una clara comprensión del proceso formador del paisaje seleccionado.

La mejora más llamativa en la descripción de los paisajes corresponde los paisajes 3 (lengua glaciar) y 6 (dolinas), que fueron los que peores resultados obtuvieron en la descripción inicial. Puede observarse en la *figura 7*. En el caso de las dolinas, la mejora pudo deberse a que para muchos alumnos era la primera vez (o al menos así lo manifestaron en clase) que trabajaban el modelado cárstico. Además, las imágenes utilizadas durante la sesión provocaron la curiosidad de los alumnos, que formularon numerosas preguntas al respecto.



Figuras 7a y 7b. Resultados obtenidos en las descripciones de los paisajes 3 y 6. Las barras azules corresponden a la descripción inicial, y las barras naranjas, a la descripción posterior a las sesiones de trabajo en el aula.

¹³ FRANCEK, M. (2013). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35(1), pp. 31-64.

¹⁴ ÁLVAREZ, R. M., y GARCÍA DE LA TORRE, E. (1996). Los modelos análogos en Geología: implicaciones didácticas. Ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(2), pp. 133-139.

A continuación, se muestra a modo de ejemplo las descripciones de una alumna, correspondientes a los paisajes 3 y 6:

- Descripción inicial del paisaje 3 (lengua glacial):

Imagen 3. Aparecen una serie de montañas nevadas. Una cordillera tal vez».

«Imagen 3. Aparecen una serie de montañas nevadas. Una cordillera tal vez».

- Descripción posterior a las sesiones de trabajo del paisaje 3 (lengua glacial):

IMAGEN 3:
También está formada por 3 glaciares en este caso. Se observan los 3 valles en forma de U y las morrenas que han creado estos glaciares, depositando en ellas clastos y piedras. Observamos una morrena, luego dos centrales (formadas por la unión de dos glaciares que se han juntado y otra segunda morrena lateral).

«Imagen 3. También está formada por 3 glaciares en este caso. Se observan los 3 valles en forma de U y las morrenas que han creado estos glaciares, depositando en ellas clastos y piedras. Observamos una morrena, luego dos centrales (formadas por la unión de dos glaciares que se han juntado y otra segunda morrena lateral).

- Descripción inicial del paisaje 6 (dolinas):

Imagen 6. Se ve un campo verde con tres agujeros. A lo mejor ha sido un lago que se ha secado o un meteorito que ha caído».

«Imagen 6. Se ve un campo verde con tres agujeros. A lo mejor ha sido un lago que se ha secado o un meteorito que ha caído».

- Descripción posterior a las sesiones de trabajo del paisaje 6 (dolinas):

IMAGEN 6:
Son 3 grandes agujeros en la superficie se llaman *dolinas*, pertenecen al modelado cárstico. Se forman cuando se desploma el techo de una cavidad subterránea. En ese momento aparecen en la superficie estas depresiones llamadas *dolinas*.

«Imagen 6. Son 3 grandes agujeros en la superficie se llaman *dolinas*, pertenecen al modelado cárstico. Se forman cuando se desploma el techo de una cavidad subterránea. En ese momento aparecen en la superficie estas depresiones llamadas *dolinas*.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los conceptos previos sobre geomorfología que poseían los alumnos de 4.º de ESO del grupo de estudio del presente trabajo eran por lo general bastante pobres, como recogen los resultados obtenidos en las descripciones de paisajes de la primera sesión. Era importante, por tanto, que durante las sesiones sobre el tema de geomorfología se les proporcionase un vocabulario básico adecuado, que recogiera tanto los términos generales más comunes como aquellos conceptos relacionados con los diferentes tipos de modelado geológico que se iban a estudiar.

A menudo durante las sesiones de trabajo en el aula, los alumnos, de manera intuitiva, eran capaces de reconocer o deducir qué agente geológico había intervenido en la formación de distintos paisajes. La

habilidad deductiva de los alumnos viene recogida en la bibliografía: «los estudiantes crean sus propias explicaciones alternativas basándose en su experiencia anterior y observaciones. Conectan con conceptos previamente estudiados y le dan significados a la terminología de maneras inesperadas» (Martínez, Banan y Kitsantas, 2012, p. 64)¹⁵.

La participación de los alumnos durante las sesiones fue excelente: formulaban preguntas sobre distintos elementos de las imágenes que les hubieran llamado la atención, o sobre conceptos que no les hubieran quedado claros inicialmente. Procurando hacer más prácticas las sesiones, y trabajando habilidades como la observación y la descripción de distintas imágenes, los alumnos disfrutaron más de las clases (Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015)¹⁶.

Parece entonces posible afirmar que, siempre teniendo en cuenta que se trata de un trabajo cualitativo con un número escaso de datos, la utilización de fotografías para mejorar sus conocimientos sobre geomorfología tuvo como resultado que los alumnos asimilaban correctamente el vocabulario geológico y que desarrollaran una mejora en la comprensión de distintos procesos formadores de relieve. La mejora más destacable se produjo en el modelado glaciar y el cárstico. Los alumnos mostraron una gran curiosidad sobre estos procesos en clase, lo que pudo verse potenciado además por la utilización de imágenes de paisajes llamativos seleccionados precisamente por su espectacularidad. Muchos de los términos asociados a estos tipos de modelado eran nuevos para ellos, pero en general supieron asimilarlos y aplicarlos correctamente.

Basándonos, por tanto, en los resultados obtenidos en el presente trabajo, parece adecuado pensar que las fotografías de paisajes son una buena herramienta para mejorar la comprensión de los alumnos sobre el modelado terrestre.

Es relativamente sencillo encontrar, dentro de la extensa galería de imágenes que están al alcance de cualquiera que disponga de una conexión a internet, fotografías que puedan despertar la curiosidad en los alumnos, y reflejen con nitidez aquello que el docente quiere desarrollar. Utilizar herramientas que puedan ayudar a los alumnos a mejorar y facilitar su comprensión sobre el tema a tratar debería ser prioritario para cualquier docente.

CONCLUSIONES

Una vez realizados el análisis y la discusión de los resultados obtenidos en la elaboración de este trabajo, puede presentarse la siguiente conclusión:

- Se ha percibido una mejora significativa en los conocimientos de los alumnos sobre geomorfología, tanto en el uso de vocabulario geológico como en la identificación de formas de relieve y los procesos que las originan, así como en sus habilidades descriptivas. El uso en las sesiones de trabajo de imágenes representativas de diversos paisajes, correspondientes a los distintos tipos de modelado geológico, probablemente ha condicionado esta mejoría.

¹⁵ MARTÍNEZ, P., BANNAN, B., y KITSANTAS, A. (2012). Bilingual students' ideas and conceptual change about slow geomorphological changes caused by water. *Journal of Geoscience Education*, 60(1), pp. 54-66.

¹⁶ 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 Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 14, n.º 3, pp. 361-376.

VIDEONOTICIAS, UNA MANERA DIFERENTE DE ACERCAR LA INVESTIGACIÓN A LOS ALUMNOS

Pedro García García

Col·legi La Mercè Martorell (Barcelona)
C/ Mur, 36-40. 08760 Martorell (Barcelona)
pgarcilut@gmail.com

Palabras clave: videonoticias, innovación, investigación, cartas de felicitación, creatividad.

Keywords: video talking about news, innovation, research, letters of recognition, creativity.

Resumen

Una manera atractiva de acercar a los alumnos las apuestas en investigación que se desarrollan hoy en día en ciencia y tecnología en España ha sido la elaboración de una videonoticia a partir de las publicaciones del Foro Química y Sociedad. La innovación ha sido enviar estos vídeos a los científicos responsables y establecer un contacto entre los investigadores y los propios alumnos. Las empresas e instituciones científicas han mostrado su grata sorpresa por la elaboración de estos vídeos y así lo certifican las cartas de felicitación enviadas a los alumnos de Química de segundo de Bachillerato del centro.

Abstract

An attractive way for students to become interested in the scientific and technological research, which are both developing nowadays in Spain, has been the production of a video talking about news, published in Foro Química y Sociedad. The innovation has been to send these videos to the scientific responsables of these news and to establish a contact between the researchers and the students themselves. The companies and scientific institutions have shown their pleasant surprise for these videos making off and this is certified by the letters of recognition sent to the chemistry students of the second year of high school in the school.

INTRODUCCIÓN

Desde la materia de Química de Bachillerato del Col·legi La Mercè de Martorell siempre se ha apostado por potenciar aspectos competenciales tan importantes hoy día como comunicar ciencia. En primero de Bachillerato, las actividades evaluables cada trimestre fueron presentaciones orales por parejas de temas curriculares relacionados con la vida cotidiana.

En segundo de Bachillerato, cada trimestre la actividad cambia de formato para premiar los aspectos de creatividad, así como las herramientas tecnológicas y de presentación a utilizar.

En el segundo trimestre de segundo de Bachillerato la propuesta consistía en editar y subir a YouTube una videonoticia a partir de un listado de publicaciones del Foro Química y Sociedad. Los alumnos tenían varias semanas para elaborar su creación con la única limitación de la duración (aproximadamente 10 minutos) inspirados en la lectura de la noticia de la web.

El final de la actividad era una gala donde cada alumno pasaría su vídeo al resto de compañeros. La calidad de las creaciones y la implicación de los alumnos fue tal que pensé que no se podía acabar aquí la actividad.

El giro que enriqueció muchísimo la actividad fue el hecho de enviar a los científicos los enlaces de las videonoticias y pedirles una valoración y opinión de la propuesta recibida. La actividad pasaba a tener un nuevo enfoque.

OBJETIVOS

El primer objetivo de la actividad era analizar una noticia científica de actualidad, ser capaz de comprender el contenido y plasmar en un vídeo la esencia que los investigadores quieren transmitir a la sociedad.

Un segundo objetivo, muy importante y motivador, fue fomentar la creatividad del formato.

Y un tercer objetivo consistió en acercar a los investigadores al aula y, a su vez, hacer ver a los investigadores que a los jóvenes les pueden fascinar sus proyectos de investigación y que es muy necesario apostar claramente por esta vía de intercambio y colaboración.

FUNCIONAMIENTO DE LA ACTIVIDAD

La actividad empezaba con la proyección en clase de 30 publicaciones del Foro Química y Sociedad (ver figura. 1). Se realizó un sorteo del orden de elección de las noticias. El alumno con el número uno podría escoger el tema que más curiosidad despertara de la lista. A su vez, el segundo podría escoger de los 29 restantes y así hasta acabar los 9 alumnos del grupo.

Sobran muchos enlaces, de esta manera todos los alumnos tenían la sensación de que habían podido escoger alguna noticia de su agrado.

A continuación listo algunas de las temáticas presentadas: Nuevas técnicas para detectar residuos y contaminantes emergentes en productos hortofrutícolas. Solución de crioterapia para la recuperación física de los jugadores del Sevilla FC. Nuevas tabletas de cloro que ahuyentan los mosquitos de la piscina. Innovadores proyectos de ingeniería y materiales que se integran en el cuerpo humano. Reciclado de plásticos que transforman cajas de pescado en envases de yogur. Baterías de ion litio más ligeras, eficientes y seguras. Nuevos envases sostenibles para conservar alimentos frescos más tiempo prescindiendo de materiales metalizados y atmósferas modificadas. Ladrillos ecológicos a partir de cenizas de olivo y pino. Patentan un método *in vitro* para predecir la biocompatibilidad de los materiales para implantes. Residuos de manzana permiten regenerar hueso y cartílago.



Figura 1. Captura de pantalla de la web de Química y Sociedad (www.quimicaysociedad.org).

Una vez escogidas las noticias, se les pasa a los alumnos la fecha de la gala (aproximadamente 6 semanas más tarde), donde presentarán su enlace de YouTube con su videonoticia de aproximadamente 10 minutos inspirados en la publicación escogida, que tendrán completar con su análisis y mirada personal (ver *figura 2*).



Figura 2. Ejemplos de capturas de las previsualizaciones de YouTube de las videonoticias.

El día de la gala fue todo un éxito. Realmente los alumnos se esforzaron en entender las noticias de los investigadores y cómo, utilizando diferentes técnicas, programas de edición de vídeo, acabar dando su propuesta particular.

Viendo los resultados de los 9 alumnos decido buscar los correos electrónicos de los responsables de las noticias, o bien de los centros de investigación, y enviarles los enlaces y pedirles su valoración.

De los 9 enviados, recibimos la respuesta de 5 centros de investigación: Carburos Metálicos; Ercros; el departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales de la Universidad de Jaén; Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid y de la Universitat Jaume I.

Estos centros enviaron diferentes cartas de felicitación a los alumnos por sus videonoticias, así cómo mostraron su satisfacción de ver como desde las aulas de bachillerato se hace esta labor de acercar la ciencia a los jóvenes.

Desde el departamento de comunicación de la Universitat Jaume I, se aprovechó la carta para indicar algunos consejos en la edición de los créditos de los vídeos, así como utilizar fotografías y vídeos de terceros y cumplir las normativas.

Una vez recibidas las cartas de felicitación, les propuse a los alumnos grabar un vídeo de agradecimiento por las cartas recibidas y de formulación de preguntas a los investigadores (ver *figura 3*). Recibiendo la respuesta en forma de vídeo por parte de tres de los grupos de investigación (ver *figura 4*).



Figura 3. Captura del vídeo donde los alumnos agradecen cartas y formulan preguntas.



Figura 4. Captura de los vídeos enviados a los alumnos por los diferentes investigadores. Por orden, Elena Simón, la responsable del departamento de I+D de la Fábrica de Ercros en Sabiñánigo; Dolores Eliche, profesora del grupo de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad de Jaén, y Jordi Mallen de Carbueros Metálicos, responsable del proyecto.

Es muy interesante señalar cómo la actividad también ha servido para ver cómo son los centros de investigación repartidos por todo el Estado tanto en el ámbito privado representado por empresas químicas como en el ámbito universitario, representado por universidades de todo el territorio, así como por el CSIC.

En el tercer trimestre los alumnos organizaron un congreso científico en el centro sobre color y alimentos y entre los científicos invitados para ver sus pósteres científicos asistieron Jordi Mallen y Espiri Carrasco, de Carbueros Metálicos (ver figura 5). Fue una bonita manera de conocernos en persona y cerrar el círculo.



Figura 5. Jordi Mallen y Espiri Carrasco, de Carbueros Metálicos, entre otros científicos invitados, participando del congreso científico «Color y alimentos», celebrado en abril de 2018 y organizado por los alumnos de Química de segundo de Bachillerato.

CONCLUSIONES

Esta actividad claramente competencial de comprensión de contenidos científicos, de edición de materiales audiovisuales, de creatividad y de conexión con la realidad cotidiana de la investigación actual ha sido una experiencia muy bien valorada tanto por los alumnos como por los centros de investigación.

Quiero acabar este artículo de la misma manera que acabé mi presentación en el Congreso. Esta actividad pone de manifiesto la necesidad de un doble compromiso. Investigadores y docentes nos necesitamos cercanos, para motivar a nuestros alumnos y a la vez para ser conscientes de cuál es el rumbo de la investigación en nuestro país.

Acabará con la frase que resume este doble compromiso:

«Una escuela abierta a la ciencia, una ciencia abierta a la sociedad»

LAS CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS Y SU IMPORTANCIA EN LA CULTURA CIENTÍFICA

Andrés García Ruiz

*Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación y Formación de Profesorado
Universidad Autónoma de Madrid. C/ Francisco Tomás y Valiente, 3. 28049 Madrid
Departamento de Biología y Geología. IES El Olivo. Felipe II, 11. 28982 Parla (Madrid)
andres.garcia.ruiz@uam.es*

María Dolores Castro Guío

*Departamento de Física y Química. IES José Luís López Aranguren
C/ Colombia, 30. 28945 Fuenlabrada (Madrid)
mdcastroguio@hotmail.com*

Palabras clave: controversias sociocientíficas, Didáctica de las Ciencias Experimentales, propuestas didácticas; Educación Secundaria, grado de Primaria.

Keywords: socio-scientific controversies, teaching experimental sciences, didactic proposals; Secondary Education, primary degree.

Resumen

Las controversias sociocientíficas aparecen de los temas de nuestra sociedad actual, por ejemplo, podemos citar los transgénicos, vacunas, enfermedades, biocombustible, etc. Por ello, creemos importante exponer en qué consiste una controversia sociocientífica, estudiar su relación con temas que aparecen en los medios de comunicación y aplicarlas en el contexto escolar.

La formación científica debe educar para la crítica y debe permitir que los alumnos sean conscientes que la intervención en la sociedad es necesaria y posible. Nuestra propuesta fue desarrollada con alumnos de 1.º de Bachillerato en la asignatura de Cultura Científica y alumnos de 3.º grado de Primaria, con el fin de fomentar espacios en donde se puedan construir argumentos críticos y reflexivos acerca de la comprensión y la enseñanza de la ciencia; para lograrlo nos basamos en las controversias sociocientíficas.

Abstract

Socio-scientific controversies appear from the themes of our current society, for example we can mention transgenics, vaccines, diseases, biofuel, etc. For this reason, we believe it is important to explain what a socio-scientific controversy consists of, study its relationship with topics that appear in the media and apply them in the school context.

The scientific training must educate for criticism and must allow students to be aware that intervention in society is necessary and possible, our proposal was developed with students from 1st year of baccalaureate in the subject of scientific culture and students from 3rd grade of primary, in order to encourage spaces where you can build critical and reflective arguments about the understanding and teaching of science; to achieve this, we rely on socio-scientific controversies.

INTRODUCCIÓN

Las controversias sociocientíficas resultan una técnica interesante tanto en la investigación didáctica y en las clases de ciencias como en la divulgación científica (Jiménez-Liso *et al.* 2010)¹. Las diferentes opiniones sobre los conflictos sociales, políticos, ambientales, etc., que surgen y que están relacionadas con la ciencia se convierten en un punto de partida y en un motor de aprendizaje como lo pueden ser las concepciones alternativas y los conflictos cognitivos.

Actualmente, en el ámbito académico se concede una cierta importancia al aprendizaje de los contenidos y procedimientos científicos y al aprendizaje acerca de la propia naturaleza de la ciencia y de su relación con la sociedad y la cultura. Este reconocimiento se traduce naturalmente en la necesidad de introducir los contenidos extremos en el currículo de formación inicial y continuada del profesorado de ciencias. Entre otras muchas cosas, ayuda a los profesores a explicitar, comunicar y estructurar sus ideas acerca de la naturaleza de la ciencia y, consecuentemente, puede derivar en una mejora de su desempeño profesional (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002)². Consecuente con este proceso es posible pensar en evaluar la respuesta en cuanto a su estructura conceptual o a las dimensiones en las cuales se sustentan los sujetos para elaborar sus argumentos desde campos como el social, político, ambiental, cultural, científico, entre otros.

Es clara la necesidad de formar futuros ciudadanos capaces de intervenir más y mejor en las decisiones concernientes a la ciencia y la tecnología, relacionadas con las numerosas controversias científicas o con la toma de decisiones personales que se pueden tomar con respecto a la salud, el consumo de alimentos y el medioambiente. De esta forma, seguramente los ciudadanos así educados se interesarán mucho más por la comprensión pública de la ciencia y la difusión de la cultura científica (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003)³.

En el análisis de las controversias científicas es necesario aclarar qué concebimos por controversia científica. Como sabemos, el conocimiento científico se ha convertido en una necesidad para el ciudadano del siglo XXI por la presencia en su entorno próximo y por los riesgos y dilemas que cada vez más se le plantean a los ciudadanos, por lo que la alfabetización científica se convierte en una necesidad para el disfrute del desarrollo de la ciencia y la tecnología y para la participación en debates públicos (Martínez-Losada, 2010)⁴.

¹ JIMÉNEZ-LISO, M. R.; HERNÁNDEZ-VILLALOBOS, L. y LAPETINA, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), pp. 107-126. www.apac-eureka.org/revista/Volumen7/Numero_7_1/Jimenez_Liso_et_al_2010.pdf.

² ADÚRIZ-BRAVO, A. y IZQUIERDO, M. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, pp. 465-476.

³ ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), artículo 1, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

⁴ MARTÍNEZ-LOSADA, C. (2010). Contextos formales y no formales de aprendizaje científico en XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 21 al 23 de julio de 2010 en Baeza (Jaén).

Los libros de texto y los currículos de ciencias de Secundaria presentan frecuentemente los cambios en el conocimiento científico prestando muy poca atención a la dinámica que los indujo; de esta forma, los alumnos solo reciben un poco de eficacia absoluta; tampoco es usual que los profesores traten de forma diferenciada este aspecto, y permiten que esta visión continúe aumentando, por lo que la forma en que se construye la ciencia es un aspecto poco reconocido. Duschl (1997)⁵ reconoce que las controversias científicas constituyen un excelente ejemplo de cómo se construye la ciencia, de los titubeos, avances y quizás retrocesos que tienen lugar, de que nunca hay un solo descubridor sino contribuciones parciales, señalando que los libros de texto tratan las teorías antiguas como banalidades superadas y después de una breve crítica de estas afirmaciones informan cuáles son las teorías en las que se cree actualmente.

LAS CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Algunos educadores e investigadores entienden por controversia científica un asunto de opinión científico y/o tecnológico en el cual existe discrepancia entre los diversos actores y fuerzas sociales que participen en el proceso (investigadores, científicos, opinión pública, administración, empresas privadas que financian los estudios), ya sea por desacuerdo, discusión o debate (Díaz y Jiménez-Liso, 2012)⁶. Así pues, y en contraposición a la controversia, situamos el consenso y hablamos de consenso sociocientífico cuando existe un acuerdo entre las distintas partes al respecto de un asunto de opinión científico y/o tecnológico.

A nivel didáctico, Duschl (1997) reconoce que las controversias científicas constituyen un excelente ejemplo de cómo se construye la ciencia, de las dudas, avances y quizás retrocesos que tienen lugar, de que nunca hay un solo descubridor sino contribuciones parciales, señalando que los libros de texto tratan las teorías antiguas como banalidades superadas y después de una breve crítica de estas afirmaciones informan cuáles son las teorías en las que se cree actualmente.

Desde el punto de vista de la investigación educativa, existe un creciente interés por las controversias científicas como recurso didáctico y está respaldado por numerosos enfoques teóricos. Las controversias científicas se inscriben en una categoría más amplia conocida como controversias sociales. Estas se pueden considerar como aquellas que tienen en su base nociones científicas pero que además se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales (Jiménez Aleixandre, 2010)⁷. En cambio, consideramos como problemas o cuestiones científicas aquellas disyuntivas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia, debido a la compleja relación que existe entre ciencia y sociedad.

Las controversias sociales se pueden considerar como aquellas que tienen en su base nociones científicas, pero que además se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales (Jiménez Aleixandre, 2010).

Con la controversia científica se plantean actividades comunicativas que permiten dar herramientas para que los docentes en formación tengan una mejor estructura argumentativa, pues deben enseñar a asimilar un mundo que está en constante cambio y así aprovechar los avances científicos y tecnológicos; por lo tanto, en este trabajo vemos la construcción de argumentos de acuerdo a la superestructura argumentativa

⁵ DUSCHL, R. A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. La importancia de las teorías y su desarrollo*. Narcea. Madrid.

⁶ DÍAZ, N. y JIMÉNEZ-LISO, R. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), pp. 54-7.

⁷ JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona. Graó.

propuesta por Van Dijk en Sardà y Sanmartí (2000)⁸. Según este modelo, la justificación se construye a partir de un marco general, en el contexto del cual toman sentido las circunstancias que se aportan para justificar las conclusiones.

Actualmente existen varios estudios sobre el uso, aplicaciones y beneficios de las controversias científicas para el alumnado. Según Sardà Jorge y Sanmartí Puig (2000), en una sociedad democrática es necesario formar un alumnado crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que puedan tomar decisiones en su vida como ciudadanos. Para esto el alumnado debe ir entrando en el mundo de la ciencia en la medida que tiene necesidad de utilizar los instrumentos conceptuales y procedimentales que la cultura científica ha ido construyendo y esto implica, al mismo tiempo, aprender a estructurar sus caminos de razonamiento. Así como otros valores con sus correspondientes virtudes asociadas: a) constancia (ante el inevitable fracaso y desconocimiento), b) integridad (en la búsqueda del propio error) y c) humildad (ante la provisionalidad de los resultados, si nos remitimos a la evolución constante de las teorías).

Sin embargo, sabemos que el profesorado es clave para el éxito de cualquier cambio o reforma educativa (Imbernón, 2000)⁹. Concretamente, debido a la importancia que tienen las controversias científicas, las cuales permiten un acercamiento hacia la propia dinámica de la ciencia, es imperativo comprender cómo se construyen los conocimientos, y reflexionar acerca de la ciencia, las implicaciones que genera para la sociedad y la forma en la que es llevada al aula de clase (Pabon, Muñoz y Vallverdú, 2015)¹⁰. Sin embargo, los libros de texto y los currículos de ciencias de Secundaria presentan frecuentemente los cambios en el conocimiento científico, prestando muy poca atención a la dinámica que los indujo. Esto puede hacer que el profesorado trate de forma diferenciada este aspecto, y permita que esta visión continúe aumentando, por lo que la forma en que se construye la ciencia es un aspecto poco reconocido en la formación del profesorado.

Entre otras muchas cosas, las controversias científicas ayudan a los profesores a explicitar, comunicar y estructurar sus ideas acerca de la naturaleza de la ciencia y, consecuentemente, puede derivar en una mejora de su desempeño profesional (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Consecuente con este proceso es posible pensar en evaluar la respuesta en cuanto a su estructura conceptual o a las dimensiones en las cuales se sustentan los sujetos para elaborar sus argumentos desde campos como el social, político, ambiental, cultural, científico, entre otros.

Por todo lo anteriormente expuesto, consideramos urgente la necesidad de formar ciudadanos capaces de intervenir más y mejor en las decisiones concernientes a la ciencia y la tecnología contemporáneas, relacionadas con las numerosas controversias tecnocientíficas y medioambientales o con las decisiones personales que, por ejemplo, se toman respecto a la salud, consumo de alimentos, etc.

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

De esta forma, lo que buscamos con este trabajo fue construir una propuesta que permita la comprensión de la ciencia y su enseñanza, fundamentada en la controversia científica y apoyada en sus relaciones

⁸ SARDÀ JORGE, A y SANMARTÍ PUIG, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 405-422.

⁹ IMBERNÓN, F. (2000) Claves en la formación del profesorado. *Investigación en la escuela*, 43, pp. 57-66.

¹⁰ PABON, T., MUÑOZ, L., y VALLVERDÚ, J. (2015). La controversia científica, un fundamento conceptual y metodológico en la formación inicial de docentes: una propuesta de enseñanza para la apropiación de habilidades argumentativas. *Educación Química*, 26, pp. 224-232.

con la naturaleza de la ciencia, a través de los vínculos de la ciencia con los contextos histórico, social y cultural, con la intención de promover una reflexión profunda sobre los valores y supuestos inherentes relacionados con el conocimiento científico.

METODOLOGÍA

Realizamos la actividad en un grupo de alumnos de 3.º de Magisterio de Primaria y un grupo de 1.º de Bachillerato en la asignatura de Cultura Científica.

La tarea se desarrolló en varias sesiones, acompañadas de lecturas previas sobre las temáticas a tratar, lo cual de forma general se desarrolló de la siguiente forma:

1. Preámbulo sobre los conceptos de alfabetización científica y controversia sociocientífica, mostrando la forma en que se desarrollan las controversias y los diferentes tipos de controversias. La controversia científica se inició con el planteamiento de una serie de preguntas a los participantes, con el fin de obtener información que permita analizar de qué forma comprenden la enseñanza de las ciencias. Posteriormente, se explica qué es la controversia científica y la relación con la alfabetización científica.
2. Realización de controversias por grupos, eligiendo ellos el tema, para lo cual tuvieron que indagar sobre ello, partiendo de una noticia, que ellos seleccionaron como motivación e introducción del tema.

Lo que sí hicimos es que pedimos a un grupo, tanto en el instituto como en la facultad, que realizaran la controversia sobre el virus Crimea-Congo, ya que era un tema de actualidad y no se había realizado ningún trabajo sobre el tema.

3. Exposición de cada una de las controversias confeccionadas y debate en el grupo clase, sobre el planteamiento de la misma.

El desarrollo de las propuestas fue grabado en vídeos, previa autorización de los participantes, para posteriormente decidir una sesión para ver y analizar las participaciones de los alumnos. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

RESULTADOS

CONTROVERSIA I. CARRETERAS LUMINOSAS

En esta controversia, realizado por alumnos de 3.º de Magisterio, lo que se plantea es que, a partir de la información proporcionada, utilizaran el razonamiento, evidencia y conocimiento científico para poder responder con criterio a las preguntas planteadas sobre cómo las carreteras se iluminan en la oscuridad gracias a la absorción y posterior emisión de la radiación ultravioleta por la pintura fotoluminiscente.

La luminiscencia se considera como todo proceso de emisión de luz cuyo origen no radica exclusivamente en las altas temperaturas, sino que, por el contrario, es una forma de «luz fría» en la que la emisión de radiación lumínica es provocada en condiciones de temperatura ambiente o baja.

La fotoluminiscencia es un tipo de luminiscencia en la que la energía activadora es de origen electromagnético (rayos ultravioletas, rayos X o rayos catódicos). Los rayos X en particular producen una intensa luminiscencia. En el caso de los minerales fotoluminiscentes, la luz es absorbida durante un determinado periodo de tiempo y, al ser emitida, lo hace con una longitud de onda mayor que la incidente, es decir, no se trata de un fenómeno óptico de refracción.

Para realizar esta pintura fotoluminiscente se irán depositando diferentes capas de materiales: primero, una base de poliuretano. A continuación, un compuesto de partículas que absorben los rayos UVA.

- Otra técnica existente consiste en mezclar pintura luminiscente con áridos antideslizantes y ese producto con esferas de vidrio que le añaden la cualidad reflectiva. Así se obtiene una línea de carretera 3 en 1: reflectiva para hacer de espejo a las luces del propio vehículo, fotoluminiscente para brillar con luz propia en la oscuridad y, por último, antideslizante gracias a los áridos para que el vehículo no tenga pérdidas de tracción al pisarla, incluso aunque esté húmeda o mojada.
- En ambos casos, el funcionamiento es el mismo; la capa que ha recogido la luz durante el día brilla por la noche, adaptándose a las condiciones lumínicas de los alrededores.



Figura 1. Tabla comparativa entre el precio de las pinturas y de las farolas.

La propuesta era, según nuestra opinión, sí saldría rentable sustituir las farolas de las carreteras por este otro tipo de iluminación, ya que, además de reducir el gasto económico, reduciríamos el consumo de electricidad y promoveríamos el uso de energías renovables. Teniendo en cuenta que el gasto del alumbrado estatal es de unos 25 000 millones de euros anuales aproximadamente y que cada kilómetro cubierto por pintura supone un gasto total de unos 43 millones (pero que perdurarán durante un periodo de tiempo mayor), supondría un gran ahorro económico a la larga.

CONTROVERSIAS 2. LA REPOBLACIÓN DEL LINCE IBÉRICO

La realizaron los alumnos de 1.º de Bachillerato, que partieron de varias noticias referentes al problema de la supervivencia de esta especie y sobre las repoblaciones que se estaban realizando.

El debate se centraba en el impacto positivo del éxito de los Programas de Conservación de especies en peligro de extinción en la opinión pública.



Figura 2. Lince ibérico en España en 2017 (fuente propia).

Seguidamente se exponían las causas de la pérdida de esta especie:

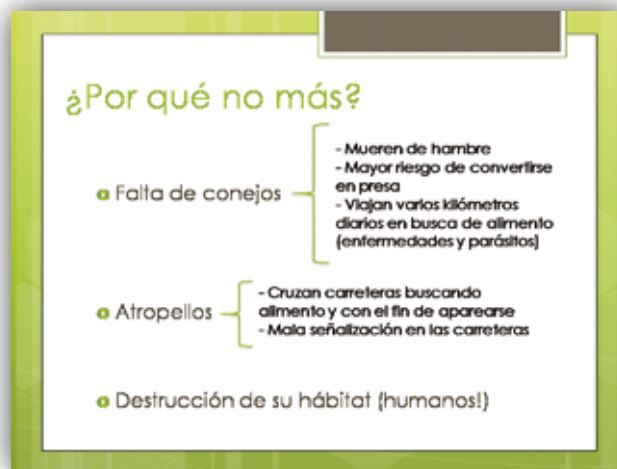


Figura 3. Causas de la pérdida de ejemplares. Fuente propia.

CONTROVERSIA 3. LA CUESTIÓN CIENTÍFICA DEL VIRUS CRIMEA-CONGO

Esta actividad la realizaron tanto los alumnos de 3.º de Magisterio como los de 1.º de Bachillerato.

Revisando las publicaciones que se habían realizado sobre las controversias y los ejemplos desarrollados, nos pareció importante tratar un tema de salud y medioambiente, como es el caso de la infección producida por el virus Crimea-Congo, ya que se habían realizado trabajos sobre el Ébola o el Zika.

En nuestro país, dos casos de fiebre hemorrágica de Crimea-Congo han alcanzado la esfera pública (https://politica.elpais.com/politica/2017/04/21/actualidad/1492762759_727863.html). Un hombre falleció y una mujer en la UCI, según datos de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

La propuesta la realizamos en varias sesiones, de una o dos horas de duración, acompañadas de lecturas previas sobre la temática a tratar, lo cual de forma general se desarrolló de la siguiente forma, siguiendo el modelo de Pabón *et al.* (2015).

1. Exploración de conocimientos previos: la actividad introductoria se inició con el planteamiento de una serie de preguntas a los participantes con el fin de obtener información que permita analizar de qué forma comprenden la enseñanza de las ciencias.
2. Fase investigativa: los alumnos se informan sobre los temas a tratar en la controversia, tomando como referencia artículos previamente seleccionados por los investigadores, en los cuales se mostraban posturas a favor y en contra de investigar para sacar una vacuna sobre el virus.
3. Controversia científica: cada grupo se encargó de realizar las controversias, dando prioridad a un tema concreto relacionado con el virus Crimea-Congo.
 - 3.1. Controversias realizadas por los alumnos de 3.º de Magisterio: estos alumnos se ocuparon principalmente del estudio de las características y repercusiones de la enfermedad.

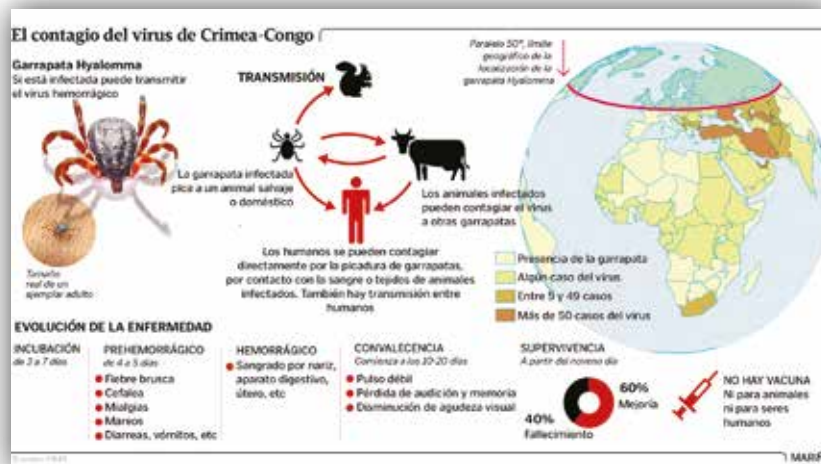


Figura 4. Ciclo de la enfermedad. Fuente: La Voz de Galicia. Mariño 03/09/2016.

3.2. Controversias realizadas por los alumnos de 1.º de Bachillerato: dieron prioridad a temas relacionados con el origen, pruebas necesarias para detectar la enfermedad, vacunas y propagación.

Respecto a las pruebas necesarias para detectar el virus, utilizaron el informe dado por el doctor Oteo: *Conocimientos básicos sobre la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo*, el cual fue muy útil, ya que trata toda la información necesaria para el diagnóstico de la enfermedad.

Dada la polémica que generaba este informe, los alumnos elaboraron un gráfico basado en uno de los ejemplos del Proyecto Engaging Science para ver qué opinaban sus compañeros y personas allegadas sobre la vacuna:

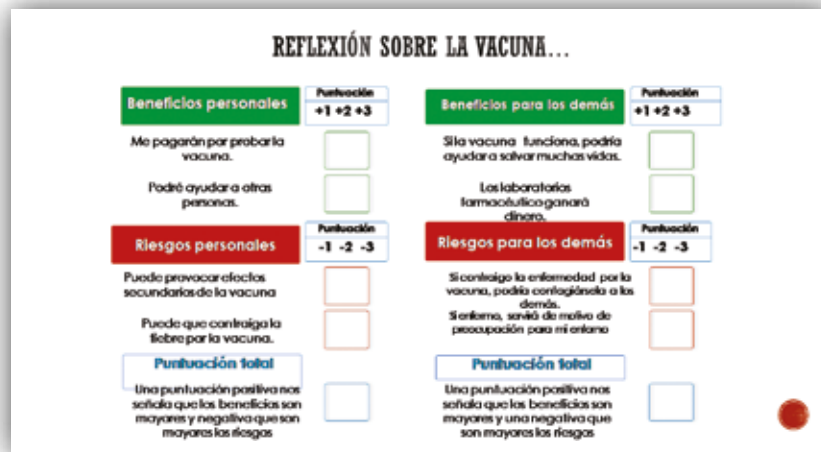


Figura 5. Cuestionario sobre la vacuna. Fuente: modificado del Caso del Ébola del Proyecto Engage.

CONCLUSIONES

La controversia sociocientífica permite crear interés en los estudiantes mejorando actitudes y aptitudes crítico-argumentativas en pro de ciudadanos reflexivos en diferentes situaciones, lo cual es importante en los formadores de niños, adolescentes, jóvenes y adultos, al innovar metodológica y actitudinalmente en el desempeño en el aula.

Consideramos, al igual que Echevarria (2003), que la ciencia escolar suele transmitir una imagen de la ciencia anticuada, pero no de la macrociencia y tecnociencia contemporáneas, que son las que se hacen hoy en día, lo podemos comprobar en la bibliografía de didáctica de las ciencias, en cómo se presta gran atención a los rasgos epistemológicos, característicos de la ciencia académica, sin hacer caso a la parte de la ciencia que es tecnociencia y que es actual. Con este tipo de actividades pretendemos fomentar una educación para tomar mejores decisiones cívicas en el mundo actual, es decir, educar para la participación ciudadana en la sociedad actual.

EL APRENDIZAJE BASADO EN RETOS: UNA NUEVA METODOLOGÍA ACTIVA PARA EL ESTUDIO DE LA SOSTENIBILIDAD

Andrés García Ruiz

*Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación y Formación de Profesorado.
Universidad Autónoma de Madrid. C/ Francisco Tomás y Valiente, 3. 28049 Madrid
Departamento de Biología y Geología. IES El Olivo.
Felipe II, 11. 28982 Parla (Madrid)*

María Dolores Castro Guío

*Departamento de Física y Química. IES José Luís López Aranguren
C/ Colombia, 30. 28945 Fuenlabrada (Madrid)*

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Retos, desarrollo sostenible, entorno, Bachillerato, localidad.

Keywords: Learning Based on Challenges, sustainable development, environment, baccalaureate, locality.

Resumen

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es un enfoque pedagógico que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, significativa y relacionada con su entorno, lo que implica definir un reto e implementar para este una solución.

La experiencia la hemos realizado con alumnos de 2.º de Bachillerato de la asignatura de Ciencias de la Tierra y Medioambientales y planteamos dos retos. El primero consistió en elegir un objetivo de los 17 planteados para el Desarrollo Sostenible en el 2030 y marcarse un reto y, el segundo, en intentar cubrir un reto relacionado con el desarrollo sostenible en su localidad.

Abstract

The Learning Based on Challenges (ABR) is a pedagogical approach that actively involves the student in a real problematic situation, significant and related to their environment, which implies defining a challenge and implementing a solution for it.

The experience has been made with students of the 2nd year of the subject of Earth and Environmental Sciences and we raised two challenges, the first consisted of choosing an objective of the 17 proposed for Sustainable Development in 2030 and marking a challenge and the second in trying to cover a challenge related to sustainable development in your locality.

INTRODUCCIÓN

La ciencia y el medioambiente forman parte de la cultura de la humanidad y cualquier cultura pasada ha apoyado sus avances y logros en los conocimientos científicos y ambientales que se iban adquiriendo y que eran debidos al esfuerzo y a la creatividad humana. Además, tanto la ciencia como el medioambiente son pilares básicos del bienestar de la humanidad y son necesarios para que la sociedad pueda enfrentarse a los nuevos retos y a encontrar soluciones para ellos.

El Aprendizaje Basado en Retos es un enfoque pedagógico que se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia y la ingeniería, y demanda una perspectiva del mundo real porque sugiere que el aprendizaje involucra el hacer o actuar del estudiante respecto a un tema de estudio (Jou, Hung y Lai, 2010)¹. Este acercamiento ofrece un marco de aprendizaje centrado en el estudiante que emula las experiencias de un lugar de trabajo moderno (Santos, Fernandes, Sales y Nichols, 2015)². El Aprendizaje Basado en Retos comparte algunas características con el Aprendizaje Basado en Proyectos. Ambas metodologías activas involucran a los estudiantes en problemas del mundo real y los hacen partícipes del desarrollo de soluciones específicas. Sin embargo, estas estrategias difieren en que, en lugar de presentar a los estudiantes un problema a resolver, el Aprendizaje Basado en Retos ofrece problemáticas abiertas y generales sobre las cuales los estudiantes determinarán el reto que abordarán (Gaskins, Johnson, Maltbie y Kukreti, 2015)³.

Por otro lado, el Aprendizaje Basado en Retos tiene semejanzas con el Aprendizaje Basado en Problemas. Este último es una técnica de enseñanza-aprendizaje colaborativa en la que se plantea una situación problemática relacionada con el entorno físico o social.

Lo consideramos como una metodología adecuada para el estudio de la sostenibilidad, es la primera vez que se hace y muchos de los temas relacionados con el desarrollo sostenible son retos.

Conforme a lo anteriormente señalado, el estudio del desarrollo sostenible debe ser interdisciplinar por necesidad. La integración de la investigación científica en términos de pertinencia para la toma de decisiones requiere un enfoque holístico y un estilo de investigación interdisciplinaria dada la naturaleza de los sistemas socioecológicos como unidad de análisis, que se contraponen al carácter compartimentado de las disciplinas como unidades de comprensión.

EL APRENDIZAJE BASADO EN RETOS

Un reto es una actividad, tarea o situación que implica al estudiante un estímulo y un desafío para llevarse a cabo.

Para alcanzar un reto el alumnado debe realizar un «trabajo de investigación» para el que se proponen un conjunto de acciones a realizar y posteriormente se desarrollan. Al final la solución al reto se lleva a la práctica y se obtiene un producto que podemos divulgar.

Las ventajas del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) radica en la propia naturaleza del proceso: se investiga, se aportan soluciones, se interacciona con el «mundo real» (personas, instituciones y herramientas).

¹ JOU, M., HUNG, C. K., y LAI, S. H. (2010). Application of Challenge Based Learning Approaches in Robotics Education. *International Journal of Technology and Engineering Education*, 7(2), pp. 1-42. Recuperado de: <http://ijtee.org/ijtee/system/db/pdf/72.pdf>.

² SANTOS, A. R., SALES, A., FERNANDES, P., y NICHOLS, M. (2015). Combining Challenge-Based Learning and Scrum Framework for Mobile Application Development. In *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pp. 189-194. Nueva York, EUA: ACM.

³ GASKINS, W. B., JOHNSON, J., MALTBIE, C., y KUKRETI, A. (2015). Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 5(1), pp. 33-41. Recuperado de: <http://journals.sfu.ca/onlinejour/index.php/i-jep/article/view/4138>.

También se forma en valores, ya que el alumnado debe tener responsabilidad, implicación y compromiso en buscar una solución.

Los problemas de aplicación son principalmente: la inversión en tiempo, el gran esfuerzo que debe hacer el profesorado (que no suele ser experto en todo lo que involucra obtener una solución para el reto), la dificultad para aportar soluciones concretas y eficaces, así como la coordinación requerida (suele ser necesario implicar a varias asignaturas) y la falta de regulación para este tipo de actividades, ya que este método suele requerir que el alumnado trabaje fuera del centro.

En los sistemas complejos el reto consiste en el tratamiento transversal de la dinámica de escala, así como la necesidad de articular acciones que van de lo local a lo global.

Además del manejo de múltiples escalas, la conciliación de las variables cualitativas y cuantitativas, que caracteriza a esos sistemas, se presenta como una dificultad para ser superada (Nancy, A. 2010)⁴.

Según Whitney *et al.* (2015)⁵, con el aprendizaje basado en retos podemos conseguir un entorno de aprendizaje activo en el que al alumnado se le obliga a investigar problemas con varias soluciones, desarrollar el proceso y elegir el camino óptimo, se involucra en problemas basados en la vida real, debe identificar las cuestiones esenciales y el conocimiento que puede utilizar y al profesor le corresponden los roles de: experto, colaborador de aprendizaje, facilitador de información y de nuevos modelos de pensamiento.

A continuación, se definen los elementos que se integran en el marco propuesto por Apple (Apple, 2011)⁶ para el Aprendizaje Basado en Retos:

1. *Idea general.* Es una temática con significancia global, por ejemplo, la biodiversidad, la salud, la guerra, la sostenibilidad, la democracia.
2. *Pregunta esencial.* Partimos de una amplia variedad de preguntas y vamos acotando hacia la pregunta esencial, que refleja el interés de los estudiantes y las necesidades de la comunidad. Crea un enfoque más específico para la idea general y guía a los estudiantes hacia aspectos más manejables del concepto global.
3. *Reto.* Nace de la pregunta esencial, lleva a los estudiantes a crear una solución específica que resultará en una acción concreta y significativa. El reto está enmarcado para abordar la idea general y las preguntas esenciales con acciones locales.
4. *Preguntas, actividades y recursos guía.* Los alumnos identifican lecciones, simulaciones, actividades, recursos de contenido para responder las preguntas guía y establecer el fundamento para desarrollar las soluciones innovadoras, profundas y realistas.
5. *Solución.* Un reto debe ser amplio para permitir una variedad de soluciones. La solución debe ser pensada, concreta, claramente articulada y factible de ser implementada en la comunidad local.
6. *Implementación.* Los alumnos prueban la eficacia de su implementación en un ambiente auténtico. El alcance de esta puede variar enormemente dependiendo del tiempo y recursos, pero incluso el esfuerzo más pequeño para poner el plan en acción en un ambiente real es crítico.
7. *Evaluación.* Los resultados de la evaluación formal e informal confirman el aprendizaje y apoyan la toma de decisiones a medida que se avanza en la implementación de la solución. Tanto el proceso como el producto pueden ser evaluados por el profesor.

⁴ NANCY, A. (2010). *Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. Sci. stud.* Vol. 8 n.º 1.

⁵ WHITNEY BROOKE GASKINS, JEFFREY JOHNSON, CATHY MALTBIE y ANANT KUKRETI (2015). *Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning. International Journal of Engineering Pedagogy.* Vol. 5, n.º 1, pp 33-41.

⁶ APPLE (2011). *Challenge based learning: A classroom guide.* Recuperado de: http://www.apple.com/br/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf.

8. *Validación.* Los alumnos juzgan el éxito de su solución usando una variedad de métodos cualitativos y cuantitativos incluyendo encuestas, entrevistas y vídeos.
9. *Documentación y publicación.* Este tipo de recursos puede servir como base de un portafolio de aprendizaje y como un foro para comunicar su solución con el mundo. Se emplean blogs, vídeos y otras herramientas.
10. *Reflexión y diálogo.* Parte del aprendizaje se desarrolla al considerar este proceso, se reflexiona sobre el aprendizaje propio, sobre las relaciones entre el contenido, los conceptos y la experiencia e interactuando con la gente.

DESARROLLO SOSTENIBLE Y OBJETIVOS 2030

Podemos definir al desarrollo sostenible como aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Instintivamente, una actividad sostenible es aquella que se puede conservar.

Entre las características que debe reunir un desarrollo para poderlo considerar sostenible son:

- Debe promover la autosuficiencia regional.
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no solo de unos pocos selectos.
- Utiliza los recursos eficientemente.
- Se encarga de promover el máximo de reciclaje y reutilización.
- Mira por la restauración de los ecosistemas dañados.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS) son fruto del acuerdo alcanzado por los Estados miembros de las Naciones Unidas y se componen de una Declaración, 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas. Los Estados miembros han convenido en tratar de alcanzarlos para 2030.

Estos objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible constituyen una agenda inclusiva, ya que abordan las causas fundamentales de la pobreza y nos unen para lograr un cambio positivo en beneficio de las personas y el planeta.

Estos objetivos son los siguientes:



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: <http://www.europapress.es/internacional/noticia-consisten-objetivos-desarrollo-sostenible-20150925141553.html>. Resultados.

La mayoría de los grupos eligieron objetivos relacionados con el bienestar social, lo que resulta curioso, ya que el trabajo se desarrolló en una asignatura relacionada con el medioambiente.

La evaluación de las actividades se realizó mediante la exposición de los trabajos y la puesta en común de los mismos, valorando la defensa que los alumnos hacían ante las preguntas de sus compañeros.

Seguidamente ponemos algunos ejemplos de los trabajos realizados, el primero es un ejemplo tipo dado para desarrollar sus proyectos.

Ejemplo 1. El objetivo escogido para el diseño de un proyecto basado en retos es el objetivo número 6: agua limpia y saneamiento, de la Agenda 2030, un plan de acción para mejorar diferentes aspectos del planeta.

Idea general: agua potable y limpia para todos.

Pregunta esencial: ¿cómo conseguir que el agua que consumen las personas sea potable, esté limpia y sea asequible para todos?

Reto: buscar soluciones o medidas que puedan llevar a cabo las personas en su vida diaria para no contaminar las aguas.

Posibles preguntas y actividades en el aula:

¿Qué hacer para no contaminar los ríos o los embalses? ¿De qué se encargan los servicios de saneamiento e higiene para mantener el agua limpia? ¿Qué pueden hacer los gobiernos para el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos? ¿Qué hacer para ayudar a las personas que no tengan acceso a agua potable? ¿Cómo es la gestión de los recursos hídricos y en qué se puede mejorar?

Actividades:

- Visionado de un documental sobre el acceso al agua potable en países menos desarrollados.
- Visita de una ONG que se encargue de dar una charla para concienciar a los alumnos y familias.
- Excursión a las presas del Canal de Isabel II.
- Excursión al río Tajo para limpiar las orillas. Debate en clase de qué medidas tomar para mantener el agua limpia.

Evaluación:

Se realizará una evaluación continua en la que se evalúen diferentes ítems relacionados con el proyecto, para saber si se han conseguido los objetivos marcados y se ha podido dar respuesta a las preguntas planteadas.

Ejemplo 2. Objetivo 13: acción por el clima.

Objetivo: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Idea general: el cambio climático afecta a todos los países del mundo. Tiene un impacto negativo en la economía y la vida de las personas, las comunidades y los países, y en el futuro las consecuencias serán peores si no mejora la situación.

Las consecuencias del cambio climático incluyen cambios en los patrones del tiempo, el aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos más extremos. Las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por las actividades humanas hacen que aumente. De hecho, las emisiones nunca habían sido tan altas. Si no actuamos, la temperatura media de la superficie del mundo podría aumentar unos 3 grados centígrados este siglo y en algunas zonas del planeta podría ser todavía peor. Las personas más pobres y vulnerables serán las más perjudicadas ya que no tendrán tantos recursos.

Reto: dada la actual concentración y las continuas emisiones de gases de efecto invernadero, es probable que a finales de siglo el incremento de la temperatura mundial supere los 1,5 grados centígrados en comparación con el período comprendido entre 1850 y 1900 en todos los escenarios menos en uno. Los océanos del mundo seguirán calentándose y continuará el deshielo. Se prevé una elevación media del nivel del mar de entre 24 y 30 cm para 2065 y entre 40 y 63 cm para 2100. La mayor parte de las cuestiones relacionadas con el cambio climático persistirán durante muchos siglos, a pesar de que se frenen las emisiones.

¿Qué se puede hacer para revertir la situación?

- Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.
- Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.
- Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas.

Ejemplo 3. Objetivo 14: conservar y proteger los océanos, mares...

Reto: impedir el mal uso de nuestros océanos.

IMPORTANCIA DE LOS OCÉANOS

Los mares son el sistema respiratorio de la Tierra: generan oxígeno para la vida y absorben dióxido de carbono y desechos; funcionan como sistema de almacenamiento y absorben un 30% del dióxido de carbono del mundo, mientras que el fitoplancton marino genera el 50% del oxígeno necesario para la supervivencia. Los océanos regulan el clima y la temperatura y hacen que el planeta sea habitable para formas de vida diversas.

Los océanos y los mares son cruciales para el bienestar económico nacional y mundial. Se calcula que la actividad económica global de los océanos oscila entre 3 y 6 billones de dólares de los Estados Unidos, y contribuye a la economía mundial de muchas formas significativas, como las siguientes:

- El 90% del comercio mundial utiliza el transporte marítimo.
- Los cables submarinos transportan el 95% de todas las telecomunicaciones mundiales.
- La pesca y la acuicultura proporcionan a 4 300 millones de personas más del 15% del consumo anual de proteína de origen animal.
- Más del 30% del petróleo y el gas que se producen en el mundo se extraen en el mar.
- El turismo costero es el mayor segmento de mercado de la economía mundial y representa el 5% del producto interior bruto (PIB) mundial y entre el 6% y el 7% del empleo mundial.
- La ampliación de los conocimientos sobre la biodiversidad marina ha brindado adelantos muy importantes en sectores como los productos farmacéuticos, la producción alimentaria y la acuicultura.
- 13 de las 20 megalópolis del mundo son costeras.
- Las mareas, las olas, las corrientes y la energía eólica marina son fuentes de energía emergentes con grandes posibilidades de contribuir a la obtención de energía con bajas emisiones de carbono en muchos países costeros.

Por tanto, tenemos el deber moral de protegerlos y para ello debemos aceptar una serie de medidas de forma internacional.

Reto: la humanidad tiene que asumir el reto global de defender la integridad de los mares y asegurarse de proteger sus ecosistemas. Dada la importancia de estos, los gobiernos mundiales han de llegar a acuerdos que sirvan para proteger estos ecosistemas tan beneficiosos para nosotros.

Actividades

1. Reducir las emisiones de CO₂ y el consumo de energía
Se pueden reducir los efectos del cambio climático en el océano dejando el coche en casa cuando se pueda. Hay que ser consciente del consumo de energía en el hogar y el trabajo e intentar reducirlo. Cambiar a bombillas compactas de luz fluorescente o utilizar las escaleras son cosas simples por las que uno puede empezar.
2. Hacer compras seguras y sostenibles de pescado.
Poblaciones mundiales de peces se están agotando rápidamente debido a la demanda, la pérdida de su hábitat y las prácticas de pesca insostenibles. Al hacer la compra o salir a cenar, ayudar a reducir la demanda de estas especies sobreexplotadas escogiendo productos saludables y sostenibles.
3. Utilizar menos productos de plástico.
Los plásticos que terminan como basura en el mar contribuyen a la destrucción de los hábitats y pueden provocar la muerte a miles de animales marinos cada año. Para limitar su impacto, podemos reutilizar las botellas de agua, guardar los alimentos en recipientes no desechables, utilizar bolsas de tela para transportar nuestras compras. En el fondo se trata de reciclar lo máximo posible.
4. Ayudar a cuidar las playas.
Si nos gusta el buceo, el surf, o relajarse en la playa, intentaremos dejar el lugar recogido una vez que abandonemos la playa. Intentaremos también alentar a tantas personas como podamos a respetar el medio marino y haciéndoles partícipe de ello.
5. No comprar productos que se aprovechan de la vida marina.
Algunos productos contribuyen al daño de los frágiles arrecifes de coral y las poblaciones marinas. Evitar comprar artículos tales como joyería de coral, accesorios de pelo hechos con conchas (a partir de las tortugas carey) y productos derivados del tiburón.
6. Amigo del mar.
Intentar ir con cuidado con los alimentos provenientes del mar que le damos a nuestras mascotas. Leamos las etiquetas de los productos y consideremos la sostenibilidad de estos a la hora de comprarlos. Evitar comprar para un acuario los peces de agua salada capturados de su hábitat natural ni arrojar peces u otras especies marinas criadas en acuarios al mar. Esta práctica puede introducir especies no autóctonas perjudiciales para el ecosistema existente.
7. Apoyar a las organizaciones que trabajan para proteger el mar.
Muchos institutos y organizaciones están luchando para proteger los hábitats marinos y la fauna marina. Encontrar una organización nacional y considerar la posibilidad de apoyo financiero o de voluntariado para el trabajo práctico o de promoción.
8. Influir un cambio en su comunidad.
Realizar investigaciones acerca de la política oceánica de los funcionarios públicos antes de las elecciones o ponerse en contacto con sus representantes locales para hacerles saber que apoya los proyectos de conservación marina. Considerar la posibilidad de restaurantes solidarios y tiendas de alimento que ofrecen solo productos pesqueros sostenibles.
9. Viajar por el mar responsablemente.
Si practica deportes como el kayak u otras actividades que se realicen en el agua, no tire nada por la borda y sea consciente de la vida marina que habita en las aguas que le rodean. Si está planeando hacer un crucero para sus próximas vacaciones, elija la opción que sea más respetuosa con el medioambiente.
10. Obtener información sobre los océanos y la vida marina.
Toda la vida en la Tierra está conectada con el océano y sus habitantes. Cuanto más informado esté acerca de los problemas a los que se enfrenta este sistema vital, más querrá ayudar a garantizar su protección e inspirará a otros a hacer lo mismo.

CONCLUSIONES

El Aprendizaje Basado en Retos es una metodología novedosa, pero queda mucho camino por recorrer para poderlo aplicar en la enseñanza secundaria.

La forma de trabajo les ha gustado a los alumnos y, sobre todo, la motivación que han puesto a la hora de realizar el reto.

Este es el primer trabajo de una de ellos que estamos implementando tanto en Secundaria como a nivel universitario y esperamos en breve poder publicar nuevas propuestas, ya que la consideramos como una metodología activa muy positiva para la enseñanza de las ciencias y la alfabetización científica.

RECURSOS DIDÁCTICOS PARA MOTIVAR EL APRENDIZAJE CIENTÍFICO: JUEGOS MATEMÁGICOS

José Vicente Gil Noé, Enric Ramiro Roca, Neus Lozano Sanfèlix

*Universitat Jaume I. Facultat de Ciències Humanes i Socials
Av. Sos Banyat, s/n. 12071, Castelló de la Plana (España)
noe@uji.es, enricramiroroca@gmail.es, neus.lozano@uji.es*

Palabras clave: *ludificación*, ciencias sociales, juegos didácticos, magia, matemáticas.

Keywords: gamification, social sciences, educational games, magic, mathematics.

Resumen

El sentimiento mayoritario entre alumnos y alumnas hacia las asignaturas de ciencias es todavía negativo. El papel de los docentes es fundamental y uno de sus grandes retos es conseguir motivar a los estudiantes para cambiar su relación afectiva con estas materias e implicarlos en el aprendizaje científico. Para lograrlo, esta ponencia apuesta por la ludificación como metodología y plantea la utilización de juegos *matemágicos* en las aulas, trucos automáticos con cartas –o similares– basados en fundamentos matemáticos. Empleados por profesores o alumnos, pueden servir como revulsivo y como recurso motivador para el estudio de diferentes materias.

Abstract

The major feeling among students towards science subjects is still negative. The role of teachers is basic and one of their biggest challenges is to motivate their students in order to change their affective relationship with these subjects and to implicate them in the scientific learning. To achieve this, this paper proposes gamification as a methodology and the utilization of mathemagic games in the classroom, automatic tricks with cards based on mathematics principles. Used by teachers or students, it could be a revulsive and a motivating resource to study of different subjects.

INTRODUCCIÓN

El mundo actual, en el que vivimos y nos relacionamos, está cada vez más definido y condicionado por la tecnología, el desarrollo sostenible, la energía, las grandes infraestructuras o las relaciones económicas y comerciales. Sectores en los que se combinan y coordinan cientos de profesiones del ámbito de las STEM –*Science, Technology, Engineering and Mathematics*– cuyos itinerarios de formación están conformados por materias e menudo complejas, de no muy buena aceptación entre los jóvenes. A medida que la sociedad necesita más profesionales cualificados en estas áreas, los estudiantes rehúyen su estudio ante la amena-

za de asignaturas muchas veces implacables. Si no se revierte esta situación, inevitablemente todo apunta hacia un déficit futuro de competencia científica y tecnológica.

Ante una situación como esta, los profesionales de la docencia de todos los niveles educativos, con su capacidad de innovar y de aplicar metodologías y estrategias motivadoras, tienen un papel decisivo. Desde la Universitat Jaume I de Castellón, los profesores y profesoras del grupo Didáctica de la Imagen y el Patrimonio (DIMPA) vienen desarrollando en los últimos años recursos que tienen como objetivo servir de herramienta en este sentido. El trabajo del grupo está dentro de una de las líneas que plantea este Congreso en su presentación, la elaboración de propuestas –en este caso sobre la enseñanza científico-tecnológica, pero también sobre otras materias– que puedan ayudar a revertir la situación y consigan implicar al alumnado en el aprendizaje. En cuanto a la metodología, se apuesta por la *ludificación* como estrategia por todo el potencial que contiene. El juego, entretenimiento del hombre desde tiempos remotos, puede y debe tener un cometido importante en la educación, pues, con su capacidad de atracción y entretenimiento, contribuye al aprendizaje subliminal y a cambiar positivamente la relación entre materia y alumnos.

En la ponencia que presentamos, centramos la atención en los juegos *matemáticos*, trucos automáticos basados en conceptos matemáticos, para realizar con barajas de cartas, imágenes fotográficas, recortables y otros materiales fáciles de obtener o producir. Los juegos pueden ser realizados por profesores o alumnos y convertirse en un punto de partida motivador para el estudio de contenidos científicos, pero no solo de estos. Si, como decíamos, el mundo actual está marcado por cuestiones tecnológicas, energéticas o comerciales, no lo está menos por las migraciones, la interculturalidad, la globalización, la igualdad de género o la propia historia de los pueblos. Ante un futuro que se presenta eminentemente científico y tecnológico, el tratamiento de estos temas desde las ciencias sociales puede proporcionar a los estudiantes una lectura más completa y equilibrada de la realidad. Para motivar el aprendizaje de esta materia, presentamos también una serie de juegos *matemáticos* realizados a partir de contenidos que le son propios y que pueden contribuir a deshacer estereotipos –aburrimiento, aprendizaje memorístico, insertables sobre la historia o la geografía.

LA LUDIFICACIÓN COMO METODOLOGÍA

En los últimos años, se ha hecho común el término *gamificación*, calco del inglés *gamification*, para hacer referencia al empleo del juego y su dinámica en entornos diferentes al lúdico, como el de la educación. Parece que la alternativa más adecuada en español es *ludificación* –a partir de la raíz latina *ludus*–, a pesar de que, de momento, ninguno de los dos términos aparece en el diccionario. Así pues, en esta ponencia hablaremos de *ludificación*.

Entre autores, investigadores y docentes, el potencial educativo que tiene el juego como estrategia dentro del aula es algo aceptado y demostrado. Es habitual su uso por parte de los maestros y maestras de Educación Infantil y primeros cursos de Primaria, pero su presencia se va convirtiendo en algo más inusual a medida que pasan los cursos hasta quedar reducido a unas materias determinadas –como puede ser la Educación Física– o a un recurso esporádico y extraordinario ligado a un contenido específico¹. Por todo lo que proporciona a la formación integral del alumno, su presencia debería ser constante desde la enseñanza infantil hasta la universitaria. El nivel educativo o la edad de los estudiantes no debería ser un condicionante para el empleo del juego, pues como explican los profesores Ramiro, Selma y Prades:

¹ BERNABEU, N. y GOLDSTEIN, A. (2009). *Creatividad y aprendizaje. El juego como herramienta pedagógica*, Madrid. Narcea, p. 54.

«El juego trata de un acto agradable, con grandes dosis de plasticidad y libertad, un acto de expresión y expansión de la personalidad humana, y por tanto un ejercicio importante a cualquier edad»².

El juego es, en términos generales, una forma de aprender; adquirir destrezas, establecer vínculos o aprender comportamientos adaptativos³. Pero dentro del aula, en concreto, facilita la adquisición de conocimientos, dinamiza las clases, motiva y aumenta el interés de los alumnos, fomenta la cohesión y la solidaridad, favorece la inteligencia emocional y la autoestima, aumenta la responsabilidad y exige actitudes tolerantes y respetuosas⁴. Además de todo ello, el juego proporciona un aprendizaje subliminal que resulta absolutamente fundamental: el alumno juega, se divierte, disfruta y, a menudo sin ser consciente de ello, aprende.

SOBRE LA MATEMAGIA, SU EMPLEO Y SU APORTACIÓN AL APRENDIZAJE EN EL AULA

Existe abundante bibliografía sobre la *matemagia*, en la que diversos autores reflexionan sobre el concepto y proponen innumerables ejemplos prácticos. Sherard habla de un híbrido que combina matemáticas y magia, trucos que funcionan porque están basados en determinados aspectos matemáticos⁵. Alegría y Ruiz explican que existen principios y propiedades matemáticas en las que se basan algunos magos —a quienes llaman *matemagos*— para crear variedad de efectos⁶. Si bien una parte de la magia se basa fundamentalmente en juegos de habilidad manual —prestidigitación—, existe otra variante que es menos prestidigitación y más ilusionismo, que recurre a procedimientos más sutiles que no necesitan habilidad manual, sino que se fundamentan en principios y conceptos matemáticos⁷.

Algunos autores han señalado las similitudes de los dos campos que se aúnan en la *matemagia*. Aguado explica que «un mago muestra un hecho sorprendente, inexplicable, mientras que un matemático explica hechos misteriosos que, en muchas ocasiones, podrían llegar a parecer mágicos»⁸. Ciertamente, en ocasiones, las matemáticas revelan o ponen orden y lógica a fenómenos de nuestra realidad que bien podría parecer que tienen un origen enteramente fantástico. Alegría y Ruiz inciden en esa relación cercana que magia y matemáticas han tenido durante mucho tiempo y señalan que tanto magos como matemáticos están movidos por el mismo sentido de sorpresa que representa el misterio esencial del mundo: «Los magos muestran tales hechos sorprendentes mientras que los matemáticos tratan de explicarlos: la ciencia de la ilusión versus la ilusión de la ciencia»⁹. El origen de esta vecindad entre las matemáticas y el misterio de lo mágico se puede rastrear muchos siglos atrás, pero hay coincidencia en señalar al divulgador científico estadounidense Martin Gardner como referente de la *matemagia* moderna gracias a algunos de sus libros, como *Mathematics, magic and mystery* —publicado originalmente en 1956—¹⁰,

² RAMIRO, E., SELMA, S. y PRADES, S. (2015). Els jocs de la pizza. Una proposta intercultural des de la didàctica de les Ciències Socials. En NOS, E. et al. (ed.), *#comunicambio: Comunicació y Sociedad Civil para el Cambio*. Madrid. Fragua, p. 1030.

³ RAMIRO, E., SELMA, S. y PRADES, S. (2015). p. 1030.

⁴ BERNABEU, N. y GOLDSTEIN, A. (2009). p. 54.

⁵ SHERARD, W. (1998). *Mathemagic in the Classroom*, Portland, Walch Publishing, p.V.

⁶ ALEGRÍA, P. y RUIZ, J. C. (2002). La matemagia desvelada. *Sigma*, 21, p. 146.

⁷ NAVAS, J. M. (2012). Un poco de Matemagia. *Pensamiento matemático*, 2(2), pp. 209-210.

⁸ AGUADO, J. C. (2017). El uso de la magia como recurso docente: el taller de la magia de la Economía. *Teaching and Learning Innovation Journal*, 1, p. 9.

⁹ ALEGRÍA, P. y RUIZ, J. C. (2002). p. 147.

¹⁰ GARDNER, M. (1956). *Mathematics, magic and mystery*. New York. Dover Publications.

o sus *Mathematical Games* –aparecidos en la revista *Scientific American* entre 1957 y 1981. Navas señala incluso una posible «paternidad» del autor americano respecto de la *matemagia*¹¹.

Dentro del aula, los docentes pueden emplear la *matemagia* como recurso educativo, realizando juegos o ilusiones ante los alumnos con los contenidos que se necesita trabajar. También se puede involucrar a los estudiantes con prácticas que puedan llevar a cabo ellos mismos, con lo que además consiguen desarrollar otras competencias y habilidades como pueden ser la creatividad, la autoestima, el espíritu crítico, la concentración, la coordinación o la imaginación entre otras¹². En cualquier caso, es responsabilidad del profesorado tener claro el marco en el cual va a emplear la *matemagia* durante su labor docente, así como los criterios de selección de los juegos. A modo de orientación, pueden resultar útiles las pautas que explica Sherard y que sigue a la hora de seleccionar los trucos *matemáticos* que presenta en su libro: que estén basados por completo en las matemáticas; que no se requiera habilidad manual especial; que se puedan dominar con un poco de práctica; que se empleen objetos familiares y cercanos como cartas, dados o monedas, y que las matemáticas de las que depende cada juego estén adecuadas al nivel educativo¹³.

El empleo de juegos *matemáticos* como recurso para trabajar contenidos puede aportar muchas cosas interesantes y ayudar a cambiar la relación afectiva que los alumnos tienen con algunas materias. Quizá el caso más recurrente sea el de las Matemáticas, una asignatura que tradicionalmente arrastra una imagen negativa y que genera animadversión entre alumnos de diversos niveles. Como explica Ramiro¹⁴, la percepción negativa llega incluso a los medios y el cliché es fácilmente comprobable. El autor cuenta que, en diferentes cursos impartidos sobre el tema, al pedir a los asistentes que escribieran tres palabras que asociaran a las Matemáticas, la mayor parte de las contestaciones coincidían en «difíciles», «suspensos», «desagradables» y, solo en cuarto lugar, «necesarias». Llama la atención el contraste entre estas impresiones negativas y la consideración altamente positiva que normalmente se tiene de su necesidad y aplicabilidad en el mundo que nos rodea. Alegría y Ruiz explican que, además, mucha gente piensa todavía que las Matemáticas son un área oscura, cargada de misterios solo al alcance de algunas pocas y especiales personas¹⁵.

La *matemagia* puede contribuir a revertir estas percepciones fomentando, además, algunas competencias y habilidades como el uso de la imaginación, la capacidad de análisis, la atención y la resolución de problemas. Los diferentes autores que han tratado sobre la materia, se han esforzado en apuntar las aportaciones positivas que se pueden lograr: Ramiro habla de alegría, imaginación, creatividad y convivencia¹⁶. Los juegos matemáticos fascinan y atraen la atención de los estudiantes, los sacan de la rutina, combaten el aburrimiento y fomentan el espíritu crítico e imaginativo en busca de soluciones e ideas originales¹⁷. Aunque el autor se refiere a la aplicación de la magia en general al proceso de aprendizaje, lo que explica Ruiz es válido para los juegos *matemáticos*: estimulan la atención, despiertan el interés por aprender; tienen mayor impacto a nivel psicológico que otros recursos y hacen que lo aprendido se recuerde por más tiempo, por la implicación emocional que supone la magia¹⁸.

¹¹ NAVAS, J. M. (2012), p. 210.

¹² AGUADO, J. C. (2017), pp. 9-10.

¹³ SHERARD, W. (1998), p. VI.

¹⁴ RAMIRO, E. (2017). Las matemáticas nos alegrarán la cara. Uno. *Revista de Didáctica de las matemáticas*, 76, p. 52.

¹⁵ ALEGRÍA, P. y RUIZ, J. C. (2002), p. 171.

¹⁶ RAMIRO, E. (2017), p. 56.

¹⁷ AGUADO, J. C. (2017), p. 9.

¹⁸ RUIZ, X. (2013). Educando con magia. El ilusionismo como recurso didáctico. Madrid. Narcea, p. 36.

JUEGOS MATEMÁTICOS PARA LAS CIENCIAS Y LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

No es posible incluir en este texto todos los recursos generados por el grupo DIMPA, por lo que a continuación se incluye solo una muestra. El espacio disponible tampoco permite entrar en descripciones detalladas ni en la explicación de los fundamentos matemáticos en los que se basa cada uno de los juegos. Se trata únicamente de ofrecer una muestra que pueda suscitar interés por su utilización –todos los que se incluyen han sido ya publicados– o motivar el diseño y creación de recursos similares sobre nuevos contenidos. Los juegos que siguen a continuación tienen su origen en las propuestas de destacados matemáticos divulgadores de la *matemagia*, como el científico estadounidense Martin Gardner o como Pedro Alegría, profesor del Departamento de Matemáticas de la Universidad del País Vasco y responsable de la sección *El Rincón Matemático* de divulgaMAT –Centro Virtual de Divulgación de las Matemáticas, promovido por la Real Sociedad Matemática Española.

EL JUEGO DE LOS RECORTES

Diseñado por Enric Ramiro y publicado por la Universitat Politècnica de València y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Consta de una hoja en la que aparecen 5 científicos y científicas –Severo Ochoa, Ramón y Cajal, Sara Borrell Ruiz, Juan Ignacio Cirac Sasturain y Margarita Salas Falgueras– en una fotografía de forma cuadrada, con una línea marcando la diagonal. Las instrucciones del juego son:

- Recorta los cinco cuadrados de la hoja.
- Ponlos en un montón y recorta por la mitad siguiendo la línea diagonal.
- Pon un montón de mitades encima del otro con el dorso hacia arriba.
- Corta el montón (separarlo) por donde quieras y vuelve a formarlo.
- Ve dejando sobre la mesa las 5 primeras mitades en un montón de una en una.
- Hay dos montones. Deletrea la siguiente oración: PACIÉNCIA CAL, CONEIXEMENT TAMBÉ teniendo en cuenta que: cada uno de los papeles (mitades) representa una letra; por tanto, toma uno con cada pronunciación; cuando coges un papel, lo dejas bajo su montón y pasas a la siguiente letra; puedes cambiar de montón cuando quieras; completada cada palabra, quita el papel que queda encima de cada montón; al final, tendrás todos los papeles ordenados.



Ilustración 1. El juego de los recortes. Fuente: fotografía de los autores.

LA QUÍMICA EN NUESTRA VIDA

Un juego diseñado y realizado por Enric Ramiro, con la colaboración de José Pío Beltrán Porter, Pilar Gandía Esteve, Javier Martín López, publicado por la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas en 2011. El objetivo de este recurso es doble. Por un lado, celebrar el 2011, Año Internacional de la Química, dando a conocer a algunos de sus científicos más célebres y, por otro lado, reivindicar la igualdad de género y la importancia de las mujeres químicas en la historia de esta ciencia. Se emplea un folleto que tiene una cuadrícula de 4x4 con 16 químicos y químicas famosos acompañados de un pequeño diseño que hace referencia a su principal campo de estudio y aportación: Marie Lavoisier, Roger David Kornberg, Dorotea Barnes, Rosalind Elsie Franklin, Seleuco II Callinicus, Gerty Theresa Cori, Irene Joliot Curie, Gertrude Belle Elion, Fritz Haber, Dimitri Ivanovich Mendeleiev, Linus Carl Pauling, Dorothy Crowfoot Hodgkin, Ts'ai Lun, Enrique Moles Ormella y Antoine-Laurent de Lavoisier. Las instrucciones del juego matemático son:

1. Observa las viñetas y escoge un químico o una química famosa.
2. Desde ese cuadro, desplázate en horizontal o vertical hasta el cuadro más próximo que se refiera a una mujer.
3. Partiendo de esta última posición, ve a la izquierda o a la derecha hasta el cuadro más cercano que haga referencia a un hombre.
4. Desplázate hacia arriba o hacia abajo, hasta el cuadro más próximo donde se encuentre una mujer.
5. Ahora, desplázate diagonalmente hasta el cuadro más próximo donde se encuentre un hombre.
6. Desplázate hacia abajo o hacia la izquierda hasta el cuadro más próximo donde se encuentre una mujer.
7. Y... habrás llegado al cuadro de meta, la casilla del 2011, Año Internacional de la Química.



Ilustración 2. La química en nuestra vida. Fuente: fotografía de los autores.

LAS PLANTAS EN NUESTRA VIDA

El juego está diseñado por Enric Ramiro junto con José Pío Beltrán Porter, Pilar Gandía Esteve, Javier Martín López y publicado por la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas en 2012. Conmemora la celebración del Fascination of Plants Day, 18 de mayo de 2012, una iniciativa promovida por la EPSO (European Plant Science Organization) a la que se adhirieron organizaciones de más de 30 países. El juego pretende celebrar este día, pero también llamar la atención sobre la importancia que

tienen las plantas en la vida de las personas y el mundo que nos rodea. Se emplea un folleto con una cuadrícula de 4x4 con 16 científicos, científicas o plantas: Gregor Johann Mendel, Norman Borlaug, Charles Robert Darwin, Johann W. von Goethe, Jeff Schell, Marc van Montagu, Barbara McClintock, Melvin Calvin, Matthias Jakob Schleiden, Martinus Willem Beijerinck; plantas: hiedra, chlorella, rosas, naranjo, tabaco, arabis, trigo-arroz-maíz, guisante. Las instrucciones son muy similares a las del juego anterior; *La química en nuestra vida*, de forma que tras seguirlas se acaba por llegar a la casilla del Fascination of Plants Day:



Ilustración 3. Las plantas en nuestra vida. Fuente: fotografía de los autores.

LA MALETA DE LA CIENCIA

Se trata de una colección de experimentos que giran en torno al agua o al aire, con los que mostrar y demostrar diferentes propiedades y fundamentos físicos y químicos de una manera sencilla y divertida. Ha sido realizada por Enric Ramiro y publicada por la Càtedra de Divulgació de la Ciència de la Universitat de València. No se trata de juegos matemáticos, pero merece la pena incluir este recurso porque, como indica el propio autor a propósito de algunos experimentos, sus resultados están muy próximos a los trucos de magia, causan fascinación e igualmente son útiles para motivar el aprendizaje científico¹⁹.

JUEGOS MATEMÁTICOS PARA OTRAS MATERIAS. LAS CIENCIAS SOCIALES

La *matemagia* no es un instrumento útil únicamente en las Matemáticas o las áreas científicas, sino que se puede emplear en cualquier campo del conocimiento para captar la atención de los observadores. Como explica Ramiro, hay muchas aplicaciones que conectan las Matemáticas con otras materias, afines o no y que permiten «confirmar su versatilidad con respecto a campos tan diversos como el económico, el ambiental, el patrimonial o el humorístico entre muchos otros»²⁰. Por ejemplo, los juegos matemáticos pueden ser realmente útiles aplicados a las asignaturas de Ciencias Sociales y pueden ayudar a cambiar un cliché que las ve como poco útiles, pesadas y basadas casi por completo en la capacidad retentiva de los estudiantes.

¹⁹ RAMIRO, E. (2010). *La maleta de la ciencia: 60 experiments d'aire i aigua i centenars de recursos per a tothom*, Barcelona. Editorial Graó.

²⁰ RAMIRO, E. (2017), p. 53.

BARAJA DE PERSONAJES AFRICANOS Y BARAJA DE MUJERES CIENTÍFICAS

La baraja *Àfrica, tan a prop i tan lluny* fue diseñada y realizada por Enric Ramiro y Sara Prades, y publicada después por la Oficina de Cooperación al Desarrollo y Solidaridad de la Universitat Jaume I de Castellón en 2016. Las cartas incluyen a 52 personajes relevantes al largo de la historia del continente, hombres y mujeres en igual número. Se acompaña de un cuadernillo con una recopilación de juegos *matemáticos* para realizar con los naipes, del estilo de predicción y adivinación *cartomágica*.



Ilustración 4. Baraja *Àfrica, tan a prop i tan lluny*. Fuente: fotografía de los autores.

En 2017, la Universitat Jaume I publicó la baraja *30 segles de dones científiques per a fer-se visibles*, diseñada por Enric Ramiro. En este caso los naipes representan a 52 mujeres relevantes de la historia de la ciencia que reivindican su valioso y a menudo olvidado papel en este campo. Igualmente, cuenta con la recomendación de una serie de juegos *matemáticos* para desarrollar:

JUEGO DE LAS CREENCIAS

Un recurso diseñado por Enric Ramiro y publicado por Ediciones Babilonia, inspirado en el juego *matemático Pincha una bebida* diseñado por Martin Gardner. Se presenta un cartón con una rueda en la que figuran 12 palabras relacionadas con creencias de todo el mundo: Buda, hinduistas, Cristo, politeístas, Mahoma, agnosticismo, ateísmo, Ra, judaísmo, sij y sintoísmo. Las instrucciones, muy sencillas, permiten a quien lo realiza adivinar la creencia solo a partir del número de golpes.

¿QUÉ PAISAJE APADRINAS?

Es un juego realizado por Enric Ramiro, con la colaboración de Sergi Selma en la selección de las fotografías, inspirado en el juego *matemático El cuadro de colores* de Pedro Alegría. Se trata de un recurso para trabajar los diferentes tipos de paisaje —montaña, urbano, llanura y costa— en Geografía. Se realiza sobre un folleto en el que hay una cuadrícula de 5x5 con 25 paisajes de todo el mundo. El ejecutante acaba por adivinar el paisaje donde acaba la persona participante, después de un recorrido que ha iniciado en un paisaje elegido. Las instrucciones son:

1. Empieza por situarte en un paisaje de costa.
2. Ve hacia la derecha o hacia la izquierda hasta que llegues a una foto de paisaje urbano.

3. Ahora, muévete hacia arriba o hacia abajo hasta llegar a una foto donde veas un paisaje de llanura.
4. Desplázate en diagonal para buscar una imagen de paisaje de montaña.
5. Para finalizar, busca hacia la derecha o hacia la izquierda la primera fotografía de paisaje de costa.
6. Ya sé dónde has acabado tu viaje alrededor de algunos de los mejores paisajes del mundo.

CONCLUSIONES

La producción del grupo cuenta con más juegos *matemáticos* como los que se han explicado hasta aquí, algunos de ellos ya publicados. Hay juegos sobre el sistema solar, sobre los ríos más caudalosos de la Tierra, sobre ciudades españolas, sobre personajes relevantes de la historia de la humanidad, sobre fiestas y tradiciones, sobre países y banderas, sobre estilos arquitectónicos o sobre patrimonio y turismo.

Las posibilidades de la *matemagia* son ilimitadas, pues hay multitud de juegos para emplear y se pueden aplicar a cualquiera de los contenidos que integran las áreas del currículo en los distintos niveles del sistema educativo. El objetivo es ahora animar a los docentes a emplear estos recursos para aumentar la motivación y el interés de su alumnado, para conseguir que aquellos conceptos que para algunos pueden resultar aburridos o enrevesados, se tornen amenos y entendibles a través de la magia de las matemáticas.

UTILIZACIÓN DE UN EXPERIMENTO SOBRE LA ACCIÓN DE VERTIDOS CONTAMINANTES AL SUELO EN DIFERENTES ENTORNOS CULTURALES Y NIVELES DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Ana Jesús Hernández

*Universidad de Alcalá, Campus Universitario Externo, Edificio de Ciencias
28871 Alcalá de Henares (Madrid, España)
anaj.hernandez@uah.es*

Araceli Pérez

*Department of Earth Sciences, Natural History Museum,
Cromwell Rd, Kensington, London SW7 5BD (United Kingdom)
araceli.perezsanz@gmail.com*

Estrella Tena

*Universidad Autónoma de Santo Domingo.
CI Alma Mater, Santo Domingo (República Dominicana)
etena32@uasd.edu.do*

María Jesús Gutiérrez-Ginés

*Institute of Environmental Science and Research Limited (ESR) Christchurch Science
Centre: 27 Creyke Road, Ilam, Christchurch 8041, PO Box 29181, Christchurch 8540 (New Zealand)
Maria.gines@esr.cri.nz*

Palabras clave: contaminación suelo, método científico, educación formal, educación científica.

Keywords: soil pollution, scientific method, formal education, STEM education.

Resumen

Nos situamos en el objetivo de mejorar el nivel de educación científica a través de nuestra cooperación como investigadoras en disciplinas medioambientales. Este trabajo ha sido puesto en práctica en diferentes actividades diseñadas para «Semanas de la Ciencia» (Madrid y Londres), así como en «Jornadas Escolares Extendidas» (República Dominicana) y validado por docentes de Educación Primaria.

Se han utilizado cuatro tipos de suelos (capa superficial) con usos habituales en los territorios donde trabajamos, y se han añadido cuatro tipos de contaminantes de uso doméstico (aceite usado, detergente, gasóleo y colorante en polvo) a cada uno de ellos. Los resultados son percibidos en distintos tiempos (horas o días). Exponemos los marcos conceptual y metodológico, el montaje del experimento e

instrumentos didácticos utilizados. Se concluye que los escolares pueden conocer cómo afectan distintos vertidos a los ecosistemas terrestres, por lo que van aprendiendo a tomar conciencia de las consecuencias negativas que algunas actividades cotidianas producen.

Abstract

We aim to improve STEM learning through the cooperation as researchers in environmental disciplines. The work has performed in pack activities during the Science Weeks (Madrid and London) as well as "Extended School Days" (Dominican Republic) and validated by teachers of primary schools.

We tried the experiment with four contrasting types of soil (top soils), with the main land use in the areas where we are working. We added four types of domestic contaminants (used cooking oil, dishwashing liquid, fuel, and food colouring – which represents a solid but soluble solid contaminant). The results are perceived at various times (hours and/or days). We provide the conceptual and methodological frameworks; the experiment set up and the learning tools. This experiment enables the student to investigate how different discharges affect the terrestrial ecosystem, making students aware of the negative consequences that some daily routines can produce.

INTRODUCCIÓN

Partimos del reto de que todos los niños y niñas del mundo no solo vayan a la escuela, sino que tengan derecho a una educación de calidad mediante el aprendizaje de las habilidades que necesitan para llevar vidas saludables y productivas¹. La importancia de la equidad y las actividades fuera de las escuelas en el aprendizaje de las ciencias contrasta muchas veces con la falta de iniciativas por parte de los centros de investigación para conectar la ciencia con la escuela². No obstante, desde nuestra experiencia de colaboración con la educación básica, coincidimos con la publicación citada en que son tres las cuestiones en las que la ciencia y sus valores juegan un papel fundamental en los más jóvenes: el pensamiento crítico como herramienta para desenvolverse en la vida, el método científico para resolver las cuestiones que plantea la realidad en la que se vive y el avance que la ciencia supone para la ciudadanía.

Reconocemos que las escuelas no están solas ante esta meta ambiciosa. Los museos de ciencia han sido generalmente las únicas instituciones que han conseguido conectar el ámbito científico con el educativo. Otro tipo de iniciativa reciente ha sido la creación del programa «La Ciencia me Fascina» desde el Ministerio de Educación de la República Dominicana³, para facilitar la labor de los docentes de Educación Primaria y cuyo objetivo esencial es el proporcionar material didáctico adecuado para ir trabajando la competencia científica y tecnológica en la escuela. La construcción de los aprendizajes de las niñas y los niños, mediante el diseño de 51 talleres para trabajar como científicas y científicos⁴, pone de relieve la

¹ UNESCO (2016). *Declaración Incheon y Marco de Acción para la realización del objetivo de Desarrollo Sostenible 4. Educación 2030*, p. 84.

² FEINSTEIN, N.W. (2017). Equity and the meaning of science learning: A defining challenge for science museums. *Science Education*, 101, pp. 533-538.

³ MINERD (2015). «La Ciencia me Fascina» [en línea], disponible en: <http://www.educando.edu.do/portal/la-ciencia-me-fascina/>.

⁴ HERNÁNDEZ, A. J. TENA, E. y CEBALLOS, R. (2017). Programa «La Ciencia me Fascina» para la Educación Primaria en República Dominicana. En *Educación Científica e Inclusión Sociodigital*. L. M. DUBINI et al. (eds.). Editorial Universidad de Alcalá. Servicio de Publicaciones, pp. 144-154.

sistematización de los procesos que iniciamos desde el comienzo escolar; en los que se privilegian distintos experimentos sencillos para despertar vocaciones científicas. Y también diremos que otra forma de ayudar a que la escuela no esté sola para los aprendizajes en Ciencias de la Naturaleza ha venido siendo últimamente la contribución de científicas y científicos en la divulgación de sus conocimientos en actividades diseñadas en las Semanas de la Ciencia.

Para las autoras de este trabajo, el mejorar el nivel de educación científica a través de nuestra cooperación como investigadoras en disciplinas medioambientales, comunicando e intercambiando experiencias didácticas en esta línea⁵⁶, ha venido constituyendo uno de sus objetivos profesionales. Y es desde esta óptica donde insertamos lo que exponemos a continuación. Lo haremos intentando, en la medida de lo posible, mediante esquemas que puedan valer por si desean utilizarlos las y los docentes en su práctica educativa.

MATERIAL Y MÉTODOS

I. MARCOS CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

La magnitud y gravedad de los procesos de la contaminación de los suelos está afectando no solo a la degradación de este recurso natural, sino también a poblaciones vegetales cultivadas en ellos y que son consumidas por la gente y por los animales. Pero es nula la percepción de este tipo de contaminación, aunque se asuma que algunos compuestos utilizados en la agricultura (fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas) causen perjuicios para la salud. Con fines de formación y/o sensibilización acerca de esta cuestión, hemos querido aproximarnos mediante esta actividad en Educación Primaria.

El suelo es un tema escasamente tratado en los libros de texto de la educación obligatoria. En comparación con la contaminación del aire o del agua, la del suelo tiene poca cabida en los temarios y, si se trata, no se hace desde una perspectiva investigativa. Podemos decir que el suelo es el gran olvidado en los currículos de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato⁷, aunque podemos citar algunas experiencias^{8,9}; pero mucho más olvidado es en Educación Primaria¹⁰. Somos conscientes de las dificultades que entraña para la escuela el abordaje de procesos tan complicados como el de la contaminación. Pero no por ello podemos callarlo.

⁵ HERNÁNDEZ, A. J. y GUTIERREZ-GINÉS, M.^a J. (2013). *Contaminación de suelos y sus efectos en la salud de ecosistemas y salud humana. Talleres para la investigación con estudiantes*. Editorial Centro Cultural Poveda. Santo Domingo, p. 136.

⁶ GUTIÉRREZ-GINÉS, M.^a J., HERNÁNDEZ, A. J., PASTOR, J. (2013). Proyectos de investigación con suelos contaminados. En PASTOR, J., HERNÁNDEZ, A. J. (coord.) *La investigación medioambiental desde la escuela*. Editorial Centro Cultural Poveda, Santo Domingo, República Dominicana, pp. 95-115.

⁷ SECS (2016). *Libro blanco. Tratamiento del suelo en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria y de bachillerato en España*. Editorial Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, p. 159.

⁸ GUTIÉRREZ-GINÉS, M.^a J., MÍNGUEZ, A. y HERNÁNDEZ, A. J. (2012). Efectos de la contaminación del suelo en plantas de cultivo: experiencias docentes de transversalidad e incorporación de las TIC para escolares españoles y dominicanos. En *Libro de Resúmenes del II Congreso de Docentes de Ciencias (Biología, Geología, Física y Química), sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*. Editorial Santillana, pp. 36-37.

⁹ LOPERA, M. (2016). Caracterización cualitativa de suelos: un paso hacia la comprensión de sistemas complejos en bachillerato. En MONTERO, M. G et al. (eds.). *Actas del IV Congreso de Docentes en Ciencias de la Naturaleza*. Editorial Santillana.

¹⁰ HERNÁNDEZ, A. J., GUTIÉRREZ-GINÉS, M.^a J., PASTOR, J. (2010). Investigación del tratamiento de la contaminación del suelo en libros de texto para escolares y alternativas docentes experimentadas. En *El suelo: funciones y manejo*. Editorial Copicentro. Granada, pp. 929-938.

Las figuras 1 y 2 ilustran los referentes metodológicos tenidos en cuenta para el diseño de las actividades sugeridas en el experimento y que han sido contrastados por nosotras.

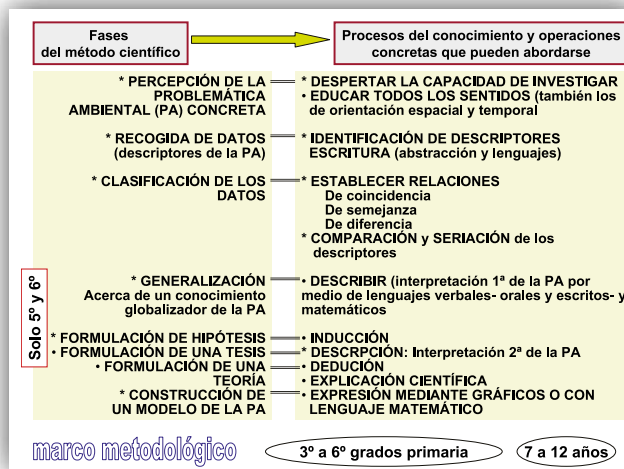


Figura 1.

Articulación metodológica	METODOLOGÍA PARA UNA SECUENCIA LÓGICA DEL APRENDIZAJE	FASES DEL MÉTODO CIENTÍFICO	PROCESO DEL CONOCIMIENTO	METODOLOGÍA ACTIVA
	1º Partir de una actividad de situación (de una realidad concreta)	Percepción y recogida de datos	Proceso inductivo	La secuencia del aprendizaje se realiza toda ella por medio de actividades
	2º Adquirir un nuevo conocimiento de esa realidad	Clasificación, generalización, formulación de hipótesis, experimentación, elaboración tesis	Proceso deductivo	
	3º Aplicar el nuevo conocimiento a la situación primera y a situaciones análogas	mecanismos de retroalimentación	Proceso inductivo	

marco metodológico

Figura 2.

2. SUELOS Y VERTIDOS

Se han utilizado suelos con usos habituales en los territorios donde se ha realizado el experimento (de cultivos, de bosque o de explotaciones mineras). Todos corresponden a la capa superficial (0-20 cm), que han sido recogidos mediante azada en los agroecosistemas originales y pasados por tamiz de 2 mm. Cuatro tipos de contaminantes de uso doméstico (aceite casero usado, detergente, gasolina o gasóleo y un colorante en polvo) son los utilizados. Estos han sido seleccionados teniendo en cuenta las siguientes consideraciones. Esencialmente, que respondan a situaciones reales. Así, no siempre resulta sencillo y cómodo depositar el aceite usado en un punto limpio, por lo que deshacerse de él a través de la taza del váter o tirándolo a la basura es una práctica habitual. No es raro, por lo tanto, que acabe vertiéndose sobre el suelo de algún vertedero. En las zonas rurales también es práctica habitual vaciar el cubo de agua con detergente en la calle o en el solar cercano a la casa, luego el detergente también puede convertirse en un vertido sobre el suelo. Los vertidos de gasolina y gasóleo por fugas en su transporte o en gasolineras o lavados de embarcaciones y coches son de sobra conocidos. Por último, el colorante en polvo simula un compuesto sólido con mayor dificultad de penetrar en el suelo a no ser a causa de la lluvia o riego.

3. MONTAJE DEL EXPERIMENTO

El diseño del experimento se muestra en la *figura 3*. Para llevarlo a cabo ha sido necesaria la construcción de los dispositivos que se muestran en la *figura 4*. El diseño contempla un control para cada caso, en el que en vez del contaminante se añade solamente agua.



Figura 3.

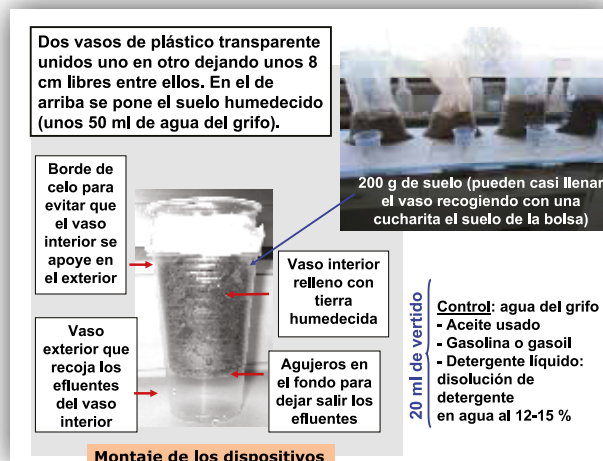


Figura 4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo hemos recorrido tres fases: (1) diseño del experimento y experimentación del mismo con 112 estudiantes finalistas de Biología en la Universidad de Alcalá (Madrid) mediante un taller de Ecología Aplicada a la Educación; (2) experimentación con 55 maestras/os dominicanos para validar los instrumentos didácticos utilizados; (3) realización con escolares (48 estudiantes de Guadalajara y Madrid en Semanas de la Ciencia y 35 en Londres; 91 estudiantes dominicanos en Jornadas Escolares Extendidas). Un total de 341 personas participantes durante los años 2012-2017 y correspondientes a distintos contextos socioculturales.

a. Instrumentos didácticos utilizados

En las *figuras 5 y 6* se muestran las fichas entregadas a los docentes para que puedan visualizar la planificación necesaria con vistas a utilizar este experimento en alguna de las horas designadas a las Ciencias

de la Naturaleza. Asimismo, estas figuras fueron también repartidas a cada estudiante de 5.º y 6.º con el fin de proporcionarles mayor autonomía en el trabajo. Lógicamente, aunque el objetivo general se tiene en cuenta cualquiera que sea el grado con que se realice el experimento, las actividades para conseguir los objetivos específicos están sujetas al menor o mayor nivel del desarrollo de los niños y niñas. No obstante, en las figuras 7 y 9 se exponen los instrumentos didácticos para el seguimiento de las actividades en cualquier curso.



Figura 5.

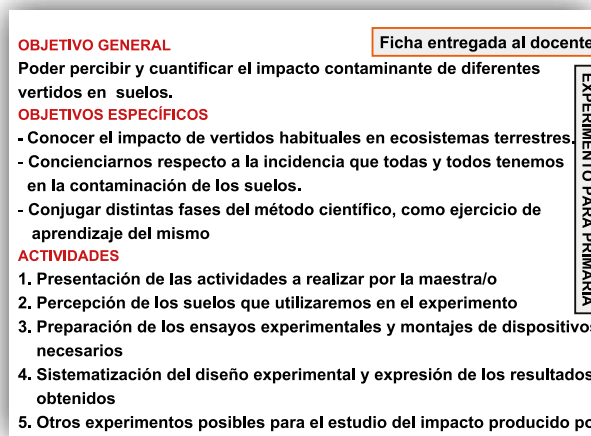


Figura 6.

La percepción de los suelos utilizados antes de añadir los contaminantes a los mismos es una actividad primordial en cualquier grado de Primaria (figura 8), pero cuantificar la acción de esos contaminantes en los suelos dependerá del curso escolar. Así, en el caso de 3º de primaria podrá ser una «lluvia de ideas» con lo que ha ocurrido, mientras que en el caso de 4º y 5º se puede realizar una valoración semicuantitativa del impacto contaminante en suelos utilizados (ver figura 9), e incluso de forma cuantitativa como se muestra en la tabla 1. En todo caso, en la figura 10 se muestra la ficha general entregada al docente para esta actividad, si bien en la figura 11 se pueden observar las clarificaciones a tener en cuenta a partir de 4.º grado.

b. Resultados globales

Se trata de un experimento que no requiere de materiales e instrumentación difícil de encontrar, lo que permite llevarlo a cabo en cualquier colegio o escuela, además de responder a practicar alguna de las fases del método científico.

Para la percepción de la contaminación de los suelos a causa de los vertidos efectuados, se tendrán en cuenta dos componentes de los agroecosistemas: suelos y aguas subterráneas. Si el vertido percola, será considerado como que puede afectar a las aguas subterráneas. Así pues, entre todas las actividades realizadas se podrán conocer las cuestiones siguientes: (i) percepción del impacto de cada vertido en un mismo agroecosistema y (ii) percepción del impacto de un mismo tipo de vertido en diferentes suelos. Es importante que los suelos recogidos puedan tener colores distintos o sean más o menos arenosos para facilitar los resultados.

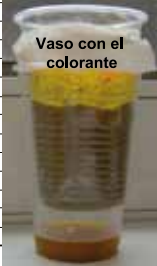
REGISTRO DE DATOS		Monitoreo de Variables	Todos los cursos
Fecha		Nombre / Curso	
Identificación vaso N°	Observar si hay líquido en el vaso inferior	Olor del suelo	Síntomas en el suelo
			

Figura 7.



Figura 8.

MONITOREO DEL EXPERIMENTO: Hacemos una valoración semicuantitativa (+, -, 0), de lo que ha ocurrido después de 24 horas en reposo con el vertido en el suelo del vaso superior y lo que haya en el vaso inferior.

	Suelo 1			Suelo 2			Suelo 3			Suelo 4		
	Suelo	Agua	Aire	Suelo	Agua	Aire	Suelo	Agua	Aire	Suelo	Agua	Aire
Acetate usado												
Deterg.												
Gasolina												
Colorante												
Control												

Ejemplo para 4° grado

Figura 9. Ejemplo de tabla para realizar una valoración semicuantitativa.

El experimento mostrado permite, por un lado, percibir los procesos de los vertidos en diferentes suelos, lo que nos lleva a pensar deducciones, y también nos lleva a plantearnos nuevas hipótesis sobre los procesos que hemos percibido. La *figura 13* recoge las cuestiones esenciales facilitadas al docente para que pueda tenerlas presentes en la discusión de los resultados obtenidos o, incluso, poder facilitar la interpretación de los mismos (ver *figura 14*).

El que un contaminante se quede retenido en el suelo será considerado como contaminante del mismo. La valoración se realizará según se expone en la *figura 12*, manteniendo el experimento bajo condiciones controladas de luz y temperatura y sin añadir agua. El hecho de tener un diseño estadístico, permite obtener resultados que puedan ser significativos.

Tabla 1. Ejemplo de valoración cuantitativa por estudiantes españoles de 6.º curso de Primaria: volumen de percolados o vertidos infiltrados (ml) después de una semana de montar el experimento (M: media, dt: desviación típica, *: fenómeno que solo ocurrió en una ocasión).

		Suelo olivar		Suelo viñedo		Suelo cereal		Suelo encinar	
	<i>Vertido</i>	M	dt	M	dt	M	dt	M	Dt
<i>Control</i>	<i>Percolado</i>	13,8	4,5	14,3	16,5	9,6	10,4	8,8	7,8
<i>Aceite</i>	<i>Sobrenadante</i>	9,5*	-	0,0	0,0	10,5*	-	0,0	0,0
	<i>Aceite percolado</i>	5,9	7,2	3,3	5,8	2,5	3,5	2,6	2,7
	<i>Agua percolada</i>	8,2	14,1	4,3	7,5	2,0	3,5	0,0	0,0
<i>Detergente</i>	<i>Volumen total de efluentes</i>	7,9	13,1	14,3	16,5	8,0	4,9	3,1	3,3
<i>Gasolina</i>	<i>Gasolina percolada</i>	2,3	2,5	2,3	2,7	1,3	2,3	0,0	0,0
	<i>Agua percolada</i>	4,1	4,9	4,6	5,4	6,3	6,3	0,0	0,0

Se comprueba que todas las fases del método científico pueden trabajarse con un experimento como este en los últimos cursos de Educación Primaria, desde la percepción de una realidad, el diseño de un experimento para comprobar hipótesis, la recogida de datos o la deducción de conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos, abogamos porque la contaminación de los suelos sea contemplada en el currículo escolar, aun a sabiendas que «todo no puede entrar en la escuela». Para ello, hay que pensar en «saberes con fecha de caducidad», como serían cuestiones relativas a clasificaciones de suelos en la enseñanza primaria, con el fin de procurar el aprendizaje de otros saberes que están más en sintonía con las necesidades para una educación básica contemporánea. Esto significa que hay que dar paso a algunos conocimientos para la escuela de forma interdisciplinar o integrada y no ser contemplados en diferentes áreas (naturales o sociales) abordando los mismos contenidos. Y, en última instancia, se corrobora que el estilo de aprendizaje experimental es más provechoso que el teórico en las ciencias de la naturaleza, como también se muestra en Calvo (2017)¹¹, así como el trabajo cooperativo¹² (Gato, 2016).

¹¹ CALVO, Z. (2017). Aprovechamiento en el estudio de las ciencias en estudiantes de educación básica primaria a partir de estilos de aprendizaje. *Journal of Learning Styles-Revista de Estilos de Aprendizaje-Revista de Estilos de Aprendizagem*, 9(18), pp. 4-31.

¹² GATO, M.ª J. (2016). Trabajo cooperativo en el aula de ciencias, adquisición de de competencias para toda la vida. En MONTERO, M. G. (coord.). *Congreso de Docentes en Ciencias de la Naturaleza*. Editorial Santillana.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL EXPERIMENTO DE CONTAMINACIÓN

Todos los y las estudiantes deberán observar el experimento completo, no solo lo que preparó cada equipo. Deben escribir en el cuaderno cada estudiante lo siguiente: en relación a la comparación del comportamiento de los distintos contaminantes echados en cada suelo en relación al control y lo que ha ocurrido en cada uno de los vasos, según el modelo

Para cualquier curso

Vaso control
Vaso con aceite
Vaso con gasolina
Vaso con colorante
Vaso con detergente

Escribe lo que observas

Hay que contestar las preguntas siguientes para cada tipo de suelo utilizado:

1. Si hay contaminante en el fondo del vaso sin suelo
2. Si el suelo tiene color distinto con algún contaminante respecto al control
- 3.Cuál les parece el peor contaminante para los tres tipos de suelos investigados ¿Porqué?

Figura 10.

REALIZAMOS UNA MATRIZ DE DATOS CON LOS RESULTADOS DE LOS VASOS DESPUÉS DE LA ACCIÓN DE LOS VERTIDOS

Quando hablamos de valoración semicuantitativa es porque generamos una escala de valores por los que podemos comparar una característica sin emplear una magnitud física (longitud, peso, volumen). En nuestro caso, si el vertido echado al suelo ha percolado, o no, o huele simplemente, puede valorarse mediante alguna de las dos formas que damos a continuación:

ESACALA de más a menos:
Poner +++ para el contaminante que más haya contaminado y solo una + para el que menos.
O también poner un 4 al contaminante que peor se comporta y 3, 2 y 1 a los de menor efecto.

Comparar

Desde 4º

columnas

filas

Matriz

Figura 11.

1ª valoración de resultados
2 horas
3º grado

2ª valoración de resultados
24 horas
4º grado

3ª valoración de resultados
Una semana
6º grado

5º grado
2 días

VALORACIÓN DE RESULTADOS

El tiempo de experimentación depende del grado

Figura 12.

CONCLUSIONES

Con este experimento se pueden percibir y cuantificar los principales efectos que distintos vertidos tienen sobre ecosistemas terrestres, sean áridos o húmedos, mediterráneos o tropicales: se puede observar que se afectan dos componentes de esos sistemas ecológicos: suelos y aguas subterráneas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS



Con relación al comportamiento de los vertidos en diferentes suelos

a) De carácter metodológico

- Si los estudiantes han cogido una muestra representativa de suelo (mezcla de todo el contenido del saco o bolsa)
- Si se han humedecido bien los suelos de los vasos o los han encharcado.

b) Valorar cada uno de los productos añadidos al suelo y a cuantos medios de vida pueden afectar: Aceite, Detergente, Colorante, Gasolina

debido a su contenido en fosfatos puede...

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Si el vertido ha pasado al vaso inferior (que se notará por el líquido que hay en el fondo), significa que ese tipo de suelo es poroso (con fracciones granulométricas gruesas), y por tanto deja pasar los contaminantes hacia capas más profundas, pudiendo afectar al agua subterránea.
- Si, por el contrario, no hay nada de líquido en el vaso inferior, es que los contaminantes se quedan atrapados en la capa superficial del suelo (suelos que no son permeables y se compactan debido a que tienen mayor cantidad de grano fino (como la arcilla, por ejemplo).

→ dificulta la aireación del suelo

→ La gasolina provoca una compactación y desecación de algunos suelos

Figura 13..

El diseño experimental es el mismo para cualquier grado de Primaria, solo varían los instrumentos didácticos según el nivel de Primaria en que lo utilicen.

Se pueden llevar a cabo las fases del método científico y ser articuladas con los procesos del conocimiento y operaciones concretas que abordamos en la Educación Primaria en un tiempo nunca superior a 10 horas de actividad escolar:

Este experimento permite concienciar, desde realidades concretas, acerca de las consecuencias que tienen los vertidos habituales sobre los suelos.

Apostamos por la ciencia inclusiva en Educación Primaria, y por hacer saber a la escuela que no se encuentra sola a la hora de ir encaminando los aprendizajes para adquirir competencias científicas, medioambientales y de la salud de ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Cultural Poveda en Santo Domingo, desde donde se ha realizado la experimentación con docentes y en las escuelas, así como al Instituto Vicente Cañada Blanc de Londres y al Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención Marie Skłodowska-Curie Biostrategies n.º 652965.



Figura 14.

LA EXPERIMENTACIÓN EN EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA FORMACIÓN DE MAESTROS EN EDUCACIÓN INFANTIL

Sandra Laso Salvador; Mercedes Ruiz Pastrana

*Dep. Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Ciencias Sociales y de la Matemática
Facultad de Educación y Trabajo Social de Valladolid
Universidad de Valladolid, Campus Miguel Delibes. Paseo de Belén, 1. 47011 Valladolid (España)
sal_laso@hotmail.com*

Palabras clave: conciencia ambiental, experimentación, grado en Educación Infantil, educación ambiental, trabajo de campo.

Keywords: environmental awareness, experimentation, degree of early childhood education, environmental education, field work.

Resumen

La propuesta presentada tiene por objeto sensibilizar a los estudiantes del grado en Educación Infantil para el cuidado y la protección del medioambiente, con el propósito de dotarlos de una formación inicial adecuada para trabajar la educación ambiental en edades tempranas durante su futuro ejercicio profesional.

Las metodologías se han seleccionado siguiendo los criterios de la investigación de diseño, elaborando e implementado una serie de actividades que trabajan la sensibilización ambiental a través de la experimentación, mediante tareas problematizadas que acercan a los maestros en formación a contextos reales realizando actividades de conexión entre las distintas partes de un sistema socioecológico.

Abstract

The proposal presented aims to raise awareness among students of the Degree in Early Childhood Education for the care and protection of the environment, with the purpose of providing them with adequate initial training to work environmental education at an early age during their future professional practice.

The methodologies have been selected following the criteria of the design research, elaborating and implementing a series of activities that work environmental awareness through experimentation, by means of problematized tasks that bring trainee teachers closer to real contexts, carrying out connection activities between the different parts of a socio-ecological system.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad son numerosos los problemas ambientales a los que está sometida la población. El origen de muchos de estos problemas está relacionado con el comportamiento humano y su actual organización social¹. Esta situación demanda de la sociedad una población crítica y activa para afrontar los retos ambientales presentes. Por consiguiente, es necesario que la educación actual proporcione a los estudiantes oportunidades para desarrollar habilidades y valores que les permitan abordar los complejos problemas ambientales.

La tasa de preocupación de la sociedad ha sufrido un aumento en los últimos años, aunque, este hecho no se ha reflejado significativamente en comportamientos responsables hacia el medioambiente. Desde los organismos internacionales se están realizando diferentes llamamientos al colectivo de maestros, pues es vital que estos docentes cuenten con una formación adecuada en educación ambiental para poder transmitir actitudes y conocimientos ambientales a sus alumnos. Más aún, dadas las conocidas lagunas en educación ambiental presentes en el currículo para la formación inicial de maestros².

En este contexto, se puede pensar que el trabajo experimental, dentro del cual se incluyen las salidas al campo, las visitas a determinadas instalaciones, las prácticas de laboratorio, etc., son una oportunidad excelente, tanto para abordar contenidos teóricos y actitudinales de la educación ambiental como para mejorar la motivación de los futuros docentes hacia el aprendizaje y la enseñanza de las cuestiones ambientales, todo ello desde una perspectiva constructivista e innovadora.

LA EXPERIMENTACIÓN EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

La educación ambiental surge de la necesidad de asumir una educación relativa al medioambiente que induzca en la población una conciencia sobre la situación que vive el planeta y permita transformar aspectos básicos de la relación del ser humano con el medio desde el ámbito educativo³. En definitiva, pretende capacitar al ser humano para la conservación, la defensa y la mejora del medioambiente, haciendo un uso racional de los recursos naturales disponibles⁴.

Para cumplir con esos objetivos es indispensable el trabajo experimental, ya que posibilita un aprendizaje diferente al aprendizaje propio de aula. Los entornos creados con este tipo de trabajo generan una organización funcional diferente donde los alumnos colaboran entre sí, manipulan y se interrogan. Estas situaciones crean nuevas formas de aprendizaje surgidas de las continuas interacciones entre los propios compañeros y con el profesor. Asimismo, como señalan Amortegui, Correa y Valbuena⁵, este trabajo experimental permite al estudiante observar y poner en práctica los contenidos teóricos vistos en el aula.

El trabajo de campo posibilita el conocimiento y la interacción con el entorno inmediato, lo cual es un factor actitudinal fundamental a desarrollar en los alumnos. Esto incluye la observación, el análisis y la

¹ DIETZ, T., OSTROM, E. y STERN, P.C. (2003). The struggle to govern the commons. *Science*, 302(5652), pp. 1907-1912.

² ÁLVAREZ-GARCÍA, O., SUREDA-NEGRE, J. y COMAS-FORGAS, R. (2015). Environmental education in pre-service teacher training: A literature review of existing evidence. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 17(1), pp. 72-85.

³ MORÁN, H. (2000). La Universidad Frente a la Crisis Ecológica Mundial. Estado y Economía. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, 15, pp. 185-200. Recuperado de http://200.62.146.19/bibvirtualdata/publicaciones/economia/15/pdf/univer_ecologia_mundial.pdf.

⁴ COLÓN, A. (2011). La Educación Ambiental: una herramienta para la protección y conservación del entorno. *Revista 360°*, 6, pp. 1-5. Recuperado de [http://cremc.ponce.inter.edu/360/revista360/ciencia/La%20Educacion%20Ambienta%20\(R Revista%20360%206%20edicion\).pdf](http://cremc.ponce.inter.edu/360/revista360/ciencia/La%20Educacion%20Ambienta%20(R Revista%20360%206%20edicion).pdf).

⁵ AMORTEGUI, E., CORREA, M. y VALBUENA, E. (2010). Aporte de las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional de futuros profesores de biología. *II Congreso Internacional de Didáctiques*.

síntesis de datos y estímulos que recogen y reciben del entorno, y que deben ser capaces de interpretar; elaborando un criterio propio al respecto⁶. En concreto, algunas propuestas para trabajar la educación ambiental desde la experimentación incluyen:

- Las visitas a aulas de medioambiente o centros de interpretación, que favorecen el contacto con el entorno más cercano al alumno.
- La realización de itinerarios para favorecer la percepción y manipulación de los elementos disponibles.
- La observación de fauna y flora.
- La realización de talleres que fomentan una enseñanza participativa y activa.

METODOLOGÍA

Una vez expuesto el marco teórico en relación a la educación ambiental y el uso de la experimentación en el contexto educativo, se aportan, a continuación, las pautas metodológicas seguidas para llevar a cabo la propuesta didáctica que aquí se presenta.

La propuesta para la enseñanza de la educación ambiental recoge una secuencia de actividades que pretenden contribuir a la preparación de los maestros en formación con el objetivo de conocer cómo sus acciones afectan al mundo y a los sistemas medioambientales, de los cuales dependen tanto ellos como sus descendientes. Esto implica que los futuros docentes deben conocer y entender las problemáticas medioambientales más relevantes y escoger las políticas y acciones más adecuadas y coherentes para su solución. Para ello, se implementan métodos de enseñanza que incluyen tanto el aprendizaje autónomo como actividades de instrucción⁷. Además, como señalan estos mismos autores, el aprendizaje de estas cuestiones se ve potenciado cuando se combinan enseñanzas cooperativas y colaborativas, de argumentación y orientadas a la solución de problemas.

El trabajo en grupos pequeños se emplea como estrategia para organizar el trabajo de aula-laboratorio y el de las salidas externas. Se propone recurrir al trabajo colaborativo entre maestros en formación apoyado en la búsqueda de información⁸, ya que permite construir significados a través de la interacción con los propios compañeros^{9,10}, evaluando el aprendizaje, la acción y el conocimiento juntos. En todo este proceso se impone la necesidad de reconocer el carácter social del aprendizaje, dado que este tipo de aprendizaje puede cambiar la motivación que presente el alumno por aprender¹¹. Además, la necesidad de realizar actividades de colaboración en las escuelas para fomentar el aprendizaje y el desarrollo de

⁶ AMARO, F., MANZANAL, A. I. y CUETOS, M. J. (2017). *Didáctica de las ciencias naturales y educación ambiental en educación infantil*. Universidad Internacional de La Rioja.

⁷ JERONEN, E., PALMBERG, I. y 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), pp. 1-19. doi:10.3390/educsci7010001.

⁸ VOLET, S., SUMMERS, M. y THURMAN, J. (2009). High-level co-regulation in collaborative learning: How does it emerge and how is it sustained? *Learning and Instruction*, 19(2), pp. 128-143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.001>.

⁹ KHOSA, D. K. y VOLET, S. E. (2014). Productive group engagement in cognitive activity and metacognitive regulation during collaborative learning: can it explain differences in students' conceptual understanding? *Metacognition and Learning*, 9(3), pp. 287-307. doi:10.1007/s11409-014-9117-z.

¹⁰ VOLET, S., VAURAS, M., KHOSA, D. y IISKALA, T. (2013). Metacognitive regulation in collaborative learning. Conceptual developments and methodological contextualizations. En Volet, S., Vauras, M., eds., *Interpersonal Regulation of Learning and Motivation: Methodological Advances*, pp. 67-101. Routledge: New York.

¹¹ BRYAN, R. R., GLYNN, S. M. y KITTLESON, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), pp. 1049-1065. doi: 10.1002/sce.20462.

competencias colectivas es cada vez más evidente, dada su creciente importancia en la resolución de problemas complejos y en la construcción del conocimiento en la sociedad actual¹².

Asimismo, el futuro maestro de Educación Infantil debe alfabetizarse científica, ambiental y emocionalmente, de manera que pueda actuar de forma eficaz en el aula. En consecuencia, el programa de actividades debe otorgar al maestro en formación un bagaje en competencias actitudinales y emocionales relacionadas con la enseñanza de las ciencias y el conocimiento del medio natural. Por ello, se ha seleccionado un enfoque que parte de una serie de tareas en las que se ponen en juego estrategias metacognitivas que ayudan al futuro maestro de Educación Infantil a tomar conciencia de la influencia de sus creencias, actitudes y emociones en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la educación ambiental, con el fin de mejorarlas. En esta línea, Gil y Vilches¹³ subrayan que las actividades deben incluir:

- a) La discusión del posible interés y relevancia de las situaciones propuestas.
- b) El estudio cualitativo de las situaciones problemáticas abordadas.
- c) La elaboración y puesta en práctica de estrategias de resolución.
- d) El análisis y la comunicación de los resultados.

Por otro lado, las técnicas de investigación son también usadas como estrategia para ayudar a los estudiantes a construir su propio conocimiento sobre las problemáticas ambientales y su tratamiento. Esta técnica, más interactiva, tiene un fuerte efecto en el compromiso y el conocimiento de los estudiantes¹⁴.

La selección de las situaciones ambientales a trabajar requiere tener en consideración diferentes aspectos. Se desarrollarán capacidades de actuación a favor del medio cuando las situaciones problemáticas que se trabajen afecten de manera directa al alumnado¹⁵. Por ello, con el propósito de motivar a los maestros en formación en la realización de la propuesta, el contexto seleccionado es un contexto real. Trabajar con un contexto cercano al estudiante, como ya se ha comentado, hace que esté más familiarizado con el mismo, lo que permite un mayor compromiso y, por lo tanto, un mayor éxito de la tarea¹⁶.

Además de las estrategias descritas anteriormente, se utilizan otros recursos que trabajan la metacognición y, por tanto, el aprendizaje significativo. Estas son las puestas en común y los debates, así como el diseño de actividades destinadas a sus futuros alumnos de Infantil. El diseño de actividades constituye una labor que ha de acometer de forma natural y habitual el docente, lo cual requiere elegir contenidos, organizarlos y secuenciarlos, anticiparse a las dificultades de los niños, etc.

EXPERIENCIAS PROPUESTAS

Si bien se puede aplicar en cualquier centro educativo, en general, la propuesta y su metodología se han preparado e implementado para enseñanza superior. Se considera muy útil que los futuros docentes

¹² VAURAS, M. y VOLET, S. (2013). The study of interpersonal regulation in learning challenges the research methodology. En VOLET, S., VAURAS, M. (eds.), *Interpersonal Regulation of Learning and Motivation: Methodological Advances* (pp. 1-13); Routledge: New York, NY, USA.

¹³ GIL, D. y VILCHES, A. (2004). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación* 16(3), pp. 259-272.

¹⁴ DESLAURIERS, L., SCHELEW, E. y WIEMAN, C. (2011). Improved learning in a large-enrollment physics class. *Science*, 332(6031), pp. 862-864. doi: 10.1126/science.1201783.

¹⁵ UNESCO (1980). *La Educación Ambiental: Las Grandes Orientaciones de la Conferencia de Tbilisi*. Recuperado de <http://www.pnuma.org/educamb/documentos//PDF/Laeducacion.pdf>.

¹⁶ LIBRO BLANCO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL (1999). Recuperado de http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/blanco_tcm7-13510.pdf.

puedan disponer de recursos para su futura docencia. En este trabajo, como ejemplo de implementación, se presenta la propuesta realizada. La descripción completa incluye un cuaderno-guía para los alumnos y otro para el docente, evitando, de este modo, pérdidas innecesarias de tiempo.

Se emplea como recurso un parque situado en las proximidades del campus «La Yutera» (Palencia) de la Universidad de Valladolid. El parque público Ribera Sur fue construido con fondos públicos, en su mayor parte procedentes de la Comunidad Económica Europea. En el año 2008 se inauguró el área recreativa, de ocio y deporte del Ribera Sur con una longitud de 1,5 kilómetros y una extensión de 17 hectáreas, extendiéndose desde el centro deportivo «La Lanera» hasta la parte posterior del campus universitario. Este parque artificial destinado a actividades deportivas como golf, fútbol, correr, pasear, etc., además de otros fines como la celebración de fiestas en el entorno natural, aprovecha el entorno rico en aves y, sobre todo, en vegetación variada debido al río Carrión que pasa por sus inmediaciones.

PREPARACIÓN DE LA PROPUESTA

Todas las actividades planteadas giran en torno al parque Ribera Sur (*figura 1*) y, por ello, lo primero que deben hacer los alumnos es buscar información de dicho entorno. De este modo, se consigue familiarizar al alumnado con el entorno.

Esta actividad, desarrollada en el aula, se realiza con los alumnos organizados en grupos de trabajo, los mismos que posteriormente se utilizarán para el resto de actividades.

Por otra parte, la actividad no es una búsqueda libre de información, sino que se les proporcionan una serie de pautas, que posteriormente serán objeto de profundización, bien en el trabajo de campo, o bien en el trabajo de laboratorio.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADERNOS-GUÍA DE TRABAJO

Los cuadernos-guía empleados para el desarrollo de la propuesta presentan el mismo tipo de formato, tanto para el docente como para los alumnos, dado que se pretende conseguir una complementariedad durante el desarrollo de las diferentes actividades:

- a) En primer lugar, cuentan con una introducción a la guía, uso recomendado de la misma, así como una serie de orientaciones a seguir en el desarrollo de las actividades.
- b) Seguidamente, se recoge una breve descripción del entorno, aportando mapas de localización geográfica y puntos de interés, así como un mapa descriptivo con el itinerario propuesto y orden de las actividades (*figura 1*).



Figura 1. Itinerario de las salidas.

- c) Asimismo, la guía recoge las principales características del parque en cuanto a hidrografía, flora y fauna.
- d) En último lugar, se recogen las actividades a desarrollar en la propuesta. Dichas actividades, posteriormente, se entregan al docente para ser objeto de evaluación.

SALIDAS AL PARQUE RIBERA SUR (PALENCIA)

Las salidas de campo plantean diferentes paradas (ver *figura 2*) que presentan objetivos diversos. Así, algunos de ellos son:

- a) Observación e interpretación del paisaje desde diferentes puntos estratégicos del parque.



Figura 2. Interpretación del paisaje.

- b) Identificación de la flora existente a lo largo del recorrido (*figura 3*).



Figura 3. Identificación de la flora.

- c) Identificación de la fauna más común del entorno, como son, en este caso concreto, los patos, los gorriones o las palomas.
- d) Reflexión sobre los comportamientos sociales observados, por ejemplo, signos de suciedad, construcciones que han modificado el entorno, aportando ejemplos e identificando las causas y opiniones al respecto.
- e) Recogida de muestras de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

CREACIÓN DE UN HERBARIO

La elaboración del herbario presenta varios objetivos para los estudiantes:

- Manejar claves sencillas de identificación de especies vegetales.
- Aprender la técnica básica del herbario.
- Servir de colección de referencia para el estudio de la flora local.
- Contribuir al conocimiento de la distribución de las plantas dentro de una comarca, provincia y región dadas.
- Elaborar un catálogo de la flora local.

Con las hojas recogidas y las fotografías realizadas durante las salidas, se procede a la construcción de un pequeño herbario (*figura 4*) en el que se incluye una descripción de la estructura foliar.



Figura 4. Ejemplos de herbarios realizados por alumnos.

EXPLORACIÓN EN EL LABORATORIO

Esta actividad tiene como objeto el acercamiento de los futuros maestros al entorno del laboratorio, así como el conocimiento de prácticas y experimentos que podrán realizar con sus futuros alumnos.

En primer lugar, se les muestran las diferentes partes del microscopio y sus respectivas funciones para, posteriormente, proceder al análisis de las muestras de agua recogidas durante la salida. De este modo, se pretende que identifiquen los microorganismos presentes en las mismas y que realicen una valoración de la calidad de las aguas recogidas. Además, concluida dicha valoración, se les solicitan medidas correctoras y preventivas que puedan mejorar la calidad de las aguas en ese parque.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Las salidas y el trabajo de laboratorio dieron origen a una serie de interrogantes por parte de los estudiantes vinculados, principalmente, con las fuentes de energía y con el futuro desarrollo de actividades similares con los niños de Educación Infantil.

Para trabajar y profundizar con las fuentes de energía se procedió a la construcción de diferentes maquetas y, a través de las mismas, se pudo explicar su aprovechamiento. Así, por ejemplo, algunas de las maquetas generadas explican el aprovechamiento de las energías hidráulica y eólica (figura 5).



Figura 5. Maquetas creadas por los estudiantes.

Otra actividad complementaria consiste en el diseño de actividades dirigidas a los alumnos de Infantil para trabajar los distintos aspectos vistos, tanto en el aula como en las salidas. A los maestros en formación se

les indican, como principales directrices, trabajar prioritariamente desde la experimentación y trabajar las cuatro dimensiones de la conciencia ambiental¹⁷: cognitiva, activa, conativa y afectiva.

ANÁLISIS DE LA PROPUESTA Y CONCLUSIONES

La implementación de esta propuesta ha pretendido llevar a cabo un cambio actitudinal en las concepciones de la educación ambiental entre el alumnado del grado en Educación Infantil, así como ampliar sus conocimientos sobre algunos aspectos relativos al medioambiente. Para ello, como se ha explicado a lo largo de este trabajo, se ha diseñado e implementado una secuencia de actividades experimentales relacionadas con un conjunto de contenidos a trabajar en esta temática.

A la vista de las observaciones y de la información recabada durante el desarrollo de las sesiones, así como de los trabajos presentados por el alumnado, se puede afirmar que el cambio actitudinal se ha alcanzado. Asimismo, analizados los trabajos realizados por los alumnos, se ha podido constatar que un amplio porcentaje de los estudiantes ha adquirido conocimientos básicos acerca de los temas trabajados que no poseían previamente o que no estaban suficientemente consolidados.

La adquisición de conocimientos conceptuales no ha sido prioridad a la hora de realizar estas actividades, ya que, siendo conscientes de su importancia, en este trabajo se pretende motivar para aprender y desarrollar actividades que acerquen el medio natural a los alumnos, además de sensibilizar y generar actitudes positivas hacia la implementación de propuestas de este tipo en la vida profesional de los futuros maestros. No obstante, se han relacionado los contenidos con las explicaciones en estas experiencias, siendo el propio alumno quien ha ido dando respuestas al porqué de sus observaciones, contando con la ayuda del profesor y de sus compañeros. De este modo, los alumnos han sido protagonistas de su propio aprendizaje.

Las salidas de campo poseen gran potencial en la adquisición de conocimientos relacionados con distintos aspectos de la educación ambiental, posicionándose como una herramienta didáctica en este ámbito. No obstante, la preparación de este tipo de propuestas, requiere un diseño previo que logre involucrar al alumno mediante la realización de actividades motivadoras y asequibles en su entorno próximo.

Por último, incidir en que la implementación de este tipo de propuestas lúdicas y motivadoras aportan mejoras para el conocimiento del entorno y favorece el compromiso con su cuidado y conservación.

¹⁷ LASO, S. (2018). *La conciencia ambiental de los futuros maestros de educación primaria: diseño de una propuesta mediante la aplicación de herramientas metacognitivas*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.

EL JUEGO COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

María Eugenia de León González, Míriam Blanco Asenjo, Beatriz Gómez Gómez,
Javier Manuel de Villena Rueda, Gustavo Moreno Martín, Luis Vicente Pérez Arribas

*Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid
leongon@ucm.es*

Elisa Ballesteros de León

*Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid,
Escuela Superior de Dibujo Profesional. C/ Magallanes, 25. 28015 Madrid*

Amparo Luna Costales, Teresa Martínez del Campo, María Josefa Rodríguez Yunta

*Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid*

Palabras clave: grado, juego, competencias, Química.

Keywords: degree, game, competences, Chemistry.

Resumen

En este trabajo se describe una estrategia didáctica basada en utilizar juegos para abordar contenidos químicos con estudiantes de grado. El aprendizaje de la Química puede lograrse mediante una actividad lúdica, pero es necesario desarrollar material didáctico adecuado a los grados y cursos elegidos, así como evaluar su posible utilidad. El material didáctico elaborado pretende además incentivar a los estudiantes en el aprendizaje de la Química. La repercusión que ha tenido el juego tanto en el aprendizaje como en la motivación se ha estudiado con una serie de encuestas que analizan las actitudes favorables/desfavorables o neutras, sobre diferentes aspectos del juego.

Abstract

The present paper describes a learning strategy based on using games to teach chemical concepts. This requires developing educational material which is suitable for the chosen courses and for the Degree, as well as evaluating its usefulness. This educational material also aims at motivating students to learn and enjoy Chemistry. The effect of this initiative on learning and motivation has been evaluated with a series of surveys that analyse the attitudes on the different features of the game.

INTRODUCCIÓN

Cuando nos planteamos la enseñanza de la Química hay dos preguntas claves y siempre vigentes: ¿qué ciencia enseñar? y ¿cómo enseñarla?¹ Aunque las respuestas a estas preguntas han ido variando en función del

¹ PRIETO, T., ESPAÑA, E. y MARTÍN, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), pp. d 71-77.

momento histórico y del contexto social, con la implantación del modelo pedagógico basado en competencias es necesario disponer de nuevos materiales didácticos que permitan desarrollar y evaluar competencias específicas, conocimientos disciplinares (saber) y competencias profesionales (saber hacer). Con el proyecto de innovación educativa financiado por la Universidad Complutense de Madrid. La Química da mucho juego... ¿Jugamos?² se ha elaborado material didáctico para el aprendizaje de la Química a través de dos juegos denominados QuimiOca y 3Q en Raya en los que cada participante tiene que responder a diferentes preguntas que se van planteando a medida que se desarrolla el juego. Los juegos presentan los formatos típicos de los juegos de mesa conocidos por todos y se han utilizado con estudiantes de grado en Química, Biología, Ingeniería Química y Bioquímica. El juego QuimiOca se desarrolla empleando un tablero impreso mientras que para jugar al 3Q en Raya se utiliza la pizarra. A fin de poder evaluar cómo influyen estos juegos en su motivación por el estudio de una materia concreta se han realizado una serie de preguntas de tipo test al final de la actividad. Los juegos se han desarrollado tanto en forma individual como en grupos, permitiendo este último formato fomentar la colaboración dentro del grupo a la vez que se plantea la competición entre los diferentes grupos para incentivar el trabajo de cada uno de ellos. De forma individual el juego puede permitir a los estudiantes enfrentarse a la resolución de problemas de una forma más lúdica y motivante.

DESARROLLO DEL MATERIAL DIDÁCTICO PARA EVALUAR COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y CONOCIMIENTOS DISCIPLINARES

Con el desarrollo de materiales didácticos basados en juegos se pretende aumentar la motivación por el estudio de la Química y que los estudiantes desarrollen, dentro de los conocimientos disciplinares, la terminología química, los principios y los procedimientos empleados en el análisis y síntesis química. Se han elaborado diferentes preguntas en las que se han considerado aspectos tales como la reactividad, instrumentación, separación, identificación y cuantificación, todos ellos adquiridos tanto en las clases teóricas como en los seminarios.

El material desarrollado ha sido el fruto de la colaboración entre personal de diferentes departamentos para preparar diferentes juegos en los que, a través de preguntas y teniendo en cuenta el azar implícito en el juego, se pretende motivar a los estudiantes y que aprendan en un entorno lúdico.

En los dos casos se han propuesto preguntas de diferentes tipos adaptadas a asignaturas de grado en Química, Bioquímica, Ingeniería Química y Biología. Se han confeccionado también preguntas relacionadas con el material de laboratorio y aspectos relacionados con la seguridad en los mismos, aspectos que se consideran intrínsecos a todas las áreas de la Química, y que permiten utilizar estas preguntas en muchas más asignaturas.

En el caso del juego QuimiOca se utiliza un tablero rígido (*figura 1*) con un aspecto similar al del juego tradicional de la Oca en el que se ha sustituido la imagen de la Oca por el escudo de la UCM y casillas tales como las del pozo o el puente por imágenes de fórmulas químicas que emulan pozos (ciclodextrina) o puentes (alcanfor). Las casillas son de cuatro colores diferentes y para avanzar hay que responder a una pregunta del tipo que corresponda a ese color (tipo test en rojo, verdadero/falso en morado, reto en verde o sorpresa en azul). Las preguntas de cada asignatura se han impreso en cartulina con tipografías distintas. Los profesores de cada asignatura han elaborado tanto las fichas con las preguntas como las de las respuestas. Además, cuando el número de alumnos es relativamente grande se puede proyectar una imagen del tablero en una pantalla para que todos los alumnos puedan seguir el juego. Cada estudiante o grupo elige una ficha (un tubo eppendorf coloreado) y se tiran los dados para comenzar a moverse por el tablero, cuando se responde a la pregunta correspondiente de forma adecuada se vuelve a tirar, y lo mismo ocurre cuando se llega a una casilla con la Oca (escudo de la UCM); en caso de que la respuesta no sea la adecuada, pasa el turno a otro grupo o a otro estudiante, y el juego termina cuando el grupo o estudiante alcanza la última posición con la imagen de la estudiante graduada. El juego contiene casillas de penalización como la posada (la cafetería),

² Proyecto de Innovación n.º 94 Convocatoria 2016/2017. Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/43661/>.

la cárcel (la biblioteca), el pozo (ciclodextrina) o el laberinto, en las que se pierde turno si no se contesta de forma adecuada una pregunta de reto, y caer en la casilla de la calavera supone volver a la casilla de inicio.



Figura 1. Tablero QuimiOca.

Se han confeccionado un total de 196 preguntas de tipo test con tres o cuatro opciones cada una, representadas por la estudiante (figura 2a), 201 preguntas de verdadero/falso, representadas por el alquimista (figura 2b), 207 preguntas de tipo desafío, representadas por el científico (figura 2c) y 152 preguntas sorpresa representadas por la doble hélice en forma de interrogación (figura 2d). Los profesores participantes en este proyecto hemos desarrollado una base de datos con todas las respuestas.



Figura 2. Reverso de las preguntas del juego de la QuimiOca.

- La estudiante. Preguntas de tipo test.
- El alquimista. Preguntas de verdadero/falso.
- El científico. Preguntas de desafío.
- El ADN en forma de interrogación. Preguntas sorpresa sobre diversos temas relacionados con la Química y con la seguridad en el laboratorio.

En el juego 3Q en Raya se utiliza la pizarra para dibujar el cuadrado de nueve casillas (figura 3) que se va completando con el símbolo (O, X) que ha elegido cada grupo o estudiante cuando aciertan la respuesta. Los estudiantes eligen previamente la casilla que quieren completar y el juego que termina cuando se consiguen las tres en raya. En el caso de que la respuesta a la pregunta sea incorrecta se pone el símbolo al otro grupo en dicha casilla. En esta modalidad de juego las preguntas se hacen alternativamente a cada grupo y se van anotando puntos a cada estudiante o grupo según se completan las tres marcas en raya.



Figura 3. Esquema 3Q en Raya.

Con el fin de que los alumnos tengan claro cómo se juega y cuál es la recompensa en caso de acierto, se han elaborado documentos tanto de las reglas de los juegos desarrollados como del sistema de calificación que se va a utilizar y del que se informa previamente a los estudiantes.

EVALUACIÓN DEL MATERIAL DESARROLLADO POR PARTE DE PROFESORES Y ESTUDIANTES

Para evaluar el grado de satisfacción, tanto de estudiantes como de profesores, se ha utilizado una encuesta basada en la escala Likert³, la cual permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad de la persona a la que se dirige la encuesta, independientemente del tipo de respuesta que se le proponga. Esto ha permitido el análisis cuantitativo de los datos cualitativos. Este tipo de escala se caracteriza por representar las diferentes respuestas en una escala ordinal con un determinado número de niveles de acuerdo/desacuerdo. En nuestro caso fueron elegidos cinco niveles: totalmente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), con indecisión (3), de acuerdo (4), totalmente de acuerdo (5). Por tanto, a mayor puntuación, más positiva y favorable será la actitud hacia el juego y, al contrario, a menor puntuación, más negativa y desfavorable será dicha actitud. Una puntuación intermedia representa una actitud de indiferencia.

La encuesta se ha realizado a un total de 8 profesores que imparten docencia en cuatro grados distintos y en asignaturas básicas, obligatorias y optativas. En la *tabla 1* se detallan las asignaturas y los grados en que se imparten.

Asignatura	Grado	Tipo
Informática Aplicada a la Química (Informática)	Grado en Química	Básica
Informática Aplicada a la Química (Informática)	Grado en Biología	Básica
Química (Química Bioquímicos)	Grado en Bioquímica	Básica
Química Analítica II (QAII)	Grado en Química	Obligatoria
Química Analítica III (QAIII)	Grado en Química	Obligatoria
Química Orgánica II (QOII)	Grado en Química	Obligatoria
Química Analítica del Medio Ambiente (QAMA)	Grado en Química	Optativa
Metodologías Avanzadas en Química Analítica (MAQA)	Grado en Química	Optativa
Química Orgánica Industrial (QO Industrial)	Grado en Ingeniería Química	Optativa

El número total de alumnos encuestados ha sido de 219, con edades comprendidas entre los 18 y 32 años. Con el fin de establecer si las respuestas a las diferentes preguntas dependían del tipo de asignatura, del grado en que se impartía y/o del curso, se utilizaron tablas de contingencia (*figura 4*). En la tabla de contingencia se muestra el porcentaje de estudiantes que han respondido a totalmente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), con indecisión (3), de acuerdo (4), totalmente de acuerdo (5) a cada pregunta. Las tablas de contingencia permiten saber si hay relaciones entre las respuestas a cada pregunta de los alumnos de diferentes asignaturas utilizando una prueba de significación que utilice frecuencias⁴, como la χ^2 , para establecer si las respuestas a cada pregunta difieren significativamente entre los alumnos de diferentes asignaturas y diferentes grados. La tabla de la *figura 4* muestra que ningún estudiante está totalmente en desacuerdo y que las respuestas a4 y a5 son mayoritarias excepto en la Química para biólogos. La prueba de independencia con el estadístico chi-cuadrado indica que hay relación entre la frecuencia de cada respuesta y las asignaturas en las que se ha aplicado el juego puesto que el valor-p es menor que 0,05. Por lo que las respuestas obtenidas dependen de las diferentes asignaturas. El cuestionario que han respondido los estudiantes se encuentra detallado en el Anexo I.

³ CAÑADAS, I., Y SÁNCHEZ, A. (1998) *Categorías de respuestas en escalas tipo Likert*. *Psicothema*, 10(3), 621-623. <http://www.psicothema.es/pdf/191.pdf> [consultado 6 julio 2018]

⁴ MONGAY FERNÁNDEZ, C. «*Quimiometría*» (2005) Publicaciones Universidad de Valencia, p.68.

Por regla general los estudiantes consideran que el juego los ayuda a afrontar los contenidos de la asignatura y, en su gran mayoría, no consideran que el juego les haya restado tiempo para abordar dichos contenidos. Hay un porcentaje elevado de indecisión con respecto a que haya aumentado el interés por la asignatura, aunque, claramente, hay una respuesta mayoritaria cuando afirman que utilizarían el juego en otras asignaturas. Los estudiantes consideran mayoritariamente que las instrucciones y los retos planteados en los juegos eran claros. En cuanto a la dificultad de los contenidos, un porcentaje elevado de los alumnos está indeciso, mientras que el porcentaje de alumnos que creen que las cuestiones son difíciles es similar al de los que no lo creen.

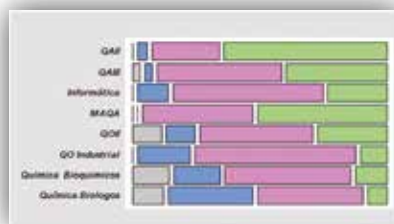


Figura 4. Gráfico de mosaico para las respuestas a la pregunta «¿El juego ha sido útil para afrontar los contenidos de la asignatura?»
a1 Totalmente en desacuerdo, a2 En desacuerdo, a3 Indecisión, a4 De acuerdo, a5 Totalmente de acuerdo.

Cabe destacar que la mayoría de los estudiantes consideran que ha sido más fácil abordar las respuestas trabajando en grupo, independientemente de la asignatura en la que se utilizó el juego. Los componentes de los grupos intercambian y discuten sus opiniones y, en el ambiente más distendido del juego, la participación ha sido bastante elevada. Solo en algún caso algún estudiante se ha negado a jugar.

El estadístico χ^2 mostró que las respuestas a las diferentes preguntas dependían de las asignaturas en las que se utilizó el juego y el análisis de agrupamientos (figura 5), utilizando la distancia de Euclides y el método de promediado de grupos, permitió mostrar las respuestas en función de las asignaturas de forma que se pueden establecer relaciones entre la percepción que tienen sobre el juego alumnos que cursan asignaturas obligatorias u optativas y también pueden establecerse diferencias entre alumnos del grado en Química y de otros grados en los que se han utilizado los juegos. En la figura 5 pueden observarse tres agrupamientos distintos que corresponde en un primer grupo a asignaturas del grado en Química relacionadas con la Química Analítica, tres de ellas obligatorias y una optativa y con la Química Orgánica, un segundo grupo o *cluster* con las asignaturas Informática aplicada a la Química (obligatoria del grado en Química) Química en el grado en Bioquímica (obligatoria en el grado en Bioquímica) y Química Orgánica Industrial (optativa del grado en Ingeniería Química) y un tercer *cluster* que está constituida por las materias obligatorias de primer curso Química del grado en Biología.

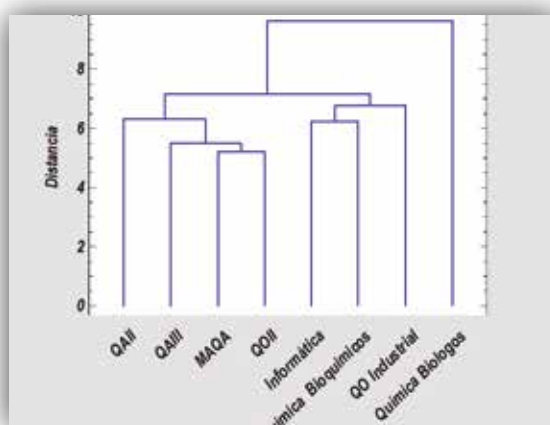


Figura 5. Dendrograma utilizando las respuestas de los estudiantes al test del anexo I.

CONCLUSIONES

La utilización de juegos en la enseñanza de la Química puede ayudar a reforzar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en las clases teóricas y prácticas. No se puede afirmar que en todas las asignaturas se haya aumentado la motivación por el estudio de la Química, pero queda claro que es una opción que les gustaría que se desarrollase en otras asignaturas. A los profesores les permite evaluar además de competencias disciplinares y profesionales, así como otras de carácter transversal, que no son siempre fáciles de evaluar en el contexto de una enseñanza más tradicional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Complutense de Madrid, por la concesión del Proyecto de Innovación n.º 94 Convocatoria 2016/2017.

ANEXO I

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

ASIGNATURA: _____ SEXO: MASCULINO/FEMENINO EDAD: _____

Por favor, lee atentamente cada frase y marque la casilla que exprese su grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a las afirmaciones que se muestran a continuación (1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3: Indecisión; 4: De acuerdo; 5: Totalmente de acuerdo):

a. El juego ha sido útil para afrontar los contenidos de la asignatura.

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

b. Considero que esta actividad ha roto el tiempo para abordar los contenidos de la asignatura:

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

c. Tratar los diferentes conceptos mediante el juego ha aumentado mi interés por la asignatura:

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

d. Me gustaría utilizar el juego en otras asignaturas:

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

e. Las instrucciones del juego, las preguntas y los retos se han presentado de manera clara:

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

f. Los contenidos de las preguntas y retos del juego me han parecido difíciles:

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

g. Abordar las preguntas y retos del juego es más sencillo cuando son tratados en grupo:

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo

¿QUÉ ENSEÑAR SOBRE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN? EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA EN ALIMENTACIÓN: PROYECTO OBESITY

Gema Lucíañez Sánchez

*Facultad de Ciencias de la Educación y Psicología
Ctra. Valls, s/n. Campus Sescelades. Universidad Rovira i Virgili. 43007 Tarragona
glucianezsanchez@gmail.com*

Palabras clave: obesidad, alimentación, competencia en alimentación, metodología innovadora.

Keywords: obesity, nutrition, food competence, innovative methodology.

Resumen

La capacidad de alimentarse de forma saludable debería ser un aprendizaje clave en la vida de una persona. Una alimentación saludable puede prevenir el desarrollo de enfermedades tales como la obesidad, cuya incidencia en el mundo va en aumento. En particular, la obesidad infantil es un problema actual que requiere la intervención en muchos ámbitos, entre ellos el ámbito escolar.

El presente artículo describe el diseño del proyecto Obesity como propuesta metodológica que desarrolla la unidad didáctica de «Alimentación y nutrición» en 3.º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en la materia de Biología y Geología. El objetivo de dicho proyecto es la prevención de la obesidad, poniendo las bases de una alimentación saludable y desarrollando en el alumno la competencia en alimentación desde una metodología innovadora.

Abstract

The ability to eat healthy should be a key learning in a person's life. A healthy diet can prevent the development of diseases such as obesity, whose incidence in the world is increasing. In particular, childhood obesity is a current problem that requires intervention in many areas, including the school.

This article describes the design of the Obesity project as a methodological proposal that develops the didactic unit of «Food and nutrition» in the 3rd year of the Secondary Education in the subject of Biology and Geology. The objective of this project is the prevention of obesity, laying the foundations of a healthy diet and developing in the student competence in food from an innovative methodology.

INTRODUCCIÓN

Las «Estadísticas Sanitarias Mundiales» publicadas en mayo del 2012 por la Organización Mundial de la Salud¹, ponen de relieve el creciente problema de las llamadas enfermedades no transmisibles (ENT), muchas de ellas relacionadas con hábitos de alimentación no saludables. En dicho informe se describen algunos factores de riesgo, tanto fisiológicos como comportamentales, como, por ejemplo, la hipertensión, el consumo de tabaco, la hiperglucemia, el sedentarismo y el sobrepeso o la obesidad.

En el Informe de Enfermedades No Transmisibles 2014, la OMS² indica que, de los 56 millones de muertes producidas en el 2012, 38 millones fueron producidas por ENT. En dicho informe, la OMS propone nueve metas mundiales para el año 2025, para el control y la prevención de las ENT, entre ellas reducir el aumento de la obesidad.

La incidencia de sobrepeso y obesidad en nuestra sociedad se ha incrementado en las últimas décadas coincidiendo con la globalización económica, política y social. En los próximos años, se prevé un aumento de esta incidencia, y en 2030 se estima que haya más de dos billones de la población con sobrepeso y más de un billón con obesidad³.

Mucho más llamativas son las cifras que corresponden a la obesidad infantil a nivel mundial. De 1975 a 2016, las niñas con obesidad pasaron de ser 5 millones a 50 millones. En el caso de los niños, la cifra incrementó de 6 millones a 74 millones⁴.

En España, en los últimos estudios ALADINO, en niños y niñas de 6 a 9 años, la tendencia de la prevalencia de obesidad se ha estabilizado y la de sobrepeso ha sufrido una disminución⁵. Este estancamiento puede deberse a diferentes proyectos desarrollados en los últimos años para la prevención de la obesidad y fomento de la alimentación saludable.

Sin embargo, los estudios indican que los españoles están inmersos en un deterioro paulatino de la calidad de la dieta, a la que se une un aumento del sedentarismo⁶.

La alimentación es el proceso por el cual una persona selecciona los alimentos que han de configurar su dieta y los prepara para su ingestión⁷. Es un acto voluntario y consciente, aunque a veces limitado por diferentes factores como la disponibilidad de alimentos, los recursos económicos, la disponibilidad de

¹ WORLD HEALTH ORGANIZATION (2012). Obesity: Estadísticas mundiales 2012, pp.34-37 [en línea], disponible en: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/es/ [consultado el 15/01/2018].

² WORLD HEALTH ORGANIZATION (2014). Informe sobre las enfermedades no transmisibles 2014, p. IX [en línea], disponible en: <http://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/es/> [consultado el 15/01/2018].

³ WORLD HEALTH ORGANIZATION (2018). Obesity and overweight, [en línea] disponible en: <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [consultado el 30/01/2018].

⁴ NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet* 390 (10113), pp. 2627-2642 [en línea], DOI:10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

⁵ AECOSAN (2015) Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición, p. 17 [en línea], disponible en: http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf [consultado el 30/01/2018].

⁶ M-GONZÁLEZ DE ESPINOSA, M. D. MARRODÁN y N. LÓPEZ-EJEDA (2015). Educación Nutricional, ¿una asignatura pendiente? *Boletín del Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias* 252, pp. 8-9 (ene.-feb. 2015). ISSN 1135-4267.

⁷ SALVADOR, G. y SERRA, L. (1993). Grupos de Alimentos. En: VV. AA. *Nutrición y Dietética. Aspectos sanitarios. Plan de Educación Nutricional por el Farmacéutico* PLENUFAR. Girona, Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, pp. 287-323.

tiempo, los horarios laborables, entre otros. Una adecuada alimentación requiere de una formación y adquisición de hábitos saludables.

Los hábitos desarrollados en la niñez influyen en la protección frente a determinadas enfermedades durante la edad adulta, como la prevención de la obesidad. Una buena educación alimentaria no solo supondría un beneficio sanitario, sino económico y social, ya que según algunos estudios un 30% del coste sanitario es consecuencia del seguimiento de dietas inadecuadas⁸. Por tanto, prevenir la obesidad desde edades precoces es necesario, y para ello, juega un papel fundamental el ámbito escolar, ya que se trata de un entorno en el que los niños y jóvenes pasan una gran cantidad de tiempo.

Sin embargo, educar en alimentación y nutrición a niños, y sobre todo a los adolescentes, puede convertirse en un reto para los docentes.

Por un lado, llegan a la escuela con ideas previas bastante consolidadas y fáciles de detectar, pero difíciles de modificar. Esas ideas provienen, por un lado, del ámbito familiar y, por otro lado, de otras fuentes, como la publicidad. Es esta última tan influyente que los alimentos que aparecen en publicidad son mayoritariamente los elegidos y preferidos por los niños y los adolescentes. De hecho, hoy día en las sociedades modernas se consumen cada vez más alimentos industriales procesados debido, en parte, a la gran presión publicitaria que existe y que está provocando la aparición de importantes problemas sanitarios. La autora Marion Nestle⁹ indica que la publicidad masiva deliberadamente dirigida a los jóvenes es la misma que existía hace 20 años en el caso del tabaco, por lo que, actualmente, en opinión de la autora, la publicidad de este tipo de alimentos se está convirtiendo en un problema de salud pública. Además, estos alimentos producidos o controlados por empresas internacionales tienen unas condiciones favorecidas por los contratos comerciales que se traducen en una disminución de precios, lo que favorece su consumo, sustituyendo a los alimentos frescos. Esto se ha traducido en un progresivo abandono de la dieta mediterránea¹⁰.

Por otro lado, la falta de tiempo en el desarrollo del currículo hace que se impartan solo contenidos teóricos y no se desarrollen estrategias que permitan la adquisición de habilidades y competencias, que posteriormente puedan aplicar a su contexto diario, incluido su ámbito familiar. Sin embargo, la educación para la salud debe ser un proceso de enseñanza-aprendizaje orientado a adquirir conductas saludables por parte del alumnado no solo para la adquisición de habilidades cognitivas, sino también habilidades sociales que favorezcan la salud individual y la de la comunidad¹¹.

En este sentido, las reformas curriculares enfocadas al desarrollo de las competencias parten de la premisa de que existe un desfase entre el ámbito escolar y la realidad cotidiana en nuestra sociedad; por tanto, la contextualización del aprendizaje debe ser un reto en la tarea docente.

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, en su artículo 2 se definen «las competencias clave como las capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos».

El ámbito de la nutrición y la alimentación requiere que se desarrollen una serie de habilidades y competencias que estarían enmarcadas dentro de la competencia clave «matemática y competencias básicas en

⁸ MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). Prólogo en Requejo, A.; Ortega, R. *Nutriguía: manual de nutrición clínica en atención primaria*, Madrid. Editorial Complutense, pp. 23-24.

⁹ NESTLE, M. (2013). *Food politics: How the food industry influences nutrition and health* (vol. 3). Berkeley, CA: University of California Press.

¹⁰ GARCÍA, R., BERENQUER, A., GONZALEZ, C. (2006). *Changes in food supply in Mediterranean countries from 1961 to 2001*. *Public Health Nutrition*, 9(1), pp. 53-60.

¹¹ NUTBEM, D. (1998). Health promotion glossary. *Health Promotion International*, 13(4), Oxford University Press, p. 353.

ciencia y tecnología», pero que pretende superarla. Esta competencia definida por Cabello¹² es la competencia en alimentación, que se define «como la capacidad de una persona para alimentarse de forma saludable durante su vida, lo que implica seleccionar los alimentos que han de configurar su dieta y prepararlos de forma segura para su ingestión».

Según Cabello, la competencia en alimentación tiene las siguientes dimensiones:

- **Conocimiento científico sobre la composición en nutrientes de los alimentos** más frecuentes en la dieta mediante guías alimentarias y clasificación de los alimentos. En esta dimensión se incluye, además, la capacidad de leer las etiquetas, comprendiendo el significado de las mismas, así como la cantidad recomendada de cada alimento (en forma de número de raciones) que se debe ingerir.
- **Conocimiento científico sobre los procesos fisiológicos relacionados con la nutrición, así como el comportamiento alimentario**, adquiriendo hábitos adecuados en relación a la manipulación de los alimentos y la forma de consumirlos.
- **Adquisición de las técnicas culinarias más elementales**, que permita aumentar el cocinado de alimentos frescos crudos y disminuya las comidas procesadas y precocinadas debido a la falta de tiempo de la familia para cocinar. La competencia culinaria es una capacidad útil para la vida y habría que plantearse si no sería urgente que los alumnos salieran de la escuela con unas nociones básicas de cocina.
- **Conocimiento de las formas de cultivo de alimentos** mediante los huertos escolares, que requiere que los docentes reciban una formación para poder desarrollarlos. Dentro de esta dimensión sería interesante introducir al alumno en una alimentación más sostenible con el medioambiente, desarrollando las técnicas de cultivo ecológico, en el que profundice en una forma de alimentación más acorde con el medioambiente. Además, acercarle al aprendizaje de algunas técnicas que antes se hacían en el hogar, como hacer pan, elaborar salazones, encurtir hortalizas etc., con el objetivo de que se retorne de nuevo a una alimentación más casera y artesanal.
- **Aprender a valorar la tarea de comprar, presupuestar y preparar los alimentos**. Se trata de que el alumno tome decisiones al planificar una compra y tome conciencia de la influencia de la publicidad a la hora de comprar los alimentos, así como de su composición (y, por tanto, presencia o no de aditivos etc.) y procedencia de los mismos, de tal manera que aprenda a alimentarse de manera más sostenible con el medioambiente. Asimismo, puede concienciarse del valor económico de los alimentos, valorando su coste y reduciendo el desperdicio de los mismos.
- **Aprender a valorar el hecho de compartir la comida** en compañía de la familia o compañeros y no solo o delante de la pantalla. Comer en compañía puede tener múltiples beneficios en la reducción del peso y en la mejora de la calidad de la dieta.
- **Adquisición de hábitos adecuados de descanso y actividad física** a lo largo de la vida. La estrategia NAOS intenta englobar la promoción de una dieta saludable con la promoción de la actividad física.

PROYECTO OBESITY

Es en este marco hasta ahora expuesto, desde la Universidad Rovira i Virgili, se ha diseñado una propuesta metodológica que propone analizar los factores implicados en la obesidad, mediante el aprendizaje de una alimentación sana y equilibrada, realizando un recorrido por la historia de la alimentación de nuestra especie. Dicha propuesta metodológica para desarrollarla en la unidad didáctica de «Alimentación y nutrición» en la materia de Biología y Geología de 3.º de la ESO.

¹² CABELLO, A., ESPAÑA, E. y BLANCO, A. (2016). *La competencia en alimentación*. Barcelona. Editorial Octaedro, pp. 72-73.

OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto son:

- Conocer la historia y los hábitos de la alimentación desde la aparición del *Homo sapiens* hasta nuestros días.
- Reflexionar sobre cómo los cambios genéticos, ambientales o de estilo de vida que han tenido lugar pueden estar influyendo en el desarrollo de la obesidad.
- Profundizar en la dieta mediterránea como ejemplo de dieta equilibrada.
- Identificar los factores implicados en la obesidad.
- Proponer un modelo de estilo de vida que disminuya la influencia de dichos factores en la alimentación de los escolares.

El alumno hará un recorrido por diferentes etapas o épocas de la historia del *Homo sapiens*: el Paleolítico, Neolítico, Revolución Industrial y revolución tecnológica. En cada una de ellas, el alumno analizará los alimentos que se ingieren y cuál es o era su estilo de vida.

CONTENIDOS

Los contenidos que se trabajan se indican en la *tabla 1* forman parte del currículo de 3.º de la ESO de la unidad didáctica de «Alimentación y Nutrición» de Biología y Geología.

Los contenidos que se desarrollan en *Obesity* se distribuyen en cada una de las épocas relacionándolos de alguna manera con algún aspecto de la misma; así, en la primera etapa, se analiza la dieta del ser humano del Paleolítico a partir del estudio de los tipos de nutrientes y la clasificación de los alimentos. Durante el Neolítico, se calcula el balance energético del ser humano del Neolítico en relación a la actividad física que realiza y comparándolo con el Paleolítico. Durante la Revolución Industrial, en la cual aparecen los alimentos procesados, se analizan las etiquetas de los alimentos, así como la forma en que se conservan los alimentos a partir de ese momento. Y en la última etapa se analizan los factores implicados en la obesidad en la actualidad, integrando lo estudiado en las etapas anteriores, y añadiendo nuevos conceptos que afectan al actual estilo de vida, como los disruptores endocrinos o la cronobiología.

PALEOLÍTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de nutrientes. • Clasificación de los alimentos y su función.
NEOLÍTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del balance energético. • Tasa Metabólica Basal (TMB).
REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetado de los alimentos. • Conservación de los alimentos. • Procesado de los alimentos. • Características de la dieta mediterránea.
REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA	Factores de riesgo asociados a la obesidad: cronobiología, xenohormesis, microbiota, genéticos, disruptor endocrino y estilo de vida.

Tabla 1. Contenidos que se desarrollan en *Obesity*.

METODOLOGÍA

Los principios psicopedagógicos en los que se basa el proyecto Obesity son:

- **Partir del nivel de desarrollo del alumno**, considerando capacidades y conocimientos previos. En este sentido, el proyecto Obesity parte de un pretest que analiza sus conocimientos previos e ideas erróneas a partir de los cuales se construye el conocimiento.
- **Promover el desarrollo de la capacidad de «aprender a aprender»**, desarrollando en el alumno la capacidad de discutir ordenada y razonablemente las cuestiones que puedan ir surgiendo, desarrollando así un espíritu crítico y tomando conciencia del propio proceso de aprendizaje¹³. El alumno, en el proyecto Obesity, trabaja en equipo mediante trabajo cooperativo, en el que los alumnos aprendan ayudándose los unos a los otros, lo cual favorece su integración. Todo componente del grupo deberá tener sus tareas específicas y ampliar individualmente su relación con la experiencia realizada colectivamente, especificando al mismo tiempo su contribución.

Además, se utiliza la metodología de aula invertida (*Flipped Classroom*), que constituye un modo de aprendizaje en el cual se invierte el formato tradicional de clase. En esta metodología, las clases magistrales se imparten «fuera del aula», así el tiempo que el estudiante permanece en el aula se emplea para realizar actividades de aprendizaje más centradas en el alumno, tales como resolución de problemas, casos prácticos, discusiones y trabajo colaborativo que ayuda al incremento de compromiso e implicación con el contenido del curso y la mejora de su comprensión conceptual¹⁴.

- **Favorecer la construcción de aprendizajes significativos**. Para ello es importante detectar los conocimientos y competencias previas, así como sus ideas erróneas, y construir un aprendizaje que conecte con lo aprendido anteriormente y concluye integrando lo nuevamente asimilado gracias al proyecto con la realización de un mapa conceptual. Además, mediante juegos como la plataforma «Kahoot!» que permite realizar cuestionarios de evaluación, los alumnos refuerzan e integran el aprendizaje.
- **Impulsar la participación activa del alumno**. En Obesity el alumno trabaja de forma autónoma a través de la plataforma de gestión del aprendizaje Moddle, en donde todos los recursos y materiales están alojados y disponibles de forma virtual.
- **Aprendizajes contextualizados**. En este sentido, el proyecto diseñado plantea la alimentación como un ámbito importante de la vida de las personas y parte de una problemática, la obesidad, presente en la vida cotidiana del alumno.

Enmarcado en estos principios psicopedagógicos, la estructura del proyecto es la siguiente:

- Bloque 1: cuestionario de conceptos previos (pretest) y detección de ideas erróneas individual.
- Bloque 2: para cada una de las etapas y de forma sucesiva:
 - **Aula invertida (*Flipped Classroom*)**. En Obesity, el alumno trabajará fuera del aula documentación en diferentes formatos con información sobre las distintas épocas. Posteriormente, realizará actividades de forma individual.
 - **Trabajo cooperativo**. En grupos de 3 o 4 alumnos, realizarán actividades en base a lo trabajado fuera del aula de forma individual y con el material de apoyo colgado en la plataforma.
 - **Juegos en el entorno educativo**. De forma individual, los alumnos realizarán cuestionarios Kahoot! en los que se evalúa lo aprendido.

¹³ Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. Anexo.

¹⁴ MORAROS, J., ISLAM, A., YU, S., BANOW, R. y SCHINDELKA, B. (2015). Flipping for success: Evaluating the effectiveness of a novel teaching approach in a graduate level setting. *BMC Medical Education*, pp. 1-10.

- Bloque 3: realización de un mapa conceptual de forma cooperativa que englobe todo lo aprendido.
- Bloque 4: cuestionario final (postest).

DIMENSIONES DE LA COMPETENCIA EN ALIMENTACIÓN QUE SE DESARROLLAN EN OBESITY

El proyecto Obesity además de desarrollar las competencias clave que establece la Lomce, busca profundizar en el aprendizaje mediante el desarrollo de la competencia en alimentación. De las dimensiones anteriormente citadas, Obesity desarrolla algunas de ellas, tal y como se indica en la *tabla 2*. En ella, se relacionan las diferentes etapas del proyecto con los contenidos y las dimensiones de la competencia en alimentación.

DIMENSIÓN DE LA COMPETENCIA EN ALIMENTACIÓN	CONTENIDO	ETAPA
Conocimiento científico de la composición de los nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de nutrientes • Clasificación de los alimentos y su función • Cálculo del balance energético • Tasa Metabólica Basal (TMB) 	Paleolítico y Neolítico
Aprender técnicas culinarias	La conservación de los alimentos	Neolítico
Conocer formas de cultivo de alimentos de forma sostenible	Xenohormesis	Revolución tecnológica
Aprender la tarea de elegir y comprar los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetado de los alimentos • Conservación de los alimentos • Disruptores endocrinos • Xenohormesis • Microbiota 	<ul style="list-style-type: none"> • Revolución Industrial • Revolución tecnológica
Adquisición de hábitos adecuados de descanso y actividad física	<ul style="list-style-type: none"> • Estilo de vida • Cronobiología 	Revolución tecnológica

Tabla 2. Dimensiones de la competencia en alimentación que se desarrollan en Obesity.

Según se puede observar, de las siete dimensiones propuestas por Cabello, en esta primera fase se desarrollan cinco. Algunas de ellas, de forma poco profunda, como es la del conocimiento de formas de cultivo de manera sostenible, pues solo se enfoca de manera que el alumno comprenda la importancia la de la ingestión de alimentos de temporada y locales en relación a la xenohormesis.

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de la Educación Secundaria Obligatoria debe ser continua, formativa e integradora¹⁵. En este sentido, la evaluación en Obesity busca cumplir los tres principios, mediante una evaluación que tiene lugar en diferentes momentos del proceso (de forma individual y grupal).

Los instrumentos de evaluación son:

- Rúbricas que evalúen el trabajo individual y grupal, tanto del mapa conceptual como del trabajo realizado en cada una de las etapas.
- Cuestionarios basados en el juego.

Los cuestionarios iniciales y finales (pretest y postest) permitirán la evaluación del proyecto, que posibilitará conocer si se están cumpliendo los objetivos gracias al aprendizaje adquirido.

CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto Obesity ha sido diseñado, aunque aún no se ha implementado en Educación Secundaria. Se ha realizado una prueba piloto en estudiantes del grado de Educación Primaria de la Universidad Rovira i Virgili para verificar que los materiales y actividades tienen coherencia interna. Se ha podido comprobar que los alumnos se implicaban en el proyecto, aunque no se han obtenido aún datos cuantificables. Se considera que la formación de futuros maestros en alimentación y nutrición es básica para que ellos puedan formar a sus futuros alumnos.

El desarrollo de todas las dimensiones de la competencia en alimentación es uno de los retos futuros del proyecto Obesity. Además, adaptar los materiales del proyecto a diferentes cursos y etapas para que puedan beneficiarse más alumnos y se consiga una formación más profunda e integral.

¹⁵ Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Artículo 20.

MODELO TRIDIMENSIONAL RECORTABLE DE UNA DORSAL OCEÁNICA

Ignacio Meléndez Hevia

Profesor de Educación Secundaria
C/ Primero de Mayo, 28-12 (Parque Holandés)
35600 La Oliva (Las Palmas)
nachomelendez@yahoo.es

Antonio Brandi Fernández

Editorial Santillana
Avda. de los Artesanos, 6. 28760 Tres Cantos (Madrid)
abrandi@santillana.com

Palabras clave: modelo tridimensional, geología, dorsal oceánica, puzle, recortable.

Keywords: three-dimensional model, geology, oceanic dorsal, puzzle, cut cardboard.

Resumen

El presente trabajo corresponde a la ampliación de uno anterior, presentado en el III Congreso de Docentes de Ciencias del año 2014 y publicado en el correspondiente libro de actas de dicho Congreso.

En el anterior trabajo se presentó un puzle tridimensional que representaba un orógeno térmico. En esta ocasión, presentamos la segunda parte de lo que corresponderá a un conjunto de bloques diagrama en forma de puzles recortables, que constituirán el producto completo.

Este segundo puzle representa una dorsal oceánica en la que se está creando litosfera oceánica, y una pluma térmica que alcanza la base de la litosfera oceánica originando una hilera de relieves volcánicos.

El modelo consta de siete piezas de cartulina que, una vez recortadas y montadas, encajan entre sí, formando un puzle tridimensional que se puede incluir en una caja que agrupa el conjunto. Todas las piezas llevan diversos rótulos y explicaciones que dotan al producto de un altísimo valor didáctico.

Abstract

This work corresponds to the expansion of a previous one, presented at the III Congress of Science Teachers of the year 2014 and published in the corresponding book of minutes of said Congress.

In the previous work, a three-dimensional puzzle representing a thermal orogen was presented. Now, we present the second part of what will correspond to a set of diagram blocks in the form of cut-out puzzles, which will constitute the complete product.

This second puzzle represents an oceanic ridge in which oceanic lithosphere is being created, and a thermal plume that reaches the base of the oceanic lithosphere, originating a row of volcanic reliefs.

The model consists of seven pieces of cardboard that, once cut and assembled, fit together, forming a three-dimensional puzzle that can be included in a box that groups the whole. All the pieces have different labels and explanations that give the product a very high didactic value.

INTRODUCCIÓN

La tectónica de placas comienza a estudiarse en 4.º curso de Educación Secundaria Obligatoria, y su estudio se completa en los cursos de Bachillerato. Esta parte de la Geología suele ofrecer alguna dificultad a los alumnos, ya que se abordan conceptos completamente nuevos: la estructura y composición de la litosfera, la subducción, la dinámica de las dorsales oceánicas, la rotura, deriva y colisión de los continentes, la formación de orógenos, la dinámica de la convección en el manto terrestre con la formación de plumas térmicas, etc.

Por ello, las figuras del libro de texto tienen una gran importancia, ya que suponen un sólido apoyo para la adquisición de esos conceptos que, por su escala espacial y temporal, y por lo lejanos que resultan a la experiencia cotidiana, resultan difíciles de asimilar.

El principal objetivo de estos puzzles tridimensionales es proporcionar a los alumnos un conjunto de objetos manipulables y explicativos que les permitan tener en sus manos las placas litosféricas y ver, en tres dimensiones, los procesos característicos de la tectónica global.

Este trabajo muestra el segundo de un total de cuatro puzzles, que representan diferentes situaciones de la tectónica de placas:

1. Zona de subducción de litosfera oceánica bajo un continente, con la formación de un orógeno térmico. Presentado anteriormente en el III Congreso de Docentes de Ciencias y publicado como material de aula por Santillana (Meléndez y Brandi, 2014)¹.
2. Dorsal oceánica con una falla transformante, y pluma térmica que origina una hilera de islas volcánicas. Puzzle que configura la presente ponencia.
3. Zona de subducción de litosfera oceánica bajo litosfera oceánica, con la formación de un arco de islas volcánicas, mostrando también un margen continental pasivo. En elaboración.
4. Orógeno de colisión continental. En elaboración.

Las limitaciones de este material están en la gran exageración de la escala vertical y en la simplificación extrema de las estructuras geológicas, pero ambos aspectos son necesarios cuando queremos mostrar estos procesos a una escala reducida. Además, la simplicidad y la exageración de la escala son precisamente las que dotan a este material de un gran valor didáctico. Su uso en las aulas con alumnos de 4.º de ESO y de Bachillerato ha mostrado de forma reiterada que los alumnos lo valoran muy positivamente. Su empleo junto con otros recursos, tanto el libro de texto como los materiales digitales, facilitan en gran medida la adquisición de los contenidos básicos de la tectónica de placas.

¹ MELÉNDEZ, I. y BRANDI, A. (2014). *Modelo tridimensional recortable de un orógeno térmico. Actas del III Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza*. Madrid, abril de 2014.

El montaje de los puzles tiene además otro valor: los alumnos realizan una tarea que implica una rotura de la dinámica de una clase expositiva para realizar una actividad manual que despierta su curiosidad y su interés, y ven surgir un objeto tridimensional a partir de unos dibujos en una cartulina. El montaje de las piezas es un ejercicio de psicomotricidad fina, y su manipulación desarrolla su visión espacial.

Las piezas contienen una rotulación con explicaciones sobre los procesos y las estructuras. La curiosidad que despierta en los alumnos ver esas piezas que ellos mismos han construido los lleva a leer repetidamente esa rotulación. Ello les proporciona mucha información y les facilita la asimilación de los conceptos de esta parte de la Geología.

Al final de este trabajo se reproducen las láminas con todas las piezas necesarias para montar el puzle. Se recomienda que, dado que la publicación se podrá descargar en la web del Congreso en formato PDF, se imprima este documento en tamaño DIN-A3 sobre un papel de alto gramaje (preferiblemente cartulina) para dar consistencia y durabilidad al conjunto.

ELEMENTOS GEOLÓGICOS DEL PUZLE

El puzle representa una dorsal oceánica en la que se está creando litosfera oceánica, y una pluma térmica que alcanza la base de la litosfera oceánica, originando una hilera de relieves volcánicos.

Una dorsal oceánica es una zona de fractura en la corteza oceánica, que puede tener miles de kilómetros de longitud. Esta fractura hace que el manto subyacente quede expuesto y libre de la presión confinante que le proporciona la corteza, lo que facilita su fusión (Nicolas, 1990²; Anguita y Moreno, 1995³; Frisch, Meschede y Blakey, 2011⁴).

La fusión del manto comienza de modo disperso y a escala microscópica, en forma de una lámina de material fundido que rodea los granos minerales de las rocas. Pronto esta fase fundida se va agrupando, originando volúmenes mayores de magma que fluyen hacia la zona de fractura, donde la presión es menor. El rift es la zona de fractura, y presenta una actividad volcánica fisural muy intensa y continua. Se calcula que el 85 % del material volcánico producido en la Tierra se emite en los rifts de las dorsales oceánicas.

La dorsal oceánica, al corresponderse con una zona irregular de rotura, no es una estructura continua, sino que está cortada por fallas más o menos transversales, las fallas transformantes, que dislocan los segmentos de la dorsal. Algunas de estas fallas transformantes tienen una longitud de pocos cientos de kilómetros y finalmente desaparecen, permitiendo que más allá de ellas la litosfera oceánica se comporte como un único bloque. Pero otras se prolongan hasta miles de kilómetros desde la dorsal, manteniendo separados los dos fragmentos de litosfera oceánica que delimitan.

El magma emitido en la dorsal tiene composición basáltica: son los basaltos toleíticos, que al enfriarse bruscamente bajo el agua dan lugar a la corteza oceánica basáltica. Las coladas de lavas basálticas se van apilando hasta alcanzar un espesor de entre 5 y 7 kilómetros. Simultáneamente, la corteza se va apartando del rift, llevándose consigo un pequeño espesor de manto que queda adherido a su base. El conjunto formado por la corteza y esta pequeña porción de manto constituye la litosfera oceánica.

A medida que la litosfera es arrastrada alejándose de la dorsal, el espesor de manto que queda adherido a la corteza se hace mayor, aumentando así el espesor de la litosfera oceánica. Simultáneamente, los basaltos que forman la corteza se van enfriando y contrayendo, aumentando su densidad. Cuando la corteza oceánica tiene una antigüedad de unos 150 Ma, su densidad ha alcanzado un valor que le permite

² NICOLAS, A. (1990). *Las montañas bajo el mar*. Springer-Verlag Ibérica. Barcelona.

³ ANGUITA, F. y MORENO, F. (1995). *Geología, procesos internos*. Rueda. Madrid.

⁴ FRISCH, W., MESCHEDÉ, M. y BLAKEY, R. (2011). *Plate tectonics*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

hundirse en el manto sublitosférico, arrastrando consigo la porción de manto que quedó adherida a ella. Se produce así la subducción de la litosfera oceánica, no solo de la corteza.

Las rocas magmáticas formadas en la dorsal, debido a que tienen un contenido alto en magnetita, quedan magnetizadas reflejando la orientación del campo magnético terrestre. Este campo magnético experimenta inversiones cada pocos cientos de miles de años, por lo que el magnetismo de esas rocas refleja esa historia de inversiones, formándose un «bandeado paleomagnético», paralelo al eje de la dorsal oceánica, que, debido al crecimiento de la litosfera, presenta una apreciable simetría a ambos lados de la dorsal.

El manto terrestre presenta corrientes de convección, corrientes de material caliente y plástico que ascienden desde la base del manto hacia la base de la litosfera, y corrientes de material frío y rígido que se hunden desde la superficie hasta la base del manto. Las corrientes descendentes se corresponden con las placas de litosfera oceánica que subducen. Las corrientes ascendentes forman chorros de roca caliente que se originan en el contacto entre el núcleo externo y el manto, en la capa D'', que atraviesan el manto a una velocidad de unos 10 cm/año, y se denominan penachos térmicos o plumas térmicas. Cuando estas plumas alcanzan la base de la litosfera detienen su ascenso, ya que su densidad es similar a la de esta. Producen entonces un calentamiento de la litosfera, una zona con temperatura anormalmente alta (una anomalía térmica positiva) que se denomina «punto caliente». Dependiendo de que la litosfera bajo la que se sitúa una pluma térmica sea litosfera oceánica o litosfera continental, el resultado es diferente. Situada bajo litosfera continental, que es gruesa, fría y rígida, produce en esta tensiones divergentes que llegan a causar su rotura originando una zona de rifting.

Si la pluma térmica se sitúa bajo litosfera oceánica, más delgada y plástica, produce un intenso calentamiento, que origina magmas en el manto litosférico. Estos magmas, denominados magmas basálticos alcalinos, ascienden a su vez hacia la superficie y se manifiestan como un vulcanismo muy activo de alta temperatura: es el vulcanismo hawaiano. El apilamiento de coladas volcánicas sucesivas en el fondo oceánico acaba construyendo un edificio volcánico que llega a emerger originando una isla volcánica.

Como la placa litosférica oceánica se desplaza sobre la vertical de la pluma térmica en su movimiento desde la dorsal oceánica hasta la zona de subducción, en pocos millones de años la isla volcánica así formada se aparta del punto caliente en el que se originó, y su vulcanismo cesa. La erosión y la subsidencia (lento hundimiento vertical debido a su peso) acaban por dejarla sumergida y convertida en un guyot, un relieve submarino de origen volcánico. Mientras tanto, otra isla volcánica ha comenzado a formarse sobre la pluma térmica que continúa activa. El resultado final puede ser una hilera de relieves volcánicos de antigüedad creciente, de los que solo el más reciente tiene vulcanismo activo.

MONTAJE DEL PUZLE

Los alumnos deben trabajar en grupos de dos o tres, montando un puzle cada grupo. El montaje lleva varias horas de trabajo, y una persona sola necesitaría varias sesiones de clase, mientras que un grupo de dos o tres personas puede montar un puzle en dos sesiones.

ADVERTENCIA: Si se van a imprimir las hojas desde un documento PDF, es necesario imprimirlas todas en la misma impresora, para evitar pequeñas diferencias de tamaño que impedirían el encaje de las piezas entre sí.

MATERIAL NECESARIO

- Tijeras largas y de buena calidad.
- Cola transparente apta para el uso escolar. Un pincel fino para untar la cola y un vasito de plástico con agua para lavar el pincel. Puede utilizarse cola blanca, pero mancha más. Las barras de pegamento deben

descartarse porque pegan el papel al primer contacto y no admiten correcciones. Los pegamentos con disolventes o con cianocrilato deben descartarse por no ser aptos para su uso en el aula.

- Una regla y un abrecartas metálico, o un punzón, para marcar las líneas de doblez.

CONSEJOS GENERALES SOBRE EL MONTAJE

Conviene montar las piezas siguiendo el orden sugerido (pieza 1, pieza 2, etc.). La primera pieza que se monta es la caja, para poder ir poniendo en su interior las demás piezas.

Es mejor recortar cada pieza y montarla antes de recortar y montar la siguiente, para evitar confusiones, ya que algunos de los componentes del puzle tienen más de una parte, que puede estar en otra hoja.

Una vez recortada una pieza, deben marcarse con un abrecartas o un punzón y una regla las líneas de doblez, para poder doblarlas correctamente y con facilidad.

Las hojas contienen algunas anotaciones sobre el montaje, y una imagen de la pieza ya montada. Al recortar las piezas hay que conservar esas instrucciones, ya que suponen una ayuda en algunas partes cuya elaboración presenta cierta dificultad.

Para montar las piezas con superficies curvas, primero se construye la parte principal de la pieza. La parte curva queda parcialmente cubierta con una superficie provisional, que en algunos casos se nombra de algún modo (por ejemplo, «superficie A1»; «superficie A2»; «solapa I0»; etc.). Sobre esa superficie provisional se pegará a continuación la superficie curva definitiva.

Conviene pegar las pestañas en el orden que viene sugerido, a veces con rótulos «pestaña 1»; «pestaña 2»; etc., y otras veces con un simple número en color verde. Seguir el orden de esta numeración facilita mucho el montaje. Es importante esperar a que se seque el pegamento de una pestaña antes de pegar la siguiente. Así, la pieza va adquiriendo su forma.

PROCESO DE MONTAJE DEL PUZLE

1. Montamos en primer lugar la caja. Esta es la pieza 1 del puzle.
2. Montamos el manto sublitosférico. Esta pieza está compuesta por dos bloques, que posteriormente se pegan entre sí para formar la pieza completa. Cada uno de los bloques tiene tres partes que hay que recortar y pegar entre sí. El montaje se realiza en el siguiente orden:
 - a. Empezamos montando el bloque 1. Para ello, pegamos la pestaña 1 y a continuación la pestaña 2, con lo que obtenemos los laterales y los frontales del bloque.
 - b. Pegamos las pestañas 3, 4 y 5, que constituyen las «costillas» transversales sobre las que luego pegaremos la superficie del manto.
 - c. Pegamos la «solapa I0» sobre las pestañas 6.
 - d. Pegamos el techo del manto sublitosférico sobre las pestañas 7. Al hacerlo veremos que quedan unas ranuras señaladas con unas flechas y marcadas con los números 1 y 2. En esas ranuras encajarán más adelante los bloques de la litosfera.
 - e. Pegamos la parte pequeña del techo del manto sobre las pestañas 8 y sobre la «costilla» transversal. Al tratarse de una superficie que queda curvada, es importante esperar a que la cola esté bien seca antes de continuar.
 - f. Pegamos la parte larga del techo del manto sobre las pestañas 9, sobre las dos «costillas» transversales y sobre la solapa I0.
 - g. Realizamos el mismo proceso con el bloque 2 del manto sublitosférico. Obtenemos así los dos bloques.

- h. Pegamos los dos bloques entre sí por el lateral que está indicado.
 - i. Una vez pegados ambos bloques, pegamos la base y los frontales. Esta parte está en la misma hoja que la parte 2 de la caja. Al pegar la base hay que tener cuidado para que la posición de la pluma térmica coincida con la que está dibujada en el lateral.
3. Montamos los bloques de litosfera oceánica. Son cuatro bloques que constituyen las piezas 3, 4, 5 y 6, y que tienen unas pestañas con los números 1 al 4, que encajan en las ranuras del manto sublitosférico que tienen la misma numeración.

Los bloques 1 y 4 son pequeños, y los bloques 2 y 3 son grandes. El bloque 3 lleva pegadas las dos islas volcánicas.

En los cuatro bloques, el proceso de montaje es igual:

- a. Encolamos y doblamos la pestaña para duplicar su grosor y aumentar su resistencia, ya que es la que tendrá que introducirse en la ranura del manto sublitosférico para fijar la litosfera en su lugar.
Con el uso y la manipulación por parte de los alumnos es fácil que esta pestaña llegue a romperse. En ese caso, puede volver a pegarse, utilizando incluso cinta adhesiva, con lo que la pieza vuelve a ser funcional.
 - b. Pegamos a continuación la pestaña 1 de la base de la litosfera, en el rift.
 - c. Pegamos el techo de la litosfera sobre las pestañas 2 y a continuación sobre las pestañas 3.
 - d. Pegamos la pestaña 4, formando una «costilla» transversal de la pieza.
 - e. Pegamos a continuación la solapa sobre las pestañas 5.
 - f. Pegamos las pestañas 6, con lo que queda formado el rift, el borde más fino de la pieza.
 - g. Pegamos por último las pestañas 7, y la pieza queda terminada. Con el mismo procedimiento se montan las cuatro piezas que forman la litosfera oceánica (piezas 3, 4, 5 y 6). Recordemos que estas piezas llevan unas pestañas con los números 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Estas pestañas encajan en las ranuras del manto sublitosférico (pieza 2) que tienen los mismos números.
 - h. La pieza 5, que se corresponde con el bloque 3 de la litosfera oceánica, lleva pegadas una isla volcánica y un guyot, identificados como «isla volcánica 1» e «isla volcánica 2». El montaje de estas islas es sencillo. Una vez montadas ambas, se pegan en los lugares indicados, cuidando de que las flechas naranjas coincidan. Los bloques de litosfera oceánica se apoyan sobre el manto sublitosférico (pieza 2).
4. Montamos el océano. Esta pieza tiene también dos bloques, como el manto sublitosférico, que luego hay que unir entre sí y tapar con una cubierta, que en este caso formará la superficie del océano. El bloque 1 tiene unos rebajes en los que encajan las islas volcánicas 1 y 2. Ambos bloques se construyen de forma idéntica:
- a. Pegamos la pestaña 1, que une el lateral del bloque con la base del océano. A continuación, las pestañas 2 y las pestañas 3. Queda así formado uno de los laterales. Obsérvese que la zona del rift, la zona donde la base del océano tiene una estrecha parte plana, va pegada sobre las pestañas de color amarillo.
 - b. Pegamos las pestañas 4 y 5, con lo que queda formado el otro lateral del bloque.
 - c. Pegamos las pestañas 6 y las pestañas 7. Así queda compuesto un bloque. El otro se monta siguiendo los mismos pasos.
 - d. Una vez montados los dos bloques, se pegan entre sí por la zona indicada.
 - e. A continuación, se pega sobre el conjunto de los dos bloques la superficie del océano.
 - f. Por último, se corta la zona sombreada de gris para despejar el hueco en el que encajará la «isla volcánica 1». El océano, una vez montado, forma la pieza 7 del puzle 2.
 - g. El océano se apoya sobre los cuatro bloques de litosfera oceánica, y sobre su superficie sobresale la isla volcánica 1. El guyot queda oculto bajo la superficie del océano.

■ Pieza 1 – (PRIMERA PARTE)

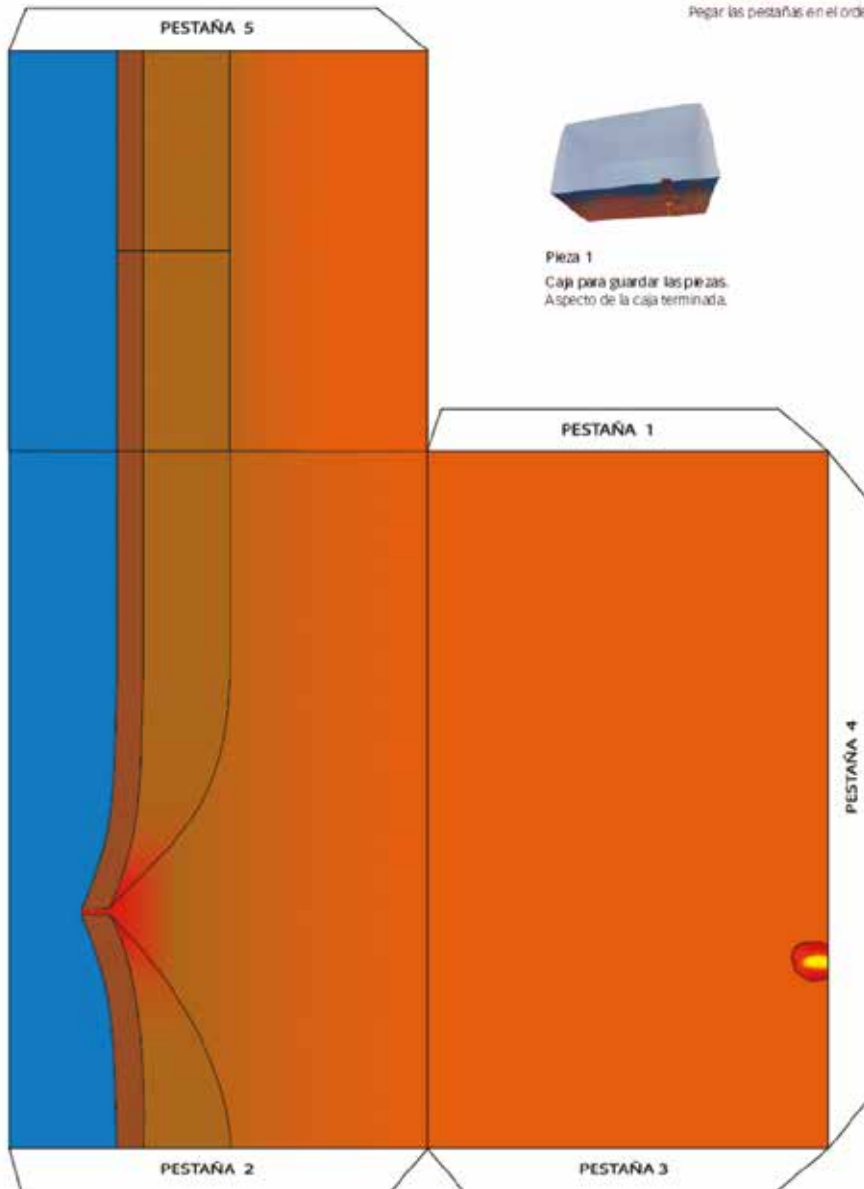
Bloque 2

Puzzle 2

Pieza 1 - Primera parte
Caja para guardar las piezas.
Pegar las pestañas en el orden indicado.



Pieza 1
Caja para guardar las piezas.
Aspecto de la caja terminada.



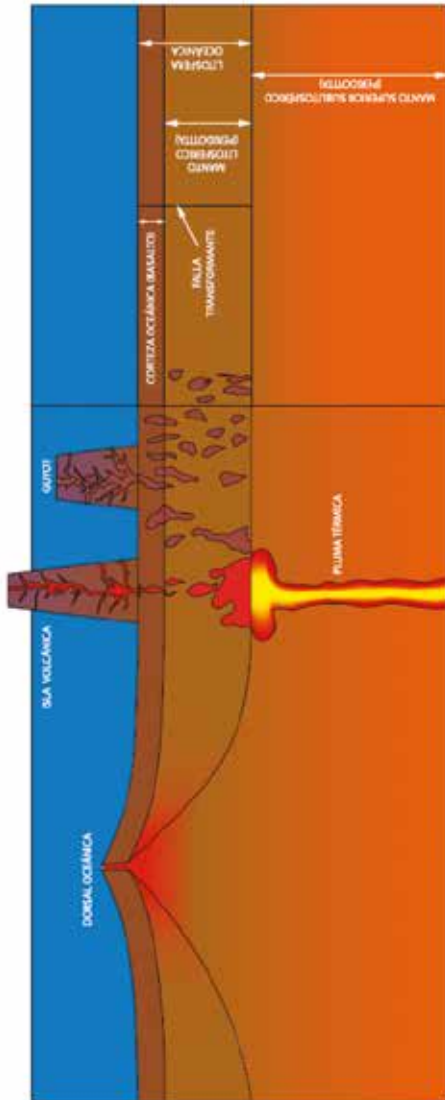
SANTILLANA

Pieza 1 – (SEGUNDA PARTE)

Bloque 2

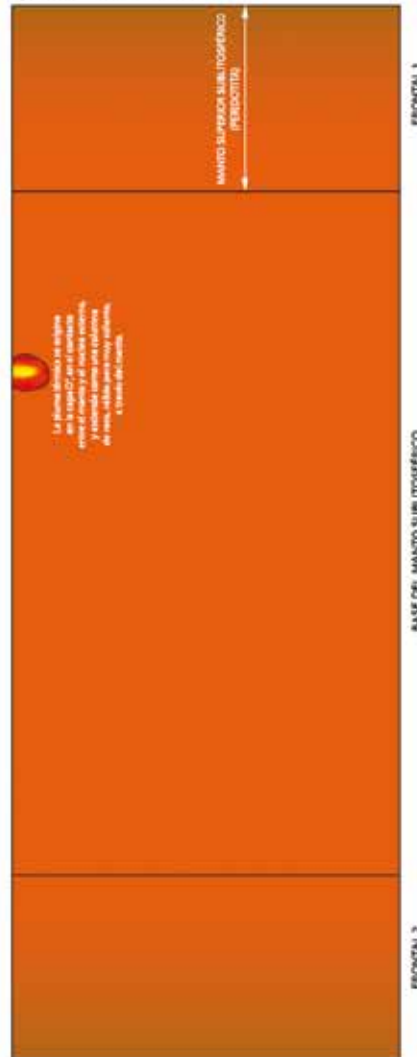
Puzle 2

Pieza 1. Caja para guardar las piezas. - Parte 2.



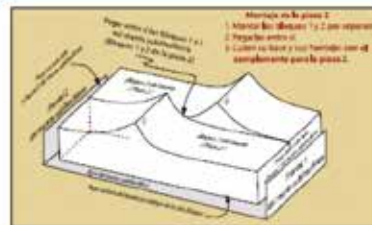
Puzle 2

Pieza 2. Complemento para la pieza 2. Frontales y base del manto sublitosférico.



Pieza 2

Conjunto del manto sublitosférico. Aspecto de la pieza terminada.



SANTILLANA

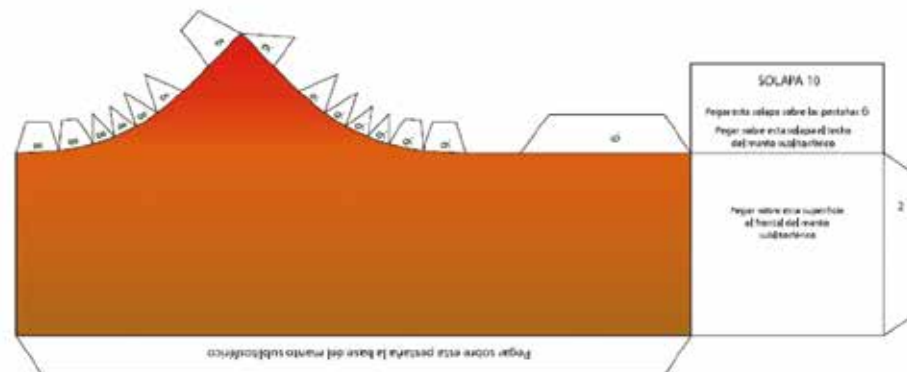
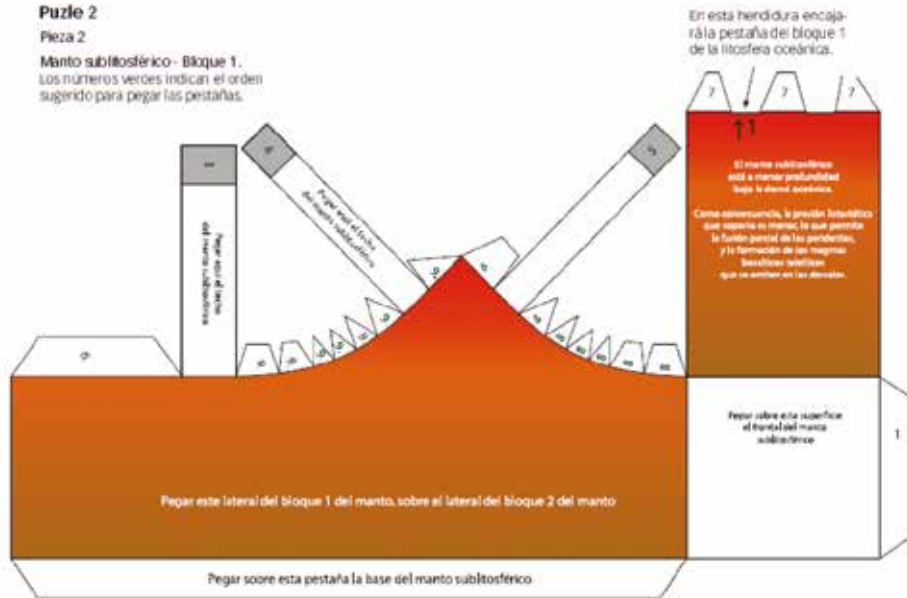
Pieza 2 – (PRIMERA PARTE)

Bloque 2

Puzzle 2

Pieza 2

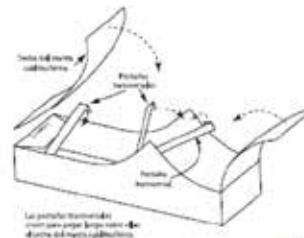
Manto sublitosférico - Bloque 1.
Los números verdes indican el orden sugerido para pegar las pestañas.



Techo del manto sublitosférico.

Pegar esta superficie primero sobre las pestañas 7, luego sobre las pestañas 9 y sobre la solapa 10.

Pegar este lado del techo sobre las pestañas 7.



SANTILLANA

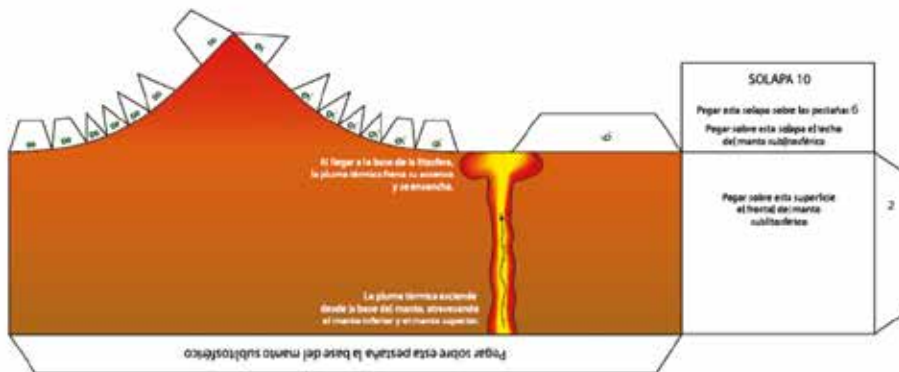
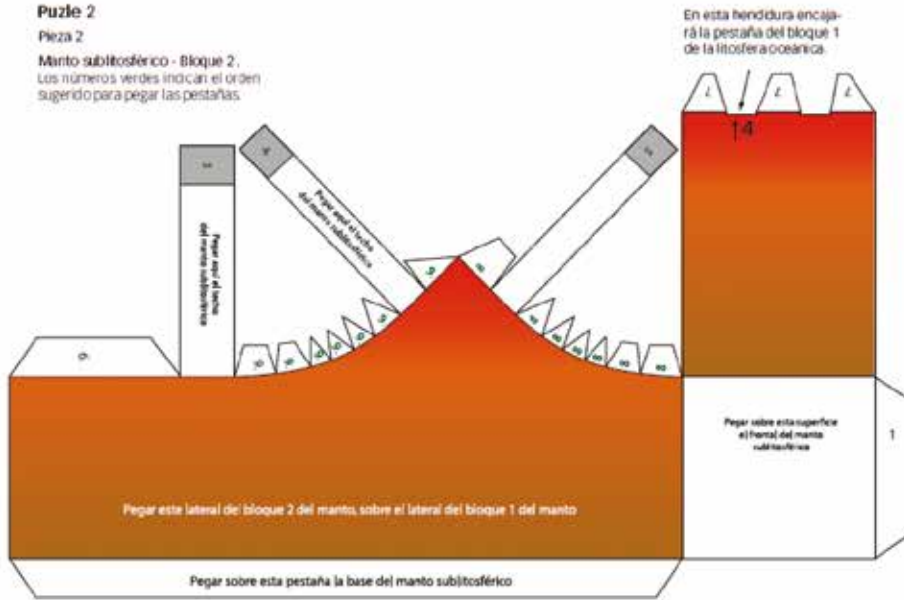
Pieza 2 – (SEGUNDA PARTE)

Bloque 2

Puzzle 2

Pieza 2

Manto sublitosférico - Bloque 2.
 Los números verdes indican el orden sugerido para pegar las pestañas



Techo del manto sublitosférico.

Pegar esta superficie primero sobre las pestañas 7, luego sobre las pestañas 9 y sobre la solapa 10.



Pieza 2
Bloque 2.
 Aspecto de la pieza terminada.

Pieza 4

Bloque 2

Puzle 2

Pieza 4

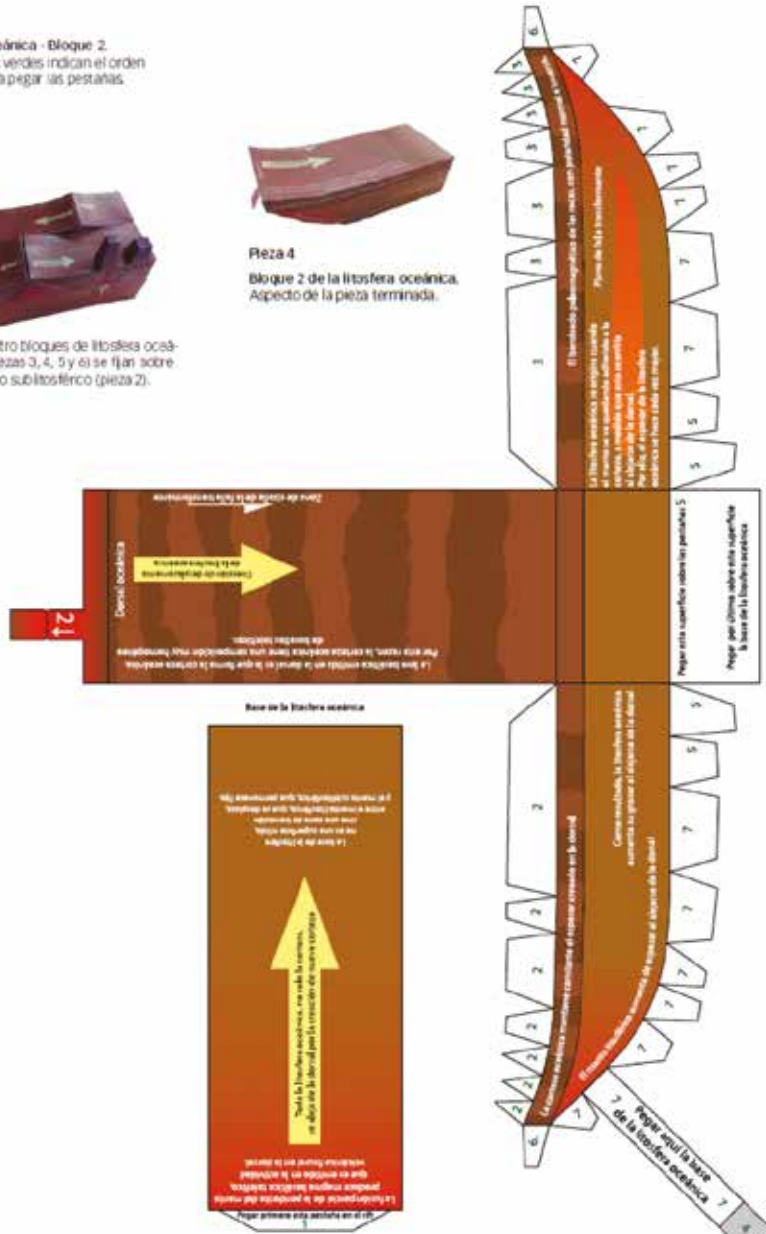
Litósfera oceánica - Bloque 2.
Los números verdes indican el orden sugerido para pegar las pestañas.



Los cuatro bloques de litósfera oceánica (piezas 3, 4, 5 y 6) se fijan sobre el manto sublitosférico (pieza 2).



Pieza 4
Bloque 2 de la litósfera oceánica.
Aspecto de la pieza terminada.



Pieza 5

Bloque 2

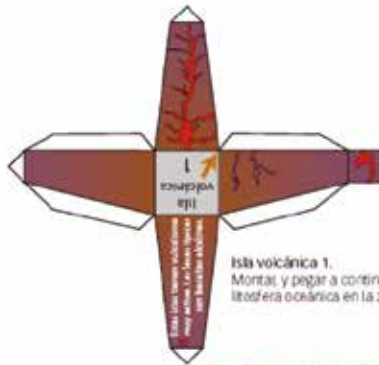
Puzzle 2

Pieza 5

Litósfera oceánica - Bloque 3.
Los números verdes indican el orden sugiendo para pegar las pestañas.



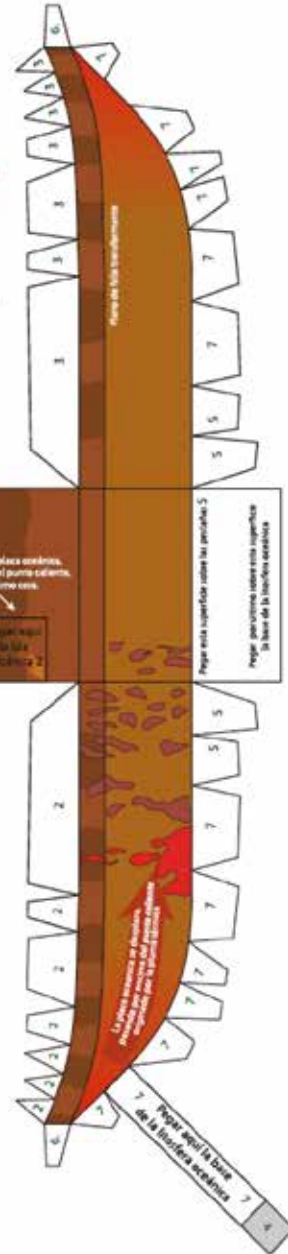
Pieza 5
Bloque 3 de la litósfera oceánica.
Aspecto de la pieza terminada.



Isla volcánica 1.
Montar y pegar a continuación sobre la litósfera oceánica en la zona señalada.



Isla volcánica 2.
Montar y pegar a continuación sobre la litósfera oceánica en la zona señalada.
Esta «isla volcánica» en realidad queda sumergida, tapada por la superficie del océano, formando un guyot. Solo emerge la «isla volcánica 1».



SANTILLANA

Pieza 7 – (PRIMERA PARTE)

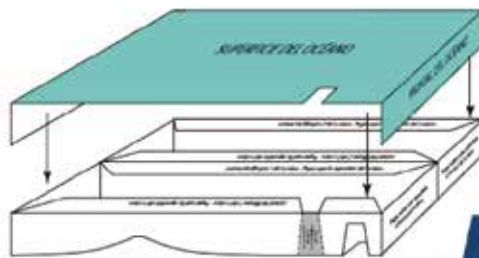
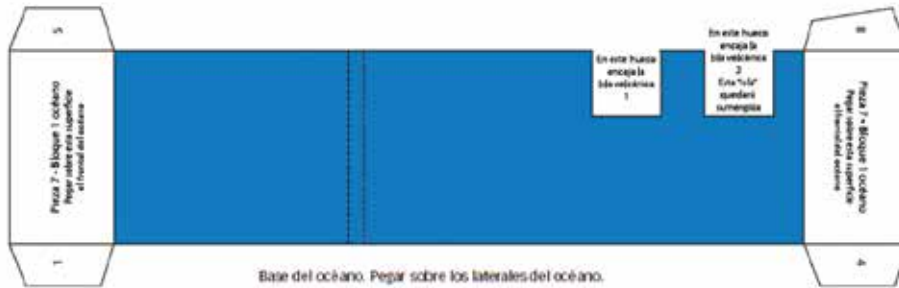
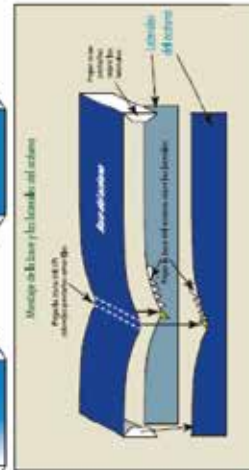
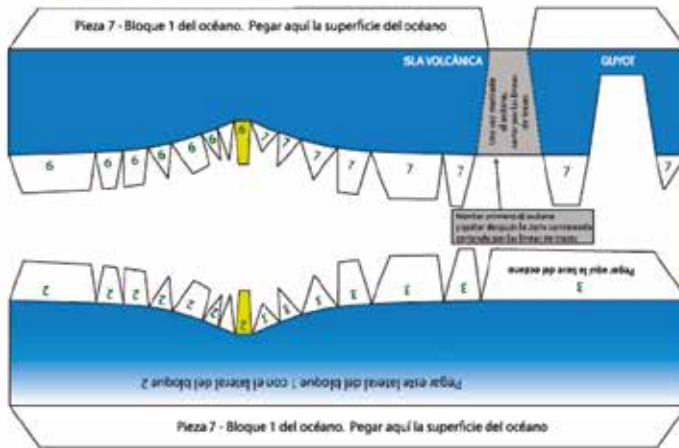
Bloque 2

Puzzle 2

Pieza 7

Océano - Bloque 1.

Los números verdes indican el orden sugerido para pegar las pestañas.



Pieza 7
Océano.
Aspecto de la pieza terminada.



El océano (pieza 7) se apoya sobre los cuatro bloques de litosfera oceánica (piezas 3, 4, 5 y 6).



La caja con todas las piezas dentro.

Montar los dos bloques del océano y pegarlos por uno de sus laterales.

Pegar luego sobre ellos la superficie y los frontales del océano.

Por último, quitar la zona sombreada en gris del lateral del bloque 1 del océano, cortando por las líneas de trazos.

Pieza 7 – (SEGUNDA PARTE)

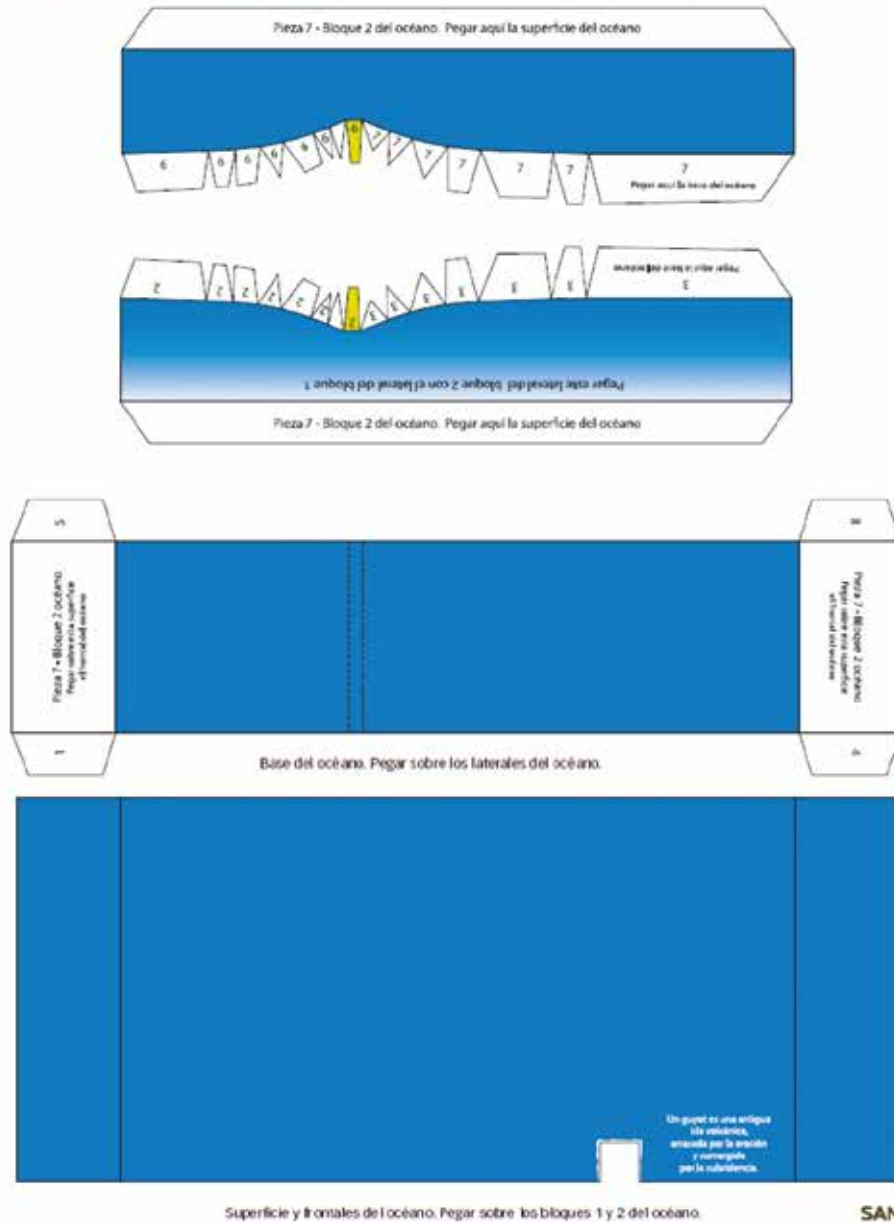
Bloque 2

Puzle 2

Pieza 7

Océano - Bloque 2.

Los números verdes indican el orden sugerido para pegar las pestañas.



SANTILLANA

EL PROGRAMA SI! DE EDUCACIÓN PRIMARIA PARA PROMOCIONAR HÁBITOS CARDIOSALUDABLES EN NIÑOS DE 6 A 12 AÑOS

Xavier Òrrit, Vanesa Carral, Carla Rodríguez, Domènech Haro, Isabel Carvajal
Fundación SHE. C/ Balmes, 155, 5.º-1.º. 08008, Barcelona

Amaya de Cos-Gandoy, Mercedes de Miguel, Patricia Bodega
Fundación SHE. C/ Balmes, 155, 5.º-1.º. Barcelona
*Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). C/ Melchor Fernández Almagro, 3
28029 Madrid*

Gloria Santos-Beneit
Fundación SHE. C/ Balmes, 155, 5.º-1.º. 08008, Barcelona
*Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). C/ Melchor Fernández Almagro, 3
28029 Madrid*
Grupo de Investigación Epinut. UCM. Avda. de Séneca, 2. 28040, Madrid
gsantos@fundacionshe.org

Valentín Fuster
Fundación SHE. C/ Balmes, 155, 5.º-1.º. 08008, Barcelona, España
*Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). C/ Melchor Fernández Almagro, 3
28029 Madrid*
*The Zena and Michael A. Wiener Cardiovascular Institute, Icahn School of Medicine at Mount Sinai,
1 Gustave L. Levy Pl, NY 10029, Nueva York, EE. UU.*

Palabras clave: niños, promoción de la salud cardiovascular, pedagogía, educación para la salud

Keywords: children, cardiovascular health promotion, pedagogy, health education

Resumen

La salud cardiovascular (SCV) de la población mundial se está viendo cada vez más deteriorada por factores y conductas de riesgo establecidos en la infancia. La Fundación SHE ha elaborado un programa escolar para fomentar la SCV a través de la educación. Su estrategia pedagógica promueve el conocimiento y cuidado de cuerpo y corazón, vida activa, alimentación saludable y habilidades de gestión emocional. Su diseño sigue las directrices establecidas por la OMS y evidencias científicas. Pretende producir cambios en los hábitos de salud del alumnado de Educación Primaria a través de su entorno inmediato (familia, profesorado y ambiente escolar).

Abstract

Cardiovascular health (CVH) of the world population continues deteriorating due to risk factors and behaviors established in childhood. The SHE Foundation has developed a school program to promote CVH through the education. The pedagogical strategy of the Program focuses on knowledge and care of body and heart, active life, healthy diet and emotional management skills. Its design follows the WHO recommendations and scientific evidence. The Program pretends to make changes on healthy habits in students of Elementary School through their immediate environment (family, teachers, and the school environment).

INTRODUCCIÓN

La Fundación SHE (Science, Health and Education) es una entidad sin ánimo de lucro presidida por el prestigioso médico cardiólogo Dr. Valentín Fuster, que tiene el objetivo de promover hábitos saludables que ayuden a reducir los efectos de la enfermedad cardiovascular (ECV). Para ello, lleva a cabo diferentes estrategias y programas, entre los que se encuentra el Programa SI!

La mayoría de los estudios que analizan las estrategias de prevención de ECV recomiendan los programas de salud focalizados en el ámbito escolar como la forma más efectiva de reducir la probabilidad de una epidemia de ECV mediante la sensibilización de la población sobre los beneficios de los hábitos de vida saludables desde la infancia^{1,2,3}. La educación para la salud desde los primeros años de vida se ha convertido en una herramienta poderosa para la promoción de estilos de vida saludables. Se pueden utilizar diferentes estrategias, sin embargo, se han señalado varias razones para elegir los centros educativos como los escenarios más adecuados para llevar a cabo iniciativas educativas de promoción de la salud⁴: 1) costo-efectividad, 2) exposición a largo plazo (> 10 años de educación obligatoria), 3) centro del desarrollo individual y social del mismo, junto con la familia, 4) papel central en el establecimiento del comportamiento y los valores sociales de los niños, 5) mejor salud en los niños estrechamente relacionada con resultados académicos positivos.

El Programa SI! es una intervención educativa de aplicación en centros educativos para niños de 3 a 16 años de edad. Esta intervención se ha diseñado teniendo en cuenta los factores de riesgo de ECV, y en ella se trabajan contenidos de cuatro componentes: alimentación (AL), actividad física (AF), cuerpo y corazón (CC), y gestión emocional/factores de protección (GE)⁵. Para crear los hábitos saludables, la intervención se centra en desarrollar actitudes al adquirir los conocimientos, tomando como base el Mo-

¹ CABALLERO, B. (2004). Obesity prevention in children: opportunities and challenges. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord*, 28(S3), S90-95.

² WILLIAMS, C. L., HAYMAN, L. L., DANIELS, S. R., ROBINSON, T. N., STEINBERGER, J., PARIDON, S., BAZZARRE, T. (2002). Cardiovascular health in childhood: a statement for health professionals from the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation*, 106, pp. 143-160.

³ WANG, Y., WU, Y., WILSON, R. F., BLEICH, S., CHESKIN, L., WESTON, C., ..., SEGAL, J. (2013). *Childhood obesity prevention programs: comparative effectiveness review and meta-analysis*. Comparative effectiveness review 115. AHRQ Publication No. 13-EHC081-EF. Agency for Healthcare Research and Quality.

⁴ DESCHESNES, M., MARTIN, C., HILL, A. J. (2003). Comprehensive approaches to school health promotion: how to achieve broader implementation? *Health Promot Int*, 18(4), pp. 387-396.

⁵ PEÑALVO, J. L., SANTOS-BENEIT, G., SOTOS-PRIETO, M., MARTÍNEZ, R., RODRÍGUEZ, C., FRANCO, M., ..., FUSTER, V. (2013). A cluster randomized trial to evaluate the efficacy of a school-based behavioral intervention for health promotion among children aged 3 to 5. *BMC Public Health*, 13, p. 656.

delo Transteórico del Cambio⁶. Este modelo propone 6 etapas para modificar una conducta: precontemplación, contemplación, preparación, acción, mantenimiento, terminación. El modelo se originó inicialmente para el cese de consumo tabáquico.

El desarrollo del Programa ha seguido las recomendaciones internacionales para diseñar intervenciones efectivas^{7,8}, que se resumen en la siguiente tabla.

	RECOMENDACIONES
Contenido y objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adaptar el desarrollo a cada etapa teniendo en cuenta el currículo escolar. 2. Incluir varios temas de salud. 3. Incluir el autocuidado, la autoestima, el manejo de las emociones, la autonomía, la toma de decisiones, la aceptación y respeto por los otros y sus diferencias, las habilidades de escucha y comunicación, y una gestión sana y equilibrada del ocio y otras habilidades para la vida. 4. Uso de métodos interactivos y participativos, priorizando el entrenamiento en habilidades sociales para la vida, los cambios de comportamiento y de actitud. La adquisición del conocimiento se hace a través de la búsqueda de técnicas, análisis y reflexión, no únicamente a través de la transmisión de la información. 5. Adecuar la base teórica y conceptual a los diferentes niveles de intervención: modelos de promoción de salud, educación para la salud y aprendizaje social.
Niveles de intervención	<ol style="list-style-type: none"> 6. Focalizarse no solo en los niños, sino también en sus familias, profesores y ambiente escolar, de forma holística. 7. Tener en cuenta el entorno físico y el clima escolar. 8. Incluir a la familia.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 9. Desde la infancia hasta la adolescencia. 10. Programas implementados en el aula con los profesores como agentes de salud. 11. Educación y formación a los profesores por parte de la entidad responsable del programa. 12. Plan de negociación y apoyo político y financiero por parte de las autoridades responsables. 13. Apoyo y consejo por parte de la entidad que desarrolla el programa, ya sea una entidad pública o privada. 14. Disponibilidad de recursos, sostenibilidad del programa a lo largo del tiempo.
Evaluación	<ol style="list-style-type: none"> 15. Evaluación del resultado del programa usando diferentes diseños de investigación y metodologías (métodos cualitativos y cuantitativos).

Tabla 1. Recomendaciones para el diseño de programas de promoción de salud en los centros educativos

⁶ PROCHASKA, J. O., DICLEMENTE, C. C. (1984). *The transtheoretical approach: Crossing the traditional boundaries of therapy*. Melbourne, Florida, Krieger Publishing Company.

⁷ MUKOMA W., FLISHER A. J. (2004). Evaluations of health promoting schools: a review of nine studies. *Health Promot Int*, 19(3), pp. 357-368.

⁸ JONES, J.T., FURNER, M., WHO GLOBAL SCHOOL HEALTH INITIATIVE & WORLD HEALTH ORGANIZATION. HEALTH EDUCATION AND PROMOTION UNIT (1998). Health-promoting schools: a healthy setting for living, learning and working. Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/school_youth_health/media/en/92.pdf.

La intervención está focalizada en el alumnado y utiliza su entorno inmediato (centro educativo, profesorado y familia) para llegar a él de la forma más efectiva. La hipótesis que plantea este Programa es que la adquisición de hábitos saludables desde la infancia reduce los riesgos de la ECV y mejora la calidad de vida. Este enfoque permite, además, plantear la hipótesis secundaria en la que son los niños el vehículo del cambio conductual de las familias.



Figura 1. Componentes y niveles de intervención del Programa SI!

Los componentes conductuales que se muestran en la *figura 1* están íntimamente ligados con el desarrollo de la persona, por lo que el Programa SI! de Educación Primaria también pretende dotar al individuo de las habilidades y valores necesarios que le permitan actuar proactivamente respecto a su salud durante toda la vida.

El Programa SI! se divide en diferentes etapas o subprogramas en los que tanto los contenidos como las propuestas y recursos didácticos se adaptan al nivel cognitivo de los niños de la edad correspondiente a cada etapa y a lo marcado por la ley educativa, según las recomendaciones de Leger y Nutbeam⁹, de forma que el profesorado pueda incorporar de manera natural el Programa en sus clases.

⁹ ST. LEGER, L., NUTBEAM, D. (2000), Promoción de la salud eficaz en los centros de enseñanza. En International Union of Health Promotion and Education. *La evidencia de la eficacia de la promoción de la salud. Configurando la salud pública en una nueva Europa. Parte dos. Libro de evidencia*, pp. 115-127. Traducción de la Subdirección General de Promoción

- SI! de Educación Infantil (3-6 años): se trabajan principalmente y de forma repetitiva rutinas con el objetivo de que se conviertan en hábitos.
- SI! de Educación Primaria (6-12 años): se fomenta en el alumnado la adquisición de conocimientos, actitudes y hábitos saludables (CAH) a través de la experimentación, el pensamiento crítico y la toma de decisiones.
- SI! de Educación Secundaria (12-16 años): se acompaña a los jóvenes en esta etapa clave para el mantenimiento de hábitos saludables y el desarrollo de factores de protección ante hábitos perjudiciales, que tienen su comienzo en estas edades.

DESARROLLO DEL PROGRAMA SI!

El desarrollo del Programa SI! para cada una de las etapas educativas se lleva a cabo en tres fases: elaboración de materiales, piloto y evaluación. Para cada una de las fases se ha contado con un equipo multidisciplinar de trabajo formado por expertos de diferentes áreas (pedagogía, psicología, medicina, epidemiología, biología, actividad física, nutrición, educación, gestión de proyectos y diseño web).

FASE 1 - ELABORACIÓN DEL PROGRAMA SI!

En esta fase se definen los objetivos y contenidos pedagógicos, en base al currículo oficial de cada etapa educativa, y los objetivos científicos. A partir de estos objetivos se diseñan y desarrollan las actividades, recursos y estrategias de intervención.

FASE 2 - PILOTO

Una vez diseñados los materiales y estrategias pedagógicas del Programa SI! para cada etapa educativa, se realiza un pilotaje de estos y se valoran con una metodología cualitativa¹⁰ empleando diferentes metodologías: grupos focales, encuestas autocumplimentadas y entrevistas colectivas.

FASE 3 - EVALUACIÓN DEL IMPACTO

Una de las principales cualidades del Programa SI! es que se basa en la evidencia científica y tras el diseño, desarrollo y pilotaje de los materiales de cada etapa se evalúa su impacto a través de estudios aleatorizados.

OBJETIVOS DEL PROGRAMA SI! DE EDUCACIÓN PRIMARIA

El objetivo general de esta etapa es fomentar en el alumnado la adquisición de CAH saludables a través de una intervención que promueva el pensamiento crítico y la toma de decisiones, basada en cuatro componentes (AL, AF, CC, GE) y en cuatro ámbitos (aula, profesorado, familia y escuela).

Además de este objetivo general, se ha definido un objetivo por cada componente, que es el que guía la elección de contenidos y estrategias para la elaboración de los materiales:

de la Salud y Epidemiología, de la Dirección General de Salud Pública y Consumo, del Ministerio de Sanidad y Consumo. 1.ª ed., en inglés, 1999. Madrid. Ministerio de Sanidad y Consumo.

¹⁰ MONTAÑÉS, M. (2010). *El grupo de discusión*. Ed. Cuadernos CIMAS-Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible.

- Conocer e identificar las necesidades y cuidados del corazón en su relación con el resto de aparatos y sistemas del cuerpo humano.
- Promover el interés por la práctica de actividad física y la adquisición de hábitos de vida activa y de descanso.
- Adquirir hábitos de alimentación saludable mediante el conocimiento y la valoración de las propiedades de los alimentos y su consumo.
- Desarrollar habilidades de gestión emocional personales y sociales.

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES Y ESTRATEGIAS DE LA INTERVENCIÓN

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los materiales y estrategias de implementación para cada uno de los niveles en los que interviene el Programa SII de Educación Primaria.

POBLACIÓN	ACTIVIDADES	MATERIALES
ALUMNADO	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades guiadas para el aula (retos de Cardio) • Semana de la Salud 	<ul style="list-style-type: none"> • 6-8 años: 16 Retos de Cardio por curso y recursos asociados • 8-10 años: 12 Retos de Cardio por curso y recursos asociados • 10-12 años: 12 Retos de Cardio por curso y recursos asociados
FAMILIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del Programa SII • Capacitación en el cambio de hábitos • Semana de la Salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Circular de familias • Vídeo motivacional del Dr. Fuster • Retos en familia • Pautas para el trabajo de las emociones • Mensajes clave de salud • Página web del Programa SII • Curso de formación básica VIVE
PROFESORADO	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del Programa SII • Formación completa • Apoyo al dinamizador a través del coordinador de SHE • Semana de la Salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos informativos • Vídeo motivacional del Dr. Fuster • Guías didácticas de aplicación del Programa • Pautas para el trabajo de las emociones en el aula • Formación intensiva para el profesorado • Curso básico en línea de 4-5 horas • Página web del Programa SII
AMBIENTE ESCOLAR	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación para el cambio de hábitos • Apoyo de los equipos directivos a través del coordinador de SHE • Semana de la Salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Decálogo de ambiente escolar saludable • Póster del decálogo de ambiente escolar • Póster con mensajes clave de salud • Página web del Programa SII

Tabla 2. Estrategias y materiales del Programa SII de Educación Primaria por nivel de intervención.

a. Aula/niños

Con el objetivo de cambiar los CAH respecto a los cuatro componentes del Programa SII se plantea un trabajo en el aula con materiales originales de la Fundación SHE, los Retos de Cardio, los cuales siguen la estructura que se muestra en la siguiente tabla.

TIPO DE ACTIVIDAD	FINALIDAD PEDAGÓGICA	METODOLOGÍA
PENSAMOS	Introducir o activar conocimientos relacionados con el objetivo de la actividad principal.	Vídeos y actividades que generen debates.
EXPERIMENTAMOS	Generar aprendizajes y habilidades. En estas actividades se conectan nuevos aprendizajes con los que ya poseen.	Experimentación, juegos, manualidades.
TERMINAMOS CON	Consolidar los nuevos aprendizajes y entender su utilidad en su vida diaria.	Juegos, vídeos, asambleas, manualidades y experimentación.
QUEREMOS APRENDER MÁS	Profundizar en los contenidos y añadir contenidos relacionados de otros componentes.	Experimentación, juegos y manualidades.
FAMILIA	Generalizar los aprendizajes adquiridos en el hogar.	Experimentación en familia.

Tabla 3. Tipos de actividades, finalidad pedagógica y metodología utilizada.

Además de las actividades, el Programa pone a disposición de los maestros recursos didácticos.

Saludómetro: test de 12 preguntas rápido, sencillo y divertido, con el que recordar y ver el progreso acerca de las acciones y actitudes más adecuadas para estar sanos.

Talleres de Alicia: 12 actividades prácticas de cocina (dos por nivel educativo), divertidas, nutritivas y sencillas de preparar, para que sean realizadas en clase y fomenten el gusto y la habilidad de cocinar. Realizadas conjuntamente con la Fundación Alicia.

Vivencias saludables de los hermanos Gasol: 4 vídeos grabados con Pau y Marc Gasol, en los que cuentan a los alumnos sus vivencias relacionadas con la salud, y que sirven para complementar el tema a trabajar en la actividad.

b. Familias

Las familias juegan un rol crítico en la educación de los hábitos saludables de sus hijos, por lo que hay que hacer especial hincapié en la implicación de las mismas. El material elaborado para trabajar en casa son los Retos en familia. Estas actividades sencillas, tales como ir al mercado o comentar las emociones que se dan durante un fin de semana, son el vínculo entre las familias y el Programa SII y tienen como objetivo que los hábitos de salud lleguen a las casas y se generalicen más allá de lo aprendido en el aula. Las familias cuentan además con guías específicas para continuar el trabajo de gestión emocional, diferenciadas en cada etapa educativa, y con el curso VIVE, dirigido al cambio de hábitos de los adultos, de 1 hora aproximada de duración.

c. Profesorado

La Fundación SHE considera al profesorado como una de las piezas clave en el éxito del Programa SII. En cada centro educativo se promueve la existencia de uno o más profesores responsables, a los que se llama dinamizadores, que demuestren una alta motivación por el Programa y por la salud, con habilidades para la organización y el liderazgo de equipos de trabajo. Las principales funciones de estos dinamizadores son:

- Motivar al profesorado de su centro a planificar y llevar a cabo las actividades.
- Nexos de unión entre la Fundación SHE y el centro educativo para la coordinación del programa.
- Colabora con el equipo directivo del centro para llevar a cabo cambios en el ambiente escolar.

Además de los recursos didácticos dirigidos al alumnado, el profesorado que imparte el Programa SII cuenta con una guía didáctica que integra un resumen del Programa, así como los recursos pedagógicos y las recomendaciones para su utilización; las guías de los Retos, que incluyen las indicaciones básicas para realizar las actividades de aula y, finalmente, un documento con las pautas y ejemplos prácticos para trabajar las emociones en el aula.

La evidencia¹¹ sugiere que las intervenciones escolares dirigidas a la promoción de la salud son más eficaces si se fomenta la capacitación del profesorado a través de formación específica. A través de la formación se consigue llegar al profesorado, haciéndole sentirse parte del Programa al generar un conocimiento profundo de los recursos que oferta y la importancia social de su aplicación. Por ello, el Programa SII ha dado desde el principio mucha importancia a la oferta de una formación de calidad que sirva no solo para capacitar al profesorado en la utilización de los materiales, sino también a la comprensión de su razón de ser. En este sentido la formación del Programa SII contempla cuatro objetivos:

1. Concienciar de la realidad de la ECV y de la importancia de su contribución como formadores en la adquisición de hábitos saludables en la población escolar.
2. Formar acerca de contenidos teóricos relacionados con cada uno de los componentes del Programa y su implicación en la salud.
3. Capacitar para el uso de los materiales y recursos aportados para el trabajo en el aula y en el ambiente escolar.
4. Motivar e ilusionar tanto en la puesta en marcha del Programa SII, como en la promoción y educación de hábitos de vida saludables.

Esta formación ha sido acreditada oficialmente en las tres comunidades autónomas en las que el Programa SII se encuentra presente (Madrid, Cataluña y Galicia), y tiene una duración de entre 30 y 50 horas, dependiendo de las regulaciones de cada comunidad autónoma y es obligatoria para los dinamizadores y voluntaria para el resto de profesorado.

¹¹ WANG, Y. (2013), p. 2.

d. Ambiente escolar

El Programa SI! ofrece a los centros educativos participantes en la intervención un documento con 10 recomendaciones que pueden llevarse a cabo, y que están relacionadas con los cuatro componentes del Programa: organización de celebraciones saludables, promoción de recreos activos, mejora de la conciencia corporal, fomento del cuidado de la higiene personal, recomendación de tentempiés saludables para los recreos, respeto de los tiempos de reflexión, acciones para mantener un buen clima en el centro, implicación del comedor escolar en las actividades relacionadas con la alimentación saludable, propuesta de transporte activo para ir al colegio y fomento de la creación de grupos motores de familias. Cada una de estas recomendaciones aporta una justificación de por qué son importantes y un ejemplo real de centros que ya las han puesto en marcha.

En este documento se anima a los equipos directivos a analizar la situación de su centro con el fin de identificar las carencias que puedan tener en relación con la promoción de la salud, saber priorizarlas, y decidir por dónde empezar en base a sus fortalezas.

Una vez al año se realiza la Semana de la Salud, en la que se anima a la participación de todo el centro, y en la que se profundiza en los contenidos relacionados con la salud de una forma más lúdica y colaborativa. Para ello se ofrece una guía modelo con una programación semanal de contenidos y actividades, donde se recomienda especialmente la inclusión y participación activa de las familias.

e. Coordinador de centros educativos

Es esencial tener presente que la eficacia de un programa de salud no viene determinada solamente por la calidad de los materiales que se oferta al profesorado y familias, sino también por el seguimiento y asesoramiento que se realiza desde la entidad responsable¹². Por ello, la Fundación SHE da importancia a que los centros tengan acceso a una persona capacitada en el Programa que cumpla las funciones de informar, asesorar y apoyar para la puesta en marcha del mismo, y su adecuada implementación.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PROGRAMA SI! DE EDUCACIÓN PRIMARIA

El ensayo aleatorizado es el diseño metodológico que nos proporciona una información de mayor calidad, por lo que es el diseño preferente para responder a cuestiones sobre el efecto de un tratamiento¹³, que en nuestro caso consiste en una intervención escolar.

La evaluación del efecto del Programa SI! de Educación Primaria se está llevando a cabo durante los cursos escolares 2014/2015 a 2019/2020, mediante un estudio aleatorizado y controlado en 48 colegios públicos del Área Territorial Madrid Sur. En el cálculo del tamaño muestral se estimó que serían necesarias 40 escuelas para poder ver diferencias entre los grupos, y se tomaron 2 más por grupo en previsión de posibles abandonos.

El diseño contempla una aleatorización inicial y una segunda aleatorización a mitad de la etapa, cuando termina el 3.º curso de Primaria, quedando 4 grupos (*figura 2*)

- 12 centros aplican el Programa SI! durante los 6 cursos de la etapa de Primaria.
- 12 centros aplican el Programa SI! durante los 3 primeros cursos de Primaria.
- 12 centros aplican el Programa SI! durante los 3 últimos cursos de Primaria.

¹² PALACIO, J. M. (2007). *Guía para el diseño y la mejora de proyectos pedagógicos de educación y promoción de la salud*. Madrid. Ministerio de Educación y Ministerio de Sanidad.

¹³ MOLINA, A. M. (2013). El ensayo clínico aleatorizado. *Rev. Pediatr. Aten. Primaria*, 15(60), pp. 393-396.

- 12 centros no aplican el Programa SI! en ningún curso de Primaria, que son el grupo control.

Con este diseño se pretende evaluar el efecto del Programa SI! en distintos momentos y con diferente intensidad.

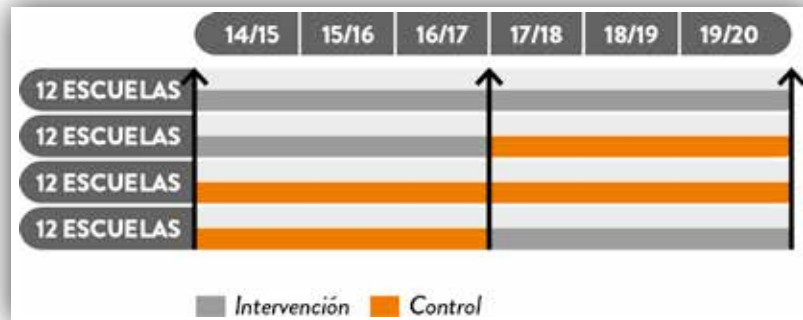


Figura 2. Esquema del estudio aleatorizado del Programa SI! de Educación Primaria.

Participan 1770 niños y sus familias, los 48 equipos directivos y 552 profesores de la etapa.

Las mediciones que se utilizan para evaluar el efecto son:

- Cuestionario de CAH en relación a los cuatro componentes del Programa SI! (AL, AF, CC, GE). Este cuestionario ha sido desarrollado específicamente para este estudio¹⁴.
- Mediciones que tienen relación directa con la salud cardiovascular: presión arterial sistólica y diastólica, y antropometría (peso, estatura, perímetro de la cintura, pliegues de grasa subcutánea a nivel subescapular y tricipital).

Las mediciones se llevan a cabo en los propios centros, a cargo de personal especialista (psicólogos y nutricionistas) que es formado por el equipo científico de la Fundación SHE en cada fase de recogida de datos.

El diseño contempla mediciones basales (2014), unas de seguimiento a mitad de la etapa previas a la segunda aleatorización (2017), y mediciones finales (2020). Actualmente se está llevando a cabo el análisis estadístico de los resultados del primer seguimiento.

En el mismo momento que tienen lugar las mediciones de los niños, mediante cuestionarios validados¹⁵⁻²⁰ se recaba información adicional de las familias y profesores a través de un formulario en línea. También se

¹⁴ SANTOS-BENEIT, G., SOTOS-PRieto, M., BODEGA, P., RODRIGUEZ, C., ORRIT, X., PEREZ-ESCODA, N., ..., PENALVO, J. L. (2015). Development and validation of a questionnaire to evaluate lifestyle-related behaviors in elementary school children. *BMC Public Health*, 15, p. 901.

¹⁵ SERRA-MAJEM, L., RIBAS, L., NGO, J., ORTEGA, R. M., GARCIA, A., PEREZ-RODRIGO, C., ARANCETA, J. (2004). Food, youth and the mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr.* 7(7), pp. 931-935.

¹⁶ GOODMAN, R. (1997). The Strengths and Difficulties Questionnaire: a research note. *J Child Psychol. Psychiatry*, 38(5), pp. 581-586.

¹⁷ MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD (2013). Encuesta Nacional de Salud de España 2011/12.

¹⁸ GOMEZ-PARDO, E., FERNANDEZ-ALVIRA, J. M., VILANOVA, M., HARO, D., MARTINEZ, R., CARVAJAL, I., ..., FUSTER, V. (2016). A Comprehensive Lifestyle Peer Group-Based Intervention on Cardiovascular Risk Factors: The Randomized Controlled Fifty-Fifty Program. *J Am Coll Cardiol*, 67(5):476-485.

¹⁹ REMOR, E. (2006). Psychometric properties of a European Spanish version of the Perceived Stress Scale (PSS). *The Spanish J. Psychol*, 9(1), pp. 86-93.

recoge información sobre el ambiente escolar a través de un formulario específico para este estudio que cumplimentan los equipos directivos.

Toda la información recogida es tratada siguiendo la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal. El protocolo ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica Regional de la Comunidad de Madrid (47/324474.9/14) y está registrado en Clinical Trials (NCT02428634). Próximamente se publicará el diseño del estudio y los primeros resultados que se están analizando actualmente.

CONCLUSIONES

El Programa SI! de Educación Primaria es una intervención educativa en edad escolar con una estrategia que se espera que se demuestre efectiva para promover hábitos cardiosaludables. Para conseguir la efectividad óptima de este Programa, y teniendo en cuenta los programas de salud precedentes, se plantea como necesario intervenir sobre cuatro niveles (alumnado, familia, profesorado y ambiente escolar) y teniendo en cuenta los contenidos de los cuatro componentes clave: AL, AF, CC, GE. Mediante evaluaciones exhaustivas tanto a nivel cualitativo, a través de memorias, encuestas autocumplimentadas, grupos de discusión y entrevistas colectivas, como a nivel cuantitativo, a través de un estudio aleatorizado, se van a validar las estrategias y los recursos pedagógicos de la intervención diseñados por un equipo multidisciplinar.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha recibido el apoyo de la Obra Social la Caixa, según el acuerdo LCF/PR/CE16/10700001, y de la Fundación Daniel & Nina Carasso.

Los autores agradecen su colaboración en el desarrollo de los materiales a la Fundación Alicia, a la Fundación Hermanos Gasol, al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Barcelona, a la Consejería de Educación (Madrid) y al Departament d'Ensenyament (Cataluña). Los autores están en deuda con todos los centros participantes en el estudio.

²⁰ SOTOS-PRIETO, M., SANTOS-BENEIT, G., BODEGA, P., POCOOCK, S., MATTEI, J., PENALVO, J. L. (2015). Validation of a Questionnaire to Measure Overall Mediterranean Lifestyle Habits for Research Application: The Mediterranean Lifestyle Index (Medlife). *Nutr. Hosp.* 32(3), pp. 1153-1163.

MARINE LITTER HUB: COMUNIDAD DE APRENDIZAJE EXPANDIDA SOBRE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO DESDE UN ENFOQUE TRANSDISCIPLINAR PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA

José Manuel Pérez Martín, Javier González-Patiño, Tamara Esquivel Martín, Tamara Ambrona, Beatriz Bravo Torija, Santiago Atrio Cerezo

Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid
josemanuel.perez@uam.es

Palabras clave: comunidad de aprendizaje, protección del medio marino, enfoque transdisciplinar, *Marine Litter Hub*.

Keywords: learning community, marine conservation, transdisciplinary approach, *Marine Litter Hub*.

Resumen

Los problemas que afectan al medioambiente se abordan desde la Educación Ambiental desde una perspectiva que ha llegado al límite de impacto social. Por ello, es necesario el desarrollo de acciones de aprendizaje participativo como la que se presenta en este trabajo. Una comunidad de aprendizaje expandida, *Marine Litter Hub*, en la que diferentes colectivos participan en la elaboración de materiales y recursos útiles para el aprendizaje formal y no formal. Como muestra de nuestro trabajo, se presentan los resultados de la implementación de una actividad transdisciplinar con estudiantes, en la que los resultados muestran ideas previas y soluciones prácticas útiles y viables para crear cambios en la vida diaria en la protección del medio marino.

Abstract

The problems that affect the environment are addressed from environmental education from a perspective that has reached the limit of social impact. Therefore, the development of participatory learning actions such as the one presented in this work is necessary. An expanded learning community, *Marine Litter Hub*, in which different groups participate in the development of useful materials and resources for formal and non-formal learning. As a sample of our work, the results of the implementation of a transdisciplinary activity with students are presented, in which the results show misconceptions and practical and viable solutions to create changes in daily life in the protection of the marine environment.

INTRODUCCIÓN

La presencia de contaminantes ambientales en el medio es un problema grave para la sostenibilidad del planeta. Generalmente, la gente piensa que la contaminación en los grandes espacios naturales, como la

selva o el océano, no existe. Sin embargo, la realidad de imágenes de niños y animales rodeados de residuos sólidos cada vez es más frecuente en nuestro día a día. Estas situaciones están condicionando la supervivencia de los ecosistemas y menoscaban la salud humana.

A pesar de ello, las políticas clásicas desarrolladas, desde la publicación del libro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson (1962), se han centrado en potenciar la Educación Ambiental. Esta estrategia, tradicionalmente, se ha focalizado sobre el planteamiento de lugares geográficamente alejados y que presentan problemas medioambientales. Tras ello, se trata de convencer de que nuestras acciones cotidianas son las responsables de la situación. Por lo que se nos pide que cambiemos nuestras conductas, y se nos sugiere la estrategia de las 3R como solución al problema, centrándose fundamentalmente en el reciclaje. En ese marco didáctico no se definen competencias que debemos trabajar en las aulas para su enseñanza¹. De modo que las acciones educativas tradicionales en Educación Ambiental nos han conducido al conocimiento del problema, nos culpabilizan del problema y nos proponen una solución muy limitada a través de nuestra cotidianidad. Además, en el aula se presentan situaciones lejanas y poco concretas. Con todo, solo se promueve lo que denominamos como «buenismo ambiental», que definimos como el dominio del saber hacer para solucionar el problema y decirlo en público, pero en privado no lo ejecutamos de forma práctica en nuestras acciones cotidianas.

Por ello, la influencia de la publicidad sobre el reciclaje como solución a la contaminación del medio marino está llegando su fin, ya que la respuesta está en fase asintótica. Por lo que debemos intervenir sobre la Educación Ambiental desde otros enfoques.

Hace tiempo que se lleva proponiendo que para desarrollar una concienciación medioambiental debemos mostrar la situación como un problema multifactorial y complejo². Por ello, en la Educación Ambiental históricamente solo participaban las Ciencias Naturales y en algunos casos las didácticas específicas, pero ahora se promueve la integración de saberes, destrezas y puntos de vista de múltiples áreas de conocimiento como son los sociales, económicos, culturales y científicos, entre otros³.

Trabajando en Educación Ambiental de forma multidisciplinar es como simularemos el quehacer diario de los ciudadanos alfabetizados científicamente, que tienen como fin último, la toma de decisiones basada en argumentos⁴. Cada vez hay más propuestas didácticas de este ámbito que se enmarcan en el enfoque denominado de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Estos casos prácticos se basan en la metodología didáctica denominada controversias sociocientíficas. En ellos, a diferentes colectivos sociales se les muestran problemas ambientales próximos y se les requieren soluciones basadas en conocimientos propios y cotidianos, así como se promueven competencias y destrezas. Esta metodología nos aleja de la idea cerrada y neutral del desarrollo científico y tecnológico; y nos permite asumir que las decisiones que se toman están influidas fundamentalmente por intereses económicos, que han creado una sociedad llena de desequilibrios políticos, económicos, culturales y ambientales⁵. Por lo que cada vez es más evi-

¹ 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), pp. 29-49.

² BONIL, J., JUNYENT, M. y PUJOL, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, pp. 198-215.

³ MOGENSEN, F. y MAYER, M. (2009). Perspectivas sobre la educación ambiental. Un marco de trabajo crítico. En F. MOGENSEN, M. MAYER, S. BREITING y A. NARGA (coords.), *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad*. Barcelona. Graó, pp. 21-42.

⁴ VILCHES, A., GIL-PÉREZ, D., TOSCANO, J. C. y MACÍAS, O. (2008). Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(4), pp. 139-172.

⁵ STRIEDER, R. B., BRAVO-TORIJA, B. y GIL-QUÍLEZ, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), pp. 29-49.

dente la necesidad de un cambio educativo para la justicia social. De manera que se requieren acciones formativas que fomenten el desarrollo de destrezas que promuevan la toma de decisiones en diferentes niveles educativos⁶, como indican Medir y colaboradores⁷.

La dificultad de llevar a cabo propuestas educativas de interés en un tema tan amplio nos ha llevado a un grupo de investigadores de la Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid a cuestionarnos por los recursos y metodologías empleadas en las aulas y pensar en la forma que deben tener las propuestas para verdaderamente impactar sobre los ciudadanos y cambiar el mundo. Para ello nos unimos a docentes e investigadores de la Facultad de Ciencias, así como a otros profesionales relacionados con el tema en el ámbito de la regulación medioambiental.

Entre todos y con perfiles y formaciones académicas muy diversas, arrancamos el proyecto titulado *Marine Litter Hub*. El principal objetivo de este proyecto es crear una red de personas de diferentes ámbitos interesados por crear cambios en su entorno próximo que mejoren y conserven el medio marino. Para ello creamos una comunidad de prácticas expandida a la cual se unen de forma presencial o virtual personas con este fin en MediaLab Prado una vez al mes. Los detalles de cómo se constituyó y las características de funcionamiento de esta comunidad⁸, junto con las estructuras de conectividad desarrolladas⁹ se han publicado recientemente. En este marco, el proyecto de investigación *Marine Litter Hub* (MLH) fomenta prácticas educativas multidisciplinares en Educación Ambiental con las que promover un aprendizaje conectado, que como en otros ámbitos conducirá al cambio de conductas cotidianas¹⁰ capaces de cambiar el mundo.

Para ello, hemos creado un espacio web abierto y libre en forma de nodo (*hub*) para ofrecer recursos didácticos curados por especialistas y, que una vez probados, se publicarán en abierto los resultados obtenidos. Además, cualquier persona puede utilizar las experiencias allí publicadas para desarrollar acciones similares o inspiradas por estas. Para ejemplificar esta dinámica, se muestra aquí una implementación de aula perfectamente válida para estudiantes de Educación Secundaria, que se implementó con estudiantes de primer curso del grado en Magisterio de Educación Primaria en febrero de 2018.

En este sentido, la comunidad *Marine Litter Hub* ha creado un punto de encuentro entre individuos diversos (niveles académicos, perfiles formativos, edades, geográfico, inquietudes e intereses, etc.) que quieran participar en la sugerencia de temas, en el diseño, creación y/o pilotaje de propuestas de intervención (*playlist*) de investigación-acción para el ámbito formal y no formal para la protección del medio marino.

⁶ PÉREZ MARTÍN, J. M. y BRAVO-TORJIA, B. (2018). Experiencias para una Alfabetización Científica que Promueva la Justicia Ambiental en Distintos Niveles Educativos. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 7(1), pp. 119-140.

⁷ Medir, R. M., Heras, R. y Magin, C. (2016). Una propuesta evaluativa para actividades de educación ambiental para la sostenibilidad. *Educación XXI*, 19(1), pp. 331-355.

⁸ GONZÁLEZ-PATIÑO, J., LINAZA, J. L., BRAVO-TORJIA, B. y AMBRONA, T. (2017). Anatomía de una comunidad de práctica expandida: *Marine Litter Hub* o cómo crear experiencias de aprendizaje para la mejora social. *Actas del I Congreso Internacional de Formación de Profesorado e Innovación Educativa*, Madrid.

⁹ GONZÁLEZ-PATIÑO, J., PÉREZ MARTÍN, J. M., ATRIO CERREZO, S. y ESQUIVEL MARTÍN, T. (2018). El Aprendizaje Conectado en la Sociedad de la Cultura Digital: Investigación Participativa sobre Educación Ambiental para la Protección del Medio Marino. *Actas del II Congreso Internacional de Liderazgo y Mejora de la Educación*. Madrid, pp. 418-421.

¹⁰ GONZÁLEZ-PATIÑO, J. (2018). Learn, Teach and Share, Participation in Expanded Educational Communities: Madrid Pikler Seminar as a Practice of Continuing Education between Childhood Professionals. *Digital Education Review*, 33, pp. 203-216.

OBJETIVOS

Por ello, en este trabajo queremos presentar los objetivos y resultados de la comunidad de prácticas para que aumente nuestra visibilidad entre los docentes de Ciencias, y de esta forma incrementar el número de participantes que aporten sus visiones, sus intereses concretos y sus posibles soluciones a la problemática.

Para ello presentamos una de las *playlist* implementadas en la que analizaremos diferentes aspectos del aprendizaje, así como ideas alternativas relacionadas con contenidos de Educación Ambiental y destrezas puestas en juego durante el desarrollo de las actividades¹¹.

METODOLOGÍA

PLAYLIST

La receta de la intervención que presentamos aquí, *Quo vadis?*, tiene un formato flexible, pero definido y publicado en Google Drive (<https://bit.ly/2HizYGL>).

En este primer pilotaje solo implementamos una parte de ella, que describimos en la secuencia de intervención que posteriormente explicaremos, debido a que la sesión solo duraba dos horas. Por lo tanto, es una adaptación de esta *playlist* que demuestra lo modular del diseño y que permite adaptarse a las necesidades del contexto en el que se implemente.

SECUENCIA DE INTERVENCIÓN

Para llevar a cabo la intervención, seguimos la siguiente secuencia:

Fase 1. Se les mostrarán a los participantes fotografías de playas o mares donde se acumulan las basuras marinas (latas, globos, toallitas, vasos, botellas, etc.) a través de una presentación (<https://goo.gl/gFJKZa>).

Se les preguntará si reconocen algún objeto de su vida cotidiana entre los que aparecen en las imágenes.

Los participantes formarán grupos de cinco personas aproximadamente y se agruparán en base al residuo o categoría que individualmente hayan reconocido como material de uso cotidiano.

Se les preguntará si esos residuos que están en las imágenes tienen su origen allí o vienen de tierra adentro. La idea es que reflexionen sobre el desplazamiento de las basuras desde el continente hasta el medio marino.

Para ello se solicitará a cada grupo que construya un relato breve (máximo 300 palabras) que explique cómo han llegado hasta allí esos residuos. Posteriormente se leerán todos los relatos en voz alta para que cada participante conozca cómo el resto de los grupos han resuelto el caso práctico.

Fase 2. Actividad de reflexión. Los participantes, por grupos, propondrán al resto de participantes los cambios concretos que harían en su vida diaria para resolver el problema. Así como las acciones que pueden hacer para que su entorno próximo tome medidas similares que ayuden a la conservación-protección del medio marino.

MUESTRA

El pilotaje se realizó en el curso 2017-2018, en un aula de primer curso del grado en Magisterio de Educación Primaria de la Universidad Autónoma de Madrid. En la intervención participaron 28 estudiantes, más de la mitad eran chicas (20) y el resto eran chicos (8). Se organizaron en 5 grupos de trabajo de número variable, pero con al menos cinco componentes en cada uno.

¹¹ PRO, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 73, pp. 69-76.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se analizaron los relatos entregados, prestando atención sobre si el viaje del residuo es corto o largo, el/la responsable del vertido, el punto de vista del narrador, motivos del vertido, qué ocurre en el momento del vertido, entre otros. En caso de duda se les preguntaron por ciertos detalles concretos, que se incorporaron al análisis.

En la segunda parte de la intervención se recogieron en forma de lista las propuestas de cambios de conductas diarias para la protección del medio marino y se preguntó en caso de necesitar algún detalle preciso, e incluso se produjeron pequeños debates, preguntas y reflexiones entre grupos, de las que también se tomaron notas, si precisaban cuestiones relacionadas con las sugerencias de cambio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cinco relatos entregados tienen títulos relacionados con los residuos como, por ejemplo: «Residuos anónimos», «Los Tapones» o «Botellas de plástico». En ellos, más de la mitad de las veces, se puede ver cómo se plantean que el residuo llega a la playa transportado por seres humanos para ser consumidos *in situ* y, por tanto, los residuos realizan viajes cortos hasta el mar; R1: «... doce personas van a la playa [...] y dejan la basura en la arena»; R2: «[sobre las anillas de plástico]... me abandonaron en la orilla». Otros proponen viajes más autónomos y largos, R3: «Esa misma noche una lluvia torrencial sorprendió a los habitantes del albergue [a 2 km de la playa]. El agua corría por las calles [...] nuestro amigo tapón [...] acabó cayendo a la alcantarilla. [...] tras varios días [...] acabó deslizándose por una catarata que desembocó en el mar».

En cuanto al responsable del vertido, podemos observar cómo en todos los casos se trata de seres humanos gestionando residuos de forma inadecuada. Sin embargo, se puede ver cómo, aunque esas conductas humanas acercan al mar los residuos, siempre aparece un último intermediario final, que es una fuerza natural, R1: «Por la noche sube la marea y se lleva algunos residuos con ella, incluidas las anillas»; R2: «un golpe de viento me llevó al agua»; R3: «una lluvia torrencial»; R4: «En el trayecto por mar del contenedor, dado al exceso de mercancía, parte de esta queda esparcida por el mar, cuyas corrientes las acaban desplazando a la costa...».

La perspectiva de responsabilidad también se puede valorar a través del punto de vista del narrador del relato. Como indicábamos anteriormente, los relatos muestran mala gestión de residuos, pero el discurso del narrador, que suele ser un personaje neutro ajeno al suceso, les excusa de su acción. Lo podemos ver en el R3: «[un niño] Un domingo se le acabó la leche y tiró el brik (sin que nadie se diese cuenta) al suelo. Decidió quedarse con el tapón un rato más, para jugar con él. Al cabo de cinco minutos se les llamó para hacer una actividad y el tapón fue tirado al suelo también». En este caso podemos ver que la inconsciencia de un niño propia de su edad es el detonante del suceso. Para justificar más aún la inconsciencia, se cambia el estilo de redacción desde formas verbales en voz activa en pasado a la voz pasiva. Ello le da una distancia al suceso que nos hace observadores alejados de la intervención. Otro ejemplo es el uso de la empatía para justificar las acciones que se ven en el R4: «Tras el duro examen, nos acabamos la botella y, previendo el suspenso, le damos una patada a la botella, que va a parar al césped del campus».

La última variable analizada en los relatos fue lo que ocurre en el momento del vertido, cuáles fueron los motivos del vertido. En los relatos se observan situaciones de ocio en grupo como los relatos R1: «Una familia de doce personas...», o de juego individual inconsciente como en R3: «Había una vez un niño que estaba en un campamento de verano...» o de situaciones cotidianas como R5: «[una persona] 11.00 en el súper sin bolsa», donde en todos los casos se produce un abandono o mala gestión del residuo, que trata de justificarse por el narrador mediante explicaciones empáticas sobre los estados emocionales de los personajes como enfado, distracción o inconsciencia de los efectos sobre el medio marino.

En la construcción de la Ciencia se utiliza la destreza de la comunicación escrita¹², pero con un estilo de redacción muy definido. Utilizar este tipo de redacciones para analizar las ideas previas puede llevarnos al error, ya que en general pocos colectivos usan correctamente la redacción científica, incluidos los estudiantes de Magisterio¹³. Sin embargo, nosotros usamos un género literario como es el relato, que cada vez tiene mejor acogida entre los docentes, ya que se considera que ha sido una herramienta tradicional en la educación desde el inicio de la cultura humana¹⁴.

Como se podía apreciar en los relatos, los participantes marcan una distancia entre el vertido y la aparición en el medio marino, lo que manifiesta la realidad cotidiana que muestran otros estudios respecto a que no somos conscientes de que el 80% de las basuras marinas se originan en el continente¹⁵. Sin embargo, en nuestros resultados se ve que tienen conocimiento correcto y válido sobre el tipo de residuos y sobre los efectos en los seres vivos y el medio marino, ya que siempre plantean excusas que sirven de atenuantes para entender una conducta incorrecta. Lo que nos permite concluir que, aunque siempre hay camino por recorrer en la concienciación ambiental, falta un gran trecho hasta que las conductas cotidianas sean sostenibles. Esta situación que nosotros definimos como «buenismo ambiental» ya ha sido expuesta por diferentes autores¹⁶, aunque no ha impactado en el diseño de actividades que se centran mayoritariamente en la concienciación a través de aspectos conceptuales y prácticamente nunca en el fomento de la toma de decisiones^{6,7}.

La segunda parte de la intervención pedía a los participantes cambios en las acciones cotidianas que redujesen o eliminasen los vertidos, siempre según su criterio y sin que nosotros presentáramos ninguna.

Según los participantes, hay propuestas de cambio de las acciones cotidianas muy sencillas que minimizarían los efectos de los residuos sólidos en el medio marino. En primer lugar, queremos mencionar una muy clásica que es no dejar basuras abandonadas y vigilar que otros hagan lo mismo. En base a las imágenes presentadas sobre el impacto que causan los envases en el medio marino sobre su fauna, surgieron sugerencias como cortar los materiales que puedan dejar atrapados a los animales del entorno como anillas de plástico de las latas o tapas de vasos de refresco. Asimismo, dejar de usar pajitas, ya que provocan lesiones en las partes blandas de los animales.

Por otro lado, se generó una discusión importante sobre cuál es el mejor modo de reciclar una botella de plástico. Unos proponían que sin tapón, otros con tapón y vacía, y por último con tapón y aplastada. En cualquier caso, se trataba de pensar cómo minimizar los efectos del tapón por separado, ya que es ingerido por aves y mamíferos principalmente, pero esta decisión también afecta a la flotabilidad del plástico que facilita su retirada. En cualquier caso, no se llegó a un acuerdo más allá de la reducción del uso de este tipo de envases, así como su sustitución por otros de vidrio o cantimploras. También se propuso el uso de envases propios que no fueran de plástico para ir a la compra, así como reutilizar los que nos entregan en las tiendas, incluyendo bolsas de plástico; y tender al uso de materiales biodegradables y/o duraderos como bolsas de tela y recipientes de vidrio o madera. En esta línea, y teniendo en cuenta que estábamos entre maestros en formación, la reutilización de materiales para hacer manualidades también fue sugerida.

¹² IZQUIERDO, M. y SANMARTÍ, N. (2003). «Fer» ciencia a través del llenguatge. En SANMARTÍ, N. (coord.), *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62, pp. 9-28.

¹³ MARTÍ, J., AMAT, A. y JIMÉNEZ BARGALLÓ, I. (2013). El uso de evidencias en la escritura científica en los estudiantes de magisterio. *Textos de Didáctica de la Lengua y de la Literatura*, 64, pp. 40-46.

¹⁴ LAWRENCE, R. L. y PAIGE, D. S. (2016). *What Our Ancestors Knew: Teaching and Learning Through Storytelling*. *Tectonic Boundaries: Negotiating Convergent Forces in Adult Education*, 149, pp. 63-72.

¹⁵ GREENPEACE (2016). Plásticos en los océanos: datos, comparativas e impactos. <https://goo.gl/YRt8Ux>.

¹⁶ VEGA-MARCOTE, P. y ÁLVAREZ-SUÁREZ, P. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), pp. 1-17.

Finalmente, debemos destacar que podemos ver que existe un conjunto de propuestas que van en la línea del consumo responsable. Esto ya ha sido propuesto por otros autores como lo deseable en las acciones educativas para impactar con realismo en la sociedad¹⁷. En nuestros resultados se puede valorar como el más interesante de los casos propuestos, por la concreción y el impacto que se puede generar a la hora de reducir el impacto sobre el medio marino, el de evitar el uso de envases monodosis de plástico y volver a los envases a granel de vidrio.

Estas propuestas presentadas para que todos los participantes puedan escucharlas y valorarlas dan la posibilidad de difundir dichas propuestas entre otros que no eran conscientes de la posibilidad, lo que amplifica el efecto de cambio posible. Asimismo, hay que considerar que este tipo de conductas comunicadas entre pares generan aprendizajes conectados (altamente significativos), ya que se realizan entre individuos con intereses comunes que pueden influir unos en otros¹⁸.

A pesar de ello, nuestro trabajo no pudo valorar el impacto cotidiano real en los participantes, como suele ocurrir en la práctica totalidad de las acciones de Educación Ambiental, que solo muestran resultados en el momento de la intervención, nunca en el medio ni el largo plazo. Sin embargo, nuestro proyecto *Marine Litter Hub* está trabajando en el abordaje de este problema. Pretendemos analizar si los participantes de unas *playlist* participan en otras, lo que nos permitiría valorar si hay implicación en el cambio de conductas, analizando la conexión de acciones independientes en base al censo de participantes que voluntariamente participan.

Nuestra propuesta de actividad se vio reducida por falta de tiempo, pero demostró la versatilidad que tiene gracias a su modularidad. Las tareas que se proponen en la *playlist* original, disponible en la web de *Marine Litter Hub*, son más, lo que les exigiría a los participantes a poner en práctica destrezas de tipo técnico como la utilización de técnicas audiovisuales e informáticas (para la creación de vídeos). Por ello, en nuestro trabajo presentamos únicamente las que los participantes requirieron durante la sesión en el marco de destrezas de investigación y comunicativas que define Pro¹⁰.

1. Destrezas de investigación.

1.1. Identificación de hechos y fenómenos observables y no observables.

1.2. Identificación de problemas.

1.2.1. Reconocimiento de la situación problemática.

1.2.2. Identificación de las partes del problema.

1.3. Relación entre variables.

1.3.1. Identificación de variables.

1.3.2. Establecimiento de relaciones entre las variables.

1.4. Diseño experimental.

1.4.1. Identificación de estrategias para la resolución de un problema.

1.5. Establecimiento de conclusiones.

1.5.1. Generalización de conclusiones y rango de aplicabilidad.

1.5.2. Juicio crítico de los resultados encontrados y del proceso seguido.

¹⁷ VEGA-MARCOTE, P., FREITAS, M., ÁLVAREZ-SUÁREZ, P. y FLEURI, R. (2007). Marco teórico y metodológico de educación ambiental e intercultural para un desarrollo sostenible. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), pp. 539-554.

¹⁸ KALANTZIS, M. y COPE, W. (2009). Ubiquitous Learning. An Agenda for Educational Transformation. En WILLIAM COPE y MARY KALANTZIS (eds.), *Ubiquitous Learning. Exploring the anywhere/anytime possibilities for learning in the age of digital media*. University of Illinois Press, pp. 3-14.

2. Destrezas comunicativas.

- 2.1. Identificación y análisis de ideas en material audiovisual.
- 2.2. Búsqueda de información no guiada en diferentes materiales.
- 2.3. Elaboración de informes en forma de ensayo-relato.

Conceptualmente, el proyecto *Marine Litter Hub* es multidisciplinar debido a que en su composición y objetivos se enmarcan profesionales de la docencia, de la didáctica de las ciencias, de las ciencias, así como de la psicología del aprendizaje, entre otros. Si nos centramos en los contenidos educativos, se trataría de un proyecto que trabaja por la enseñanza de las ciencias desde un punto de vista competencial en el que se proponen actividades que involucran no solo las destrezas típicas de investigación científica. Además, también está enfocado a crear acciones formativas en las se involucren conceptualmente otras áreas como las Ciencias Sociales (con enmarques geográficos, históricos, socioeconómicos, etc.); la Lengua y Literatura (con lectura y elaboración de documentos con diferentes estilos, que además deben ser críticamente juzgados); también la Lengua extranjera (fundamentalmente, el inglés como lengua vehicular de algunos recursos sugeridos o localizados en la tareas de búsqueda bibliográfica), y las Matemáticas (con situaciones problemáticas que requieren de análisis cuantitativo), entre otras.

Por todo ello, podemos considerar que el equipo de trabajo es multidisciplinar, pero el enfoque con el que desarrollan la elaboración de materiales es transdisciplinar, ya que no solo aborda los temas, sino que requiere de la visión desde todas las áreas para la resolución del caso propuesto. Este abordaje de *Marine Litter Hub* pone de manifiesto que los problemas reales no pueden ser resueltos únicamente desde el punto de vista científico y requieren del enfoque CTSA, exigiendo de los participantes la toma de posición a través de la argumentación para justificar la toma de decisiones, con lo que son herramientas muy importantes para la alfabetización científica.

El futuro de la educación pasa por el aprendizaje a través de la práctica, participativo y en comunidad, lo que supone que este proyecto está en el horizonte de expansión de la innovación educativa, en la creación de nuevos escenarios de aprendizaje. Sus perspectivas son la creación del nudo en el que se alojarán los contenidos y reclutar colectivos e individuos de trayectorias diversas que participen, compartiendo y demandando acciones realistas para el aprendizaje y la protección del medio marino. Con esto estamos construyendo nuevos estilos de aprendizaje y de creación de contenidos, más plurales y diversos, fomentando la democratización de la cultura^{19,20}.

CONCLUSIONES

El proyecto *Marine Litter Hub* promueve la creación de actividades que fomenten el pensamiento integrado y consciente de la compleja problemática ambiental actual. Además, pretende el aprendizaje activo y colaborativo, que verdaderamente impacte sobre las conductas cotidianas y trasladarlas a otras personas del entorno próximo. En este tipo de controversias sociocientíficas, la elaboración de las respuestas requiere de poner en práctica conocimientos y destrezas de las diferentes áreas del currículo educativo, y por supuesto de Ciencias, lo que enmarca las acciones educativas en la transdisciplinaridad.

AGRADECIMIENTOS

La investigación y difusión de los resultados ha sido realizada gracias a la financiación del proyecto de I+D+i de la UAM 2107/0243 (programa I28800) titulado «MarineLitterHub: creación de una comunidad de aprendizaje expandida», dedicado a la creación y divulgación de prácticas de educación ambiental que promuevan la protección del medio marino y financiado por Ecoembes.

¹⁹ JENKINS, H. (2008), *Convergence culture: La cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Barcelona. Paidós.

²⁰ JENKINS, H., FORD, S., y GREEN, J. (2013). *Spreadable media: Creating value and meaning in a networked culture*. Nueva York, Londres: New York University Press.

EL RELATO Y LA IMAGEN REALISTA (*STORYTELLING*) PARA LA MEJORA DE LA ENSEÑANZA DE LA CÉLULA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

José Manuel Pérez Martín, Beatriz Bravo Torija

Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid
josemanuel.perez@uam.es

Noelia Sánchez Sánchez

Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid
IES San Agustín del Guadalix. San Agustín del Guadalix, Madrid

Rafael Miguel Maroto Gamero

Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid
IES Carmen Martín Gaité. Morzarzal, Madrid

Mónica Aquilino

Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación a Distancia

Palabras clave: célula, relato, imágenes reales, Educación Secundaria, Ciencias Naturales.

Keywords: cell, storytelling, real pictures, High School Education, Natural Sciences.

Resumen

El dominio y manejo de los contenidos sobre la célula en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) es un contenido recurrente, que pese a ello arrastra multitud de ideas alternativas, hasta la educación superior. El presente trabajo ha detectado y analizado el origen de dichos errores, permitiendo la implementación de una intervención basada en la metodología *storytelling*, para su posterior subsanación, mediante el uso de un relato concreto, que presenta contenidos sobre el origen y la evolución de la vida en la Tierra con un punto de vista multidisciplinar, acompañado de imágenes reales. En base a los resultados obtenidos, podemos concluir que la presentación de un relato concreto y lineal, junto con imágenes realistas, dotan de una visión general, precisa y significativa a los alumnos, mejorando el aprendizaje de las estructuras y funciones celulares.

Abstract

The mastery and management of the contents related with the cell is a recurrent topic in Secondary Education (ESO), which despite this leads to a multitude of major alternative ideas, up to higher education. The present work has detected and analyzed the origin of these errors, allowing the implementation

of an intervention based on the storytelling methodology, for its subsequent correction, through the use of a concrete story, which presents contents about the origin and evolution of life on Earth with a multi-disciplinary point of view, accompanied by realistic images. Based on the results obtained, we can conclude that the presentation of a concrete and linear story, together with realistic images, provide a general, precise and significant vision to the students, improving the learning of cellular structures and functions.

INTRODUCCIÓN

La Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (Lomce) y las normativas que la desarrollan curricularmente vigentes actualmente en España proponen que la enseñanza de la célula se inicie en los últimos cursos de la Educación Primaria¹, y continúe presentando contenidos de mayor nivel conceptual y abstracción durante los siguientes en la Educación Secundaria Obligatoria² (ESO).

Para llevar a cabo esta encomienda, los docentes deben dominar los contenidos y utilizar los mejores recursos disponibles que ellos valoren adecuados para lograrlo. Sin embargo, estudios previos de nuestro grupo³ mostraron claras deficiencias en el conocimiento que presentan los maestros para abordar la enseñanza de la célula, así como en los docentes de Educación Secundaria, aunque en este caso en menor medida. Para facilitar el aprendizaje de dichas enseñanzas y como apoyo a su ejercicio docente, los maestros y profesores de cualquiera de las distintas etapas educativas, suelen basarse principalmente en libros; sin embargo^{4,5}, en muchas ocasiones el docente no tiene la formación suficiente para detectar errores de contenido en estos recursos^{3,6}, lo que les conduce a la perpetuación de errores conceptuales^{7,8}. Ejemplos de estas situaciones son las ilustraciones en las que se muestran células eucariotas y procariotas con tamaños similares; así como representaciones extremadamente simplistas e irreconocibles, o en otras ocasiones muy complejos. En cualquiera de estos casos, conducen al estudiante a entender el aprendizaje como memorizar nombres de estructuras que aparecen aparentemente distribuidas al azar en el interior celular. Conduciendo a la transmisión vertical y memorística del contenido, con la única finalidad de contestar en el examen, pero careciendo de un verdadero aprendizaje significativo.

Este tipo de metodologías de enseñanza-aprendizaje centradas principalmente en clases expositivas y aprendizaje puramente memorístico, han sido ampliamente criticadas por la comunidad educativa por las

¹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2014). REAL DECRETO 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado* n.º 52: 19349-19420 (España).

² MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (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* n.º 3: 169-546 (España).

³ PÉREZ MARTÍN, J. M. y AQUILINO, M. (2017). Conocimiento del ciclo celular en docentes de ciencias. En GONZÁLEZ MONTERO DE ESPINOSA, M., BARATAS DÍAZ, A., BRANDI FERNÁNDEZ, A. (eds.), *Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*. Madrid. Santillana, pp. 403-412.

⁴ LLORET ALVADO, A., JIMÉNEZ TEJADA, M. P., BARÓN LÓPEZ, S. (2017). Las ciencias en los libros de texto de Educación Infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (extra), pp. 927-932.

⁵ OCCELLI, M. y VALEIRAS, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (2), pp. 133-152.

⁶ PÉREZ MARTÍN, J. M. y AQUILINO, M. (2015). Nuevas estrategias en la enseñanza de la mitosis. En GONZÁLEZ MONTERO DE ESPINOSA, M., BARATAS DÍAZ, A., BRANDI FERNÁNDEZ, A. (eds.), *Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*. Madrid. Santillana, pp. 199-210.

⁷ BAHAR, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), pp. 55-64.

⁸ WANDERSEE, J. H., MINTZES, J. J. NOVAK, D. (1994). Research on alternative conceptions in science. En Gabel, D. L. (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. Nueva York, Macmillan, pp. 177-210.

consecuencias que tienen sobre los estudiantes^{9,10}, por lo que gran parte de los educadores tienden a evitarlas. Tanto es así que muchos estudiantes de las facultades de educación interpretan que solo metodologías activas de aprendizaje consiguen aprendizajes significativos. Sin embargo, nada más lejos de la realidad. Las clases magistrales también pueden ser significativas, solo necesitan apoyarse en los conocimientos previos de los estudiantes para facilitar la comprensión de dichos contenidos.

Estudios recientes sugieren que la enseñanza expositiva ha sido la herramienta tradicional en la educación desde el inicio de la cultura humana¹¹, en lo que actualmente conocemos como relato (*storytelling*). Por lo que pensamos que deberíamos reconducir nuestras clases magistrales hacia la estructura de un relato más divulgativo, en la que organicemos los contenidos que deben ser presentados a los estudiantes a través de un hilo conductor¹², dándoles sentido en un contexto próximo a ellos.

Además, como apoyo en el discurso y facilitar su aprendizaje, algunos autores sugieren que deberíamos guiar el relato con imágenes y esquemas¹³. Nuestra opinión es que las ilustraciones deberían ser realistas y adecuadas a las necesidades de cada nivel, permitiendo entender correctamente lo que allí se presenta, lejos de recursos con errores como han descrito varios autores para contenidos relacionados^{6,14}.

En este contexto nuestra propuesta analiza si una clase expositiva, estructurada con los principios de la comunicación basada en relatos y apoyada en recursos audiovisuales realistas promueve aprendizajes duraderos. Con ello, tratamos de poner en valor la idea de que no solo los aprendizajes activos generan significado en los estudiantes.

OBJETIVOS

En este contexto, nuestro trabajo se centró en: (i) detectar qué herramientas prefieren los estudiantes de ESO en sus clases de Ciencias, y (ii) valorar si el relato con imágenes realistas permite la adquisición y retención de contenidos conceptuales relacionados con la estructura y la función celular a medio plazo.

METODOLOGÍA

HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recogida de datos, elaboramos un cuestionario virtual mediante la herramienta *formularios* de Google Drive (<https://bit.ly/2cwD6xW>). En él se realizaban 14 preguntas sobre el perfil sociológico de cada estudiante, 29 preguntas de respuesta múltiple sobre contenidos de Biología celular y dos preguntas abiertas para que explicasen qué es lo que más les gustaba de sus clases de Biología y lo que menos. El formulario lo evaluaron 4 expertos para valorar la pertinencia y la redacción de las cuestiones. Asimismo, analizaron si estas deben ser conocidas al finalizar 4.º de ESO.

⁹ SOLBES, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, pp. 53-61.

¹⁰ FURMAN, M. (2013). Enseñar ciencias naturales: lejos del dogma y cerca de la aventura. *Ruta Maestra*, 5, pp. 48-54.

¹¹ LAWRENCE, R. L. y PAIGE, D. S. (2016). What Our Ancestors Knew: Teaching and Learning Through Storytelling. *Tectonic Boundaries. Negotiating Convergent Forces in Adult Education*, 149, pp. 63-72.

¹² DAHLSTROM, M. F. (2014). Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(4), pp. 13614-13620.

¹³ ROBIN, B. R. (2015). Robin, B. R. (2015). The effective uses of digital storytelling as a teaching and learning tool. *Handbook of research on teaching literacy through the communicative and visual arts*, 2, pp. 429-440.

¹⁴ TAPIA LUZARDO, F. y ARTEAGA QUEVEDO, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), pp. 281-294.

SECUENCIA DE INTERVENCIÓN

Para llevar a cabo la intervención, seguimos la siguiente secuencia:

Fase 1. En el mes de septiembre los alumnos de 4.º de ESO iniciaron sus clases y a principio de octubre se les pidió que respondieran de manera individual al cuestionario virtual en un aula de informática del centro.

Fase 2. En un plazo inferior a una semana, se les impartió una charla de 2 horas de duración en la que, a través de un hilo conductor, se presentaba una historia que se iniciaba en el origen de la vida y finalizaba en el desarrollo de los metazoos. Los contenidos que se presentaron corresponden a contenidos curriculares que los alumnos de 4.º de ESO deben haber adquirido al finalizar el curso, y se detallan aquí organizados como hitos del relato: el origen del sistema solar, de la Tierra, la Luna, la química prebiótica, el experimento de Miller; las teorías del origen de la vida (sopa primitiva, coacervados, panspermia), aparición de los primeros procariotas autótrofos (quimiolitotrofos y fotosintéticos), los extremófilos, la diversidad de los procariotas y estructura interna, la crisis del oxígeno, la aparición de los primeros eucariotas, la teoría endosimbionte, la pluricelularidad (plantas, hongos y animales), el desarrollo embrionario y los metazoos, los primeros ecosistemas, la estructura interna de las células eucariotas (orgánulos y sus funciones), la escala de los seres microscópicos y despertar en ellos ser críticos con los materiales que tengan en sus manos. Esto último se llevó a cabo mostrando errores encontrados en libros de texto y recursos digitales.

Fase 3. Un mes después, los estudiantes volvieron a realizar el cuestionario en línea. Aunque es el mismo test, no se les dieron las respuestas correctas y, con los resultados obtenidos, se analizaron los datos.

MUESTRA

El estudio se realizó en el curso 2016-2017, en dos institutos públicos de ESO de la Comunidad de Madrid: el IES San Agustín del Guadalix, en San Agustín de Guadalix, y el IES Carmen Martín Gaité, de Moralarzal. En el estudio participaron 152 estudiantes que iniciaban 4.º de ESO tanto de la sección bilingüe como de la no bilingüe; 58 estudiaban en San Agustín del Guadalix y 94 en Moralarzal (*tabla 1*). De todos ellos, más de la mitad eran chicas (51,3%) y el resto eran chicos (48,7%), nacidos entre 1997 y 2002.

	TOTAL		San Agustín		Moralzarzal	
	Bilingüe	No bilingüe	Bilingüe	No bilingüe	Bilingüe	No bilingüe
Nº de estudiantes	91	61	37	21	54	40
% de estudiantes	59,9	40,1	63,8	36,2	57,4	42,6

Tabla 1. Muestra de estudiantes de 4.º de ESO analizada en el estudio (curso 2016-2017), indicando la localidad y el tipo de estudios que realizaban.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los datos sociológicos se utilizaron para enmarcar el contexto en el que están nuestros estudiantes (preferencia por las asignaturas de Ciencias, fecha de nacimiento, itinerario cursado, bilingüismo, etc.).

En cuanto a las preguntas abiertas sobre sus preferencias en las clases de Ciencias, las respuestas se agruparon en diferentes categorías tras su lectura y se presentaron conjuntamente agrupadas en forma positiva (lo que más les gusta).

Finalmente, los datos que valoraban sus conocimientos antes y después de la sesión expositiva se procesaron independientemente para realizar un análisis exploratorio con el paquete estadístico IBM SPSS Statistic 22 (EE. UU.). Tras este primer paso, se determinó si la muestra era homocedástica para las varianzas y normal en la distribución de los residuos de las variables. Posteriormente se analizaron los resultados del número de aciertos en cada pregunta antes y después de la sesión expositiva, mediante la χ^2 como test de análisis. Finalmente, se cuantificó la evolución el número de aciertos por persona mediante comparación de medias (T-Student) y *post hoc* correspondiente. En todos los casos se empleó un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$). Las representaciones gráficas se realizaron con el programa Microsoft Excel 2013 (EE. UU.).

RESULTADOS

ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO

Los expertos elegidos fueron dos docentes de universidad y dos profesores de ESO y Bachillerato. En base a sus comentarios se ajustaron las preguntas para que fueran entendibles por los estudiantes. Además, los docentes de Educación Secundaria valoraron si las preguntas eran pertinentes para los estudiantes al terminar 4.º de ESO. En la *tabla 2* se muestran los enunciados de las 29 preguntas de contenido que se formularon a los estudiantes, además se indica si es un contenido que deben conocer al finalizar 4.º de ESO (verde) o no (rojo).

N.º	ENUNCIADO
1	¿En qué células humanas podemos encontrar 46 cromosomas de forma normal?
2	Señala cuál de los siguientes grupos de organismos está formado por células procariotas.
3	La placa ecuatorial se forma durante la...
4	¿En qué células podemos encontrar el fragmoplasto?
5	Cuando el centrómero se localiza en uno de los extremos del cromosoma, se dice que este es...
6	Indica cuál de las siguientes estructuras NO aparece en las células procariotas.
7	Indica cuál de estas relaciones es correcta
8	Según la teoría celular...
9	¿Cuál de las siguientes estructuras es común a procariotas y eucariotas?
10	Indica la relación INCORRECTA
11	Señala las estructuras celulares que son capaces de aportar energía para las actividades funcionales de la célula.
12	Identifica el componente o la estructura que puede faltar en procariotas.
13	¿Cuál de las siguientes estructuras es exclusiva de células procariotas?
14	La diferencia esencial (MÁS EVIDENTE) entre una célula procariota y una célula eucariota radica en...
15	La estructura de doble membrana siempre presente en eucariotas corresponde a...
16	La respiración celular se realiza en...
17	¿Qué estructura se encarga de sintetizar las proteínas celulares?
18	La digestión celular se realiza en...
19	NO se encuentra nunca en las células animales.

20	¿Cuál de los siguientes orgánulos no existe en células animales?
21	La cromatina se encuentra...
22	¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?
23	¿Cuál de las siguientes NO es una función de la sangre?
24	Los cromosomas de una célula eucariota en interfase se encuentran en...
25	Las células más largas del cuerpo humano son...
26	El compuesto más abundante en las células es...
27	La función de las mitocondrias es...
28	¿Cuál de las siguientes estructuras se encuentra solo en las células vegetales?
29	¿Cuál de las siguientes relaciones NO es correcta?

Tabla 2. Enunciados de las preguntas del formulario relacionadas con los contenidos de Biología celular, marcando en verde las que se deben conocer al finalizar 4.º de ESO, y en rojo las que no, según los docentes. El formulario completo se puede revisar en <https://bit.ly/2cwD6xW>.

Las preguntas que debían conocer los estudiantes de 4.º de ESO al finalizar el curso eran 22 de las 29 (75,9%), y fundamentalmente estaban relacionadas con contenidos de estructura y función de las células procariotas y eucariotas. El resto de las preguntas también tratan esos contenidos, pero son muy detallados para lo que se persigue en este nivel académico. Este es el caso de conceptos como el fragmoplasto o el telómero, o los procesos relacionados con el ciclo celular o la bioquímica celular; entre otros.

PREFERENCIAS EN LAS CLASES DE CIENCIAS

Los estudiantes respondieron sobre sus preferencias en las clases de Biología, mostrando 165 ideas en 152 respuestas, de las que hay que descartar 17 respuestas que podemos considerar nulas, bien porque no saben o no responden. De entre todo ello, podemos indicar que la respuesta más frecuente fue que lo que más les gustaba eran las sesiones donde se presentaban muchas imágenes y vídeos (21,8%), seguido de las prácticas de laboratorio (15,8%). La tercera cuestión que más les interesaba era que les explicasen los mecanismos de los fenómenos relacionados con su vida cotidiana (9,1%). Con este mismo porcentaje, les parecía muy importante que sus docentes explicaran y resolvieran sus dudas con paciencia. Las siguientes dos cosas que más les atraían de las clases de Ciencias eran que los docentes explicasen de forma entretenida y llamativa, y que les pidieran hacer trabajos en grupo, ambos con un 6,7% de respuestas. Con un 5,5% nos indicaron que les gustaba que les pidieran hacer esquemas o dibujos, y un 4,2% que les encomendasen casos prácticos.

En base a estos resultados, parece obvio que les interesan situaciones más prácticas y en las cuales su participación sea activa y tenga relación con su vida cotidiana. Lo que refleja que se sienten más atraídos por aprendizajes activos y significativos. Asimismo, los resultados indican que lo que más demandan son imágenes y vídeos, lo que sugiere que los modelos explicativos representan una forma de aprendizaje importante y no solo de consumo, sino también de elaboración propia, ya que les gusta hacer esquemas o dibujos.

MEJORA DEL APRENDIZAJE BASADO EN EL RELATO Y LA IMAGEN REAL

Con todos los datos extraídos de la muestra (n=152), se puede observar que, tras un mes desde la presentación del relato sobre el origen y evolución de la vida en la Tierra, existe mejora en las respuestas al test. Esto también se refleja en un aumento en el porcentaje de respuestas correctas en 24 de las 29 preguntas formuladas (figura 1). En 11 de ellas el incremento en el número de aciertos fue estadísticamente significativo (χ^2 , $p \leq 0,05$), y el resto no mostró cambios estadísticamente significativos.

Las preguntas en las que los alumnos mejoraron significativamente (χ^2 , $p \leq 0,05$) fueron las preguntas 1, 3, 5, 6, 8, 11, 14, 18, 19, 20 y 21. En ellas se les pregunta sobre temas relacionados con la estructura y la función de orgánulos y estructuras celulares. Algunas de estas preguntas no fueron explicadas de forma explícita en la sesión presencial, como fue el caso de las preguntas 1, 5 y 8. Para responderlas correctamente deben dominarse contenidos relacionados con el número cromosómico humano en cada tipo celular; la estructura cromosómica, los enunciados de la teoría celular. Es cierto que se mencionan en la sesión algunos conceptos relacionados con las estructuras básicas de una célula, así como algunos términos estructurales como telómero, centrómero, pero no se explicitan con el detalle que tienen las preguntas, por lo que deducimos que se aciertan más porque fueron trabajadas en clase.

Sin embargo, el grueso de las preguntas que mostraron incrementos de acierto significativo no se impartió en el aula el mes siguiente a la clase, y, por tanto, su mejora solo se puede explicar en base a lo entendido en la sesión expositiva. Lo que refleja que la exposición resultó en un impacto positivo que permitió recordar contenidos un mes después.

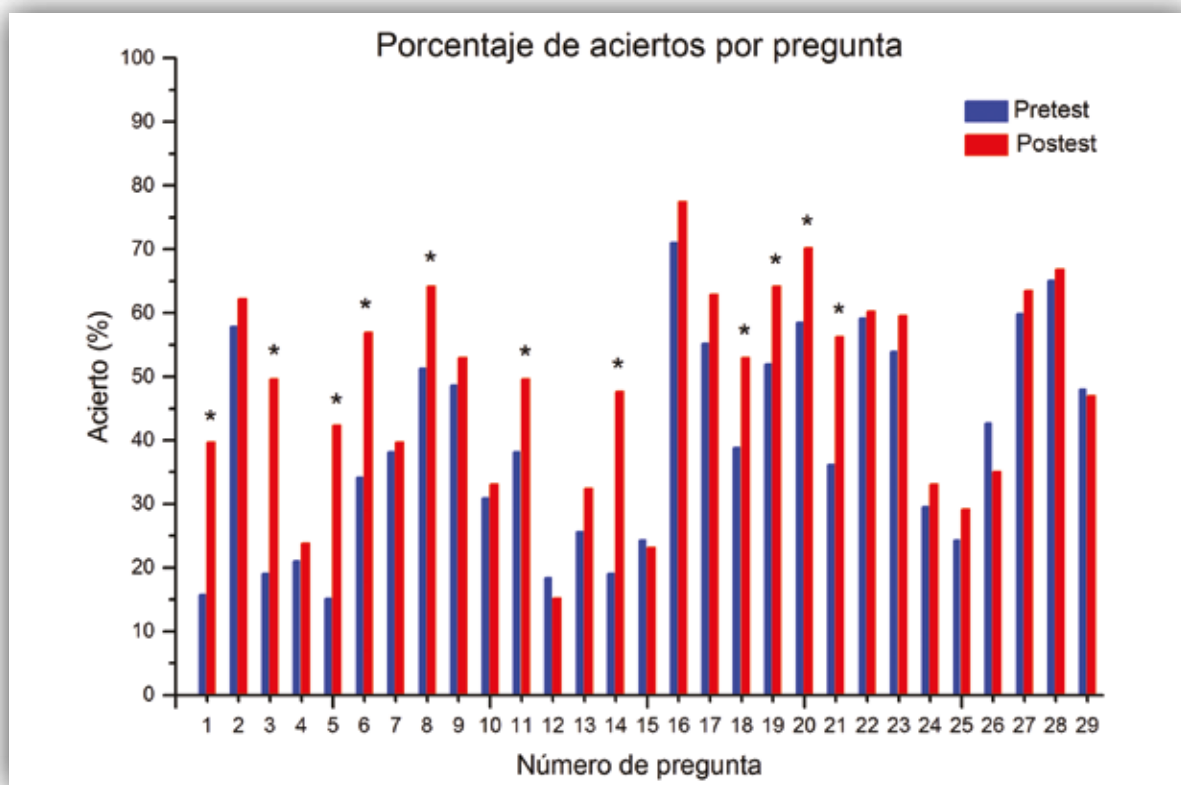


Figura 1. Gráfica del porcentaje de aciertos por pregunta antes (pretest en azul) y después (postest en rojo) de la sesión expositiva para cada pregunta. Los asteriscos indican cambios en los porcentajes de aciertos estadísticamente significativos (χ^2 , $p \leq 0,05$).

Estos mismos datos nos permiten crear otra variable: número de aciertos por estudiante, antes y después de la presentación del relato con imágenes realistas (figura 2). Los estadísticos clásicos para esta variable,

como la media y su desviación, muestran valores de $11,54 \pm 5,85$ para el pretest y $14,12 \pm 6,14$ para el postest. Lo que refleja un incremento significativo en el número medio de aciertos (Levene y T-Student, $p \leq 0,05$). Esto también se aprecia en el valor mediana de ambas distribuciones: 12,5 y 14,0, respectivamente. Si nos fijamos en la *figura 2*, podemos ver cómo ningún estudiante consigue acertar todas las preguntas, pero sí cómo se produce un desplazamiento hacia la derecha de la distribución de la serie roja. Lo que indica que hay una mejora en rendimiento de los estudiantes en el postest. Concretamente podemos ver que el número de estudiantes que tienen más de 19 aciertos casi se cuadruplica (3,7 veces) en el postest (de 9 a 33), a la vez que el número de estudiantes con menos de 7 aciertos se reduce casi a la mitad (de 32 a 21).

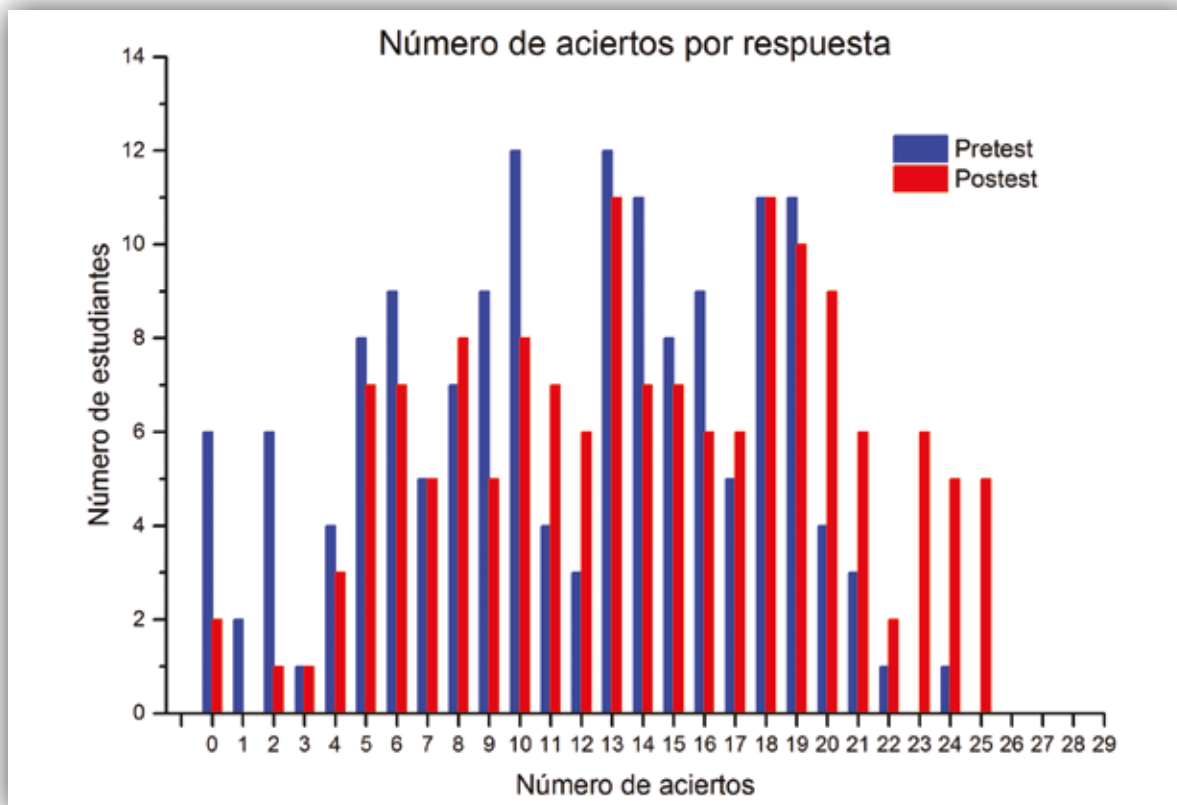


Figura 2. Gráfica que muestra el número de aciertos por respuesta antes (pretest en azul) y después (postest en rojo) de la sesión expositiva.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestro diseño de intervención plantea un análisis de la retención de conceptos en el medio plazo, implementando una ligera modificación de la metodología tradicional expositiva. Además, los hitos descritos en nuestra presentación son compatibles con los contenidos curriculares propuestos por la legislación vigente, así como con propuestas previamente descritas para trabajar este tema^{15,16,17}. A pesar de ello, nuestra propuesta tiene el punto innovador de mostrar todos los contenidos del curso en una sola se-

¹⁵ GUTIÉRREZ, A. (2013). La sonrisa de la célula. *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales*, 73(1), pp. 15-27.

¹⁶ GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2013). El estudio de la célula. Punto de partida o de llegada en la formación docente. *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales*, 73(1), pp. 44-52.

¹⁷ CAÑAL, P. (2013). Introducción a la monografía: enseñar y aprender sobre la célula viva. *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales*, 73(1), pp. 5-14.

sión y presentarlos como un continuo de situaciones concatenadas y relacionadas entre sí. En este sentido, sí se aprecia un cambio con respecto a las clases diarias, ya que los contenidos se ven como en una película, de principio a fin. Este formato permite crear modelos explicativos que conectan los diferentes eventos de la historia de la Tierra con procesos biológicos, geológicos, químicos y físicos, forzando a integrar los conceptos presentados, lo que ha sido sugerido como una metodología que facilita el aprendizaje¹⁸. Por el contrario, lo que ocurre habitualmente, y continuando con la analogía, es que las sesiones serían los capítulos de una serie, donde cuesta mantener el hilo que une cada uno de ellos, y si te pierdes uno, no puedes conectarlos fácilmente. La conexión entre «capítulos» solo está presente generalmente en el docente, que tiene claro el origen y el destino de su secuencia didáctica, pero no en todos los estudiantes se da esta circunstancia. Por ello, parece razonable suponer que, según nuestros resultados, los estudiantes organizan los contenidos presentados creando un modelo explicativo de sucesos históricos relacionados con la organización y las funciones celulares.

Asimismo, la idea de descubrir previamente los contenidos que uno desconoce ayuda a focalizar la atención y desarrollar un aprendizaje consciente. Por ello las herramientas de evaluación diagnóstica previa, como la presentada en este trabajo, fomentan el interés por aprender a partir de la ignorancia consciente¹⁹.

Sin embargo, aunque la mejora es evidente y estadísticamente significativa, aún hay mucho margen de mejora, como se puede observar en los resultados. Esto es así por diferentes motivos. En primer lugar, porque nuestro cuestionario tenía preguntas que no fueron expuestas en la sesión expositiva que considerábamos controles negativos, ya que suponíamos que los alumnos no debían conocer y no responderían correctamente antes y probablemente después de nuestra intervención. Lo que supone una subestimación del resultado final, al considerar todos los datos en su conjunto.

Por otro lado, hay que considerar que el recuerdo generado un mes después de presentar los contenidos está basado en una única sesión. Lo que es muy relevante, pero que solo supone un pequeño andamio sobre el que, posteriormente, se irán anclando los contenidos que serán explicados con mayor profundidad. Por lo que consideramos que la aplicación de otras estrategias e incluso metodologías didácticas diferentes, como el trabajo cooperativo, o el aprendizaje inductivo, complementarían muy bien la propuesta analizada en este trabajo.

Queremos resaltar que en la mejora observada no solo tiene que ver la idea de un hilo conductor del relato, sino que también las imágenes empleadas, realistas y bien escaladas, mejoran la comprensión de los contenidos. Tanto es así que las imágenes y vídeos son los recursos que los estudiantes prefieren en sus clases de Ciencias, como se describe en los resultados, junto con las explicaciones que den sentido a los contenidos que deben aprender.

Por lo tanto, podemos concluir que los alumnos prefieren el uso de recursos visuales, como imágenes y vídeos, en las clases de Ciencias, así como explicaciones que relacionen las Ciencias con su vida cotidiana.

Asimismo, nuestros resultados indican que se puede inducir un aprendizaje duradero sobre la teoría endosimbionte y las estructuras y funciones celulares, a partir de la presentación de un relato concreto y lineal (*storytelling*) y de contenidos multidisciplinares sobre el origen y la evolución de la vida en la Tierra, empleando imágenes y vídeos realistas. Lo que junto con otras metodologías o estrategias didácticas puede resultar en una sinergia de interés para la enseñanza de las Ciencias.

¹⁸ CAMACHO GONZÁLEZ, J. P., JARA COLICOY, N., MORALES ORELLANA, C., RUBIO GARCÍA, N., MUÑOZ GUERRERO, T., RODRÍGUEZ TIRADO, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), pp. 196-212.

¹⁹ VAZ-REBELO, P., MORGADO, J., FERNANDES, P., OTERO, J. (2016). Ignorancia consciente en el aprendizaje de las ciencias II: factores que influyen en lo que los alumnos saben que no saben. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), pp. 91-105.

EMPAPANDO EN AGUA LOS CURRÍCULOS DE ASIGNATURAS DEL ÁMBITO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Laureen Vanessa Pérez Pinto

Doctoranda del Departamento de Didácticas Específicas de la ULL
lperezpi@ull.es

Adán Manuel Yanes Gómez

Profesor del Colegio Salesiano San Isidro
Facultad de Educación, módulo A2. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
Colegio Salesiano San Isidro, La Orotava
adan@salesianos-orotava.es

Antonio Eff-Darwich Peña

Profesor del Departamento de Didácticas Específicas de la ULL
Facultad de Educación, módulo A2. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
Instituto de Astrofísica de Canarias, Tenerife
adarwich@ull.es

Palabras clave: didáctica de las ciencias, Educación Secundaria, diseño experimental, agua.

Keywords: science teaching, Secondary School, experimental design, water.

Resumen

El presente trabajo se centra en el análisis de los currículos de asignaturas del ámbito científico-tecnológico (Física y Química, Biología y Geología y Tecnología) para identificar contenidos que sean comunes a todas ellas. Esta información se usa para diseñar una serie de talleres donde el alumnado es el protagonista de pequeñas investigaciones que giran alrededor del agua. La propuesta didáctica fue llevada a la práctica con 31 estudiantes de 2.º de ESO. En este trabajo presentamos los resultados preliminares de lo que será un estudio más extenso.

Abstract

The present work focuses on the analysis of the curricula of subjects in the Scientific-Technological field (Physics and Chemistry, Biology and Geology and Technology) to identify contents that are common to all of them. This information is used to design a series of workshops where students are the protagonists of small investigations that revolve around water. The didactic proposal was carried out with 31 students of 2.º ESO. In this paper we present preliminary results of what will be a more extensive study.

INTRODUCCIÓN

Existen una serie de problemas que dificultan la puesta en práctica de actividades dentro del laboratorio como son: falta de instalaciones y material adecuado, excesivo número de alumnos/as, carácter enciclopédico de los currículos y exceso de carga de trabajo del profesorado (Poveda, Bechtold y De Pro Bueno, 2007¹; Sanmartí, 2009²). Adicionalmente, la Comunidad Autónoma de Canarias ha eliminado las horas dedicadas al laboratorio en la enseñanza de la Química.

Con el fin de incentivar un aprendizaje contextualizado que permita al alumnado integrar los contenidos de Ciencias con los problemas y cuestiones de la vida cotidiana, se ha analizado el currículo de asignaturas del ámbito científico-tecnológico (Física y Química, Biología y Geología y Tecnología) de Secundaria, constatándose que, en todas las áreas de este ámbito, se incluyen como eje transversal los bloques de aprendizaje relativos a los «métodos de Ciencias». Así, se hace hincapié en «concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar y buscar las posibles soluciones a los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia» (Decreto 83/2016³).

Partiendo de esta premisa, se han diseñado seis talleres, cuyo hilo conductor es el agua y en el que se han integrado diferentes áreas curriculares con el objetivo de enseñar al alumnado a «hacer ciencia», es decir, que comprendan la base del método científico y, al mismo tiempo, adquieran habilidades como:

1. Observar; comparar; sintetizar; hacer conjeturas o formular hipótesis.
2. Debatir y reflexionar sobre las cuestiones planteadas.
3. Trabajar en equipo.
4. Utilizar instrumentos de medida, etc.

Se ha elegido la modalidad de los talleres porque está demostrado que estos espacios permiten acelerar los procesos de aprendizaje procedimentales y la adquisición de determinadas técnicas.

Asimismo, se ha utilizado la temática del agua porque hemos comprobado que está presente en todas las materias de Ciencias, evaluándose desde diversos puntos de vista. Además, se trata de un compuesto químico barato, que no acarrea problemas a la hora de manipularlo, por lo cual puede usarse tanto dentro como fuera del aula.

PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica está compuesta por seis talleres en los que se aborda la temática del agua desde varios puntos de vista. En la *tabla 1* se muestra un resumen de las fichas de presentación. Aunque de forma genérica, la estructura de cada taller es la siguiente:

1. Actividades previas y de motivación, con la que se pretende despertar el interés del alumnado hacia los conceptos que se trabajarán (10-15 minutos).
2. Actividad de desarrollo, específica según los objetivos de aprendizaje de cada taller y en la que se plantea un reto que el alumnado deberá resolver en grupo (35-60 minutos).
3. Actividad de cierre, donde se presentan las conclusiones finales a las actividades anteriores y se conoce el grado de satisfacción del alumnado (10-15 minutos).

¹ POVEDA, P. T., BECHTOLD, H., y DE PRO BUENO, A. J. (2007). El uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España. *Educatio siglo XXI*, 25, pp. 145-166.

² SANMARTÍN (2009). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis S. A.

³ DECRETO 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias. BOC n.º 136, de 15 de julio de 2016, pp.17046-19333.

1.- ¿La primera impresión es lo que cuenta? (110 minutos)

Aunque en ocasiones la lógica o el sentido común pueden resultar útiles, no siempre es así, y más cuando hablamos de Ciencia. Es así como nace este taller, en el que trabajaremos: cómo escribir una pregunta científica, cómo formular una buena hipótesis, cómo diseñar un experimento (las variables) y cómo recoger los resultados de tu investigación. En definitiva, aplicarás el método científico.

Asimismo, trabajaremos con: la medición de magnitudes, las principales fuentes de error al realizar una medición y te familiarizarás con los instrumentos volumétricos de un laboratorio.

2.- ¿Nos hacemos un triple? (55 minutos)

Muchos de los conceptos que a menudo estudias en Química son abstractos y aparentemente sin conexión entre sí, sin embargo, comprender todos ellos te permitirá explicar otros muchos fenómenos que ocurren a tu alrededor.

Es así como nace este taller, en el que realizaremos tres sencillas experiencias con el fin de comprender la relación que existe entre los estados de agregación y las condiciones de presión y temperatura durante un experimento. Al mismo tiempo, veremos otros conceptos y leyes que tienen interesantes aplicaciones en la vida cotidiana.

3.- No es oro todo lo que brilla (55 minutos)

«El agua es como la llave del oro que abre todas las cerraduras de la vida, del bienestar y del progreso». De allí la importancia de conocer el concepto calidad del agua. Concretamente, en dicho taller aprenderás de primera mano cuáles son los parámetros de calidad del agua según el uso al que esta se destine.

Asimismo, aprenderás a redactar un informe técnico que pueda ser enviado a los organismos responsables de su gestión (ayuntamientos, cabildos, empresas gestoras del agua, etc.).

4.- La huella de nuestros pasos (55 minutos)

Seguro que sabes que el agua es un recurso limitado, pero, alguna vez te has preguntado: ¿cómo las antiguas civilizaciones crearon diferentes soluciones para tener acceso al agua?

Es así como nace este taller, en el que junto con tu equipo deberás resolver el reto que te vamos a proponer. Solo necesitas un poco de ingenio y, por supuesto, trabajar en equipo.

También aprenderemos sobre el origen de los materiales y sobre sus beneficios, así como también escribiremos algunas pautas para un futuro más sostenible.

5.- El último superviviente (110 minutos)

«Las pruebas recogidas por los exploradores robóticos enviados a Marte sugieren que el planeta rojo fue hace millones de años un mundo húmedo, bañado por océanos y ríos en el que se producían incluso gigantes tsunamis».

¿Es posible la vida en Marte? Con este taller nos adentraremos en la búsqueda de agua en Marte, tal como lo hacen los científicos en la actualidad. Aprenderemos datos interesantes sobre la química de las rocas y sobre geología.

Además, aprenderemos a valorar la fiabilidad y objetividad de la información procedente de internet o ¿qué es eso de la pseudociencia?, ¿quiénes son los zahoríes?, entre otras cosas.

6.- ¡Agua va! (110 minutos)

Llevas varias semanas siendo el protagonista de una serie de investigaciones y por fin es momento de comunicar las conclusiones más relevantes a tus compañeros y compañeras.

De modo que, en este último taller, deberán realizar una breve explicación o *speech* de no más de 10 minutos, con el único apoyo visual de un mural interactivo a modo de presentación. Queremos conocer ese lado creativo a la hora de expresar las ideas, captar la atención del público, sin descuidar el lenguaje utilizado a la hora de hablar de Ciencia.

Tabla 1. Fichas de presentación para el alumnado⁴.

En cada taller, el alumnado es el protagonista de una investigación debiendo plantear preguntas o emitir hipótesis, para posteriormente comprobarlas, consultar la bibliografía, realizar experimentaciones, confrontar lo que saben con los resultados obtenidos, analizar e interpretar datos y ser capaz de comunicar los resultados.

⁴ Véase: <https://ciencia.fg.ull.es/ciencia-conecta/repositorio-documental/>.

Los talleres propuestos tienen una duración de entre 55-110 minutos. Su carácter modular los hace idóneos para que puedan estar presentes en distintos momentos del proceso educativo, y aunque si bien, no existe una cronología fija en su impartición, se recomienda realizarlos una vez se ha explicado el contenido teórico asociado a cada taller:

En la tabla 2 se muestra con más detalle la conexión curricular por bloques temáticos. Para ello, se ha tenido cuenta los cursos en los que se imparte Física y Química (2º, 3º y 4º ESO) y se han comparado los contenidos de las asignaturas del ámbito en cuestión que guardan relación con la temática antes comentada.

Asignatura	Bloque	2.º ESO	3.º ESO	4.º ESO
Física y Química	I. La actividad científica	1, 3, 6	6	1, 2, 6
	II. La materia	2	1, 2	1, 2
	III. Los cambios en la materia	4, 5	3, 4, 5	3, 5
	IV. El movimiento y las fuerzas			4, 5
	V. La energía			4, 2
Biología y Geología	I. Metodología científica		1, 6	
	III. Ecología y medioambiente			3, 5
	V. El relieve terrestre y su evolución		4, 5	
	VII. Proyectos científicos			6
Tecnología	I. Procesos de resolución de problemas tecnológicos	4	4	
	III. Materiales de uso técnico	4	4	

Tabla 2. Conexión curricular de asignaturas por bloques temáticos.

Finalmente, en la tabla 3 se presenta la conexión de cada taller con los estándares de aprendizaje establecidos para cada nivel de enseñanza:

Taller	Curso	Física y Química	Biología y Geología	Tecnología
1	2.º ESO	1, 2, 4, 6, 9, 10		
	3.º ESO	11, 14, 15, 17	1, 3, 4, 5, 6, 97, 98, 100, 102	
	4.º ESO	3, 6, 7, 9, 15, 16, 18, 19		
2	2.º ESO	11, 14, 15, 17		
	3.º ESO			
	4.º ESO	3, 6, 7, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 27, 75, 76, 78, 79		
3	2.º ESO	1, 2, 4, 6, 9, 10		
	3.º ESO	42, 43, 44, 46, 46		
	4.º ESO	28, 35, 36, 39, 41	34, 35, 39, 41, 42, 49, 51	

4	2.º ESO	42, 43, 44, 46		1, 2, 6, 26
	3.º ESO		80, 94, 96	
	4.º ESO	63, 64, 66, 68, 69, 77		
5	2.º ESO	8, 43, 44, 46		
	3.º ESO		78, 79, 80, 84, 85, 94	
	4.º ESO	39, 41, 63, 64, 66, 68, 69	34, 35, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 51	
6	2.º ESO	1, 2, 4, 6, 9, 10		
	3.º ESO		1, 2, 3, 4, 6, 97, 98, 100, 102	
	4.º ESO	3, 6, 7, 9	46, 47, 48, 49, 50, 51	

Tabla 3. Conexión de los talleres con los estándares de aprendizaje.

METODOLOGÍA

La puesta en práctica de los talleres tuvo lugar en el curso académico 2017-2018, durante cinco semanas consecutivas del segundo cuatrimestre, con 31 alumnos de 2.º de ESO, 11 chicas y 20 chicos (3 de ellos con adaptación curricular de 6.º de Primaria), que cursaban la asignatura de Física y Química en un centro concertado de la isla de Tenerife. El centro se encuentra ubicado en San Cristóbal de La Laguna, en un entorno semirural. En él se promueve el aprendizaje en el entorno natural y el contacto con la naturaleza.

Para la realización de los talleres se formaron cinco equipos de trabajo que se mantuvieron a lo largo de toda la propuesta didáctica.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La evaluación de esta experiencia se ha llevado a cabo mediante:

1. Cuestionario de autoevaluación individual: a través del cual el alumnado valora el trabajo realizado, reconociendo los fallos y aciertos, tanto suyos como de los demás.
2. Planilla de evaluación en grupo, que permite reflexionar al equipo sobre el proceso de trabajo seguido, consecución de objetivos, dificultades encontradas, etc.
3. También se ha realizado el seguimiento de la actividad mediante la observación directa, fotografía (del mural interactivo) y grabaciones en vídeo.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de uno de los talleres propuestos. Concretamente, el taller ¡Agua va!, el cual se materializó en un congreso de estudiantes (*figura 1*) dentro del citado centro, así como en la participación del alumnado en la «V Feria de las Vocaciones Científicas y Profesionales de Canarias» que tuvo lugar los días 12 y 13 de abril de 2018 en la Laguna (*figura 2*).



Figura 1. Cartel anunciador del congreso.



Figura 2. Murales interactivos durante la feria.

En relación con la propuesta didáctica, y tras procesar los instrumentos de evaluación, se presentan parte de los resultados obtenidos. Es importante destacar que dicha encuesta fue pasada posteriormente al taller 6, por lo que la muestra fue menor (21 estudiantes):

I. Cuestionario de autoevaluación individual:

A la afirmación «En general, con la realización de los diferentes talleres», se observa cómo en la figura 3 los mayores porcentajes están asociados a una mejora en el método de trabajo o trabajo en equipo.

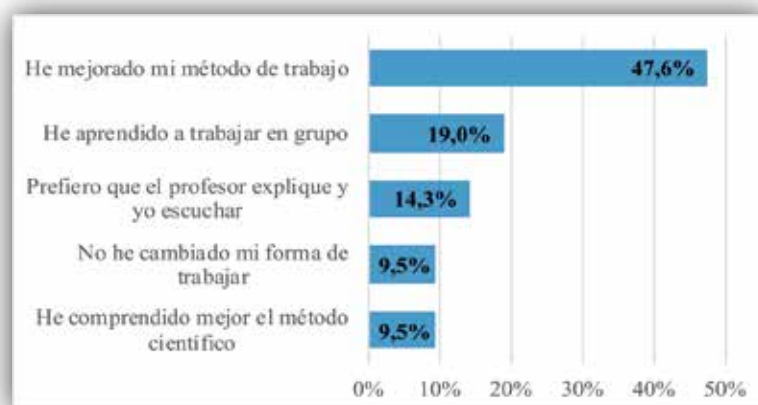


Figura 3. Distribución de resultados a la pregunta 1 del cuestionario de autoevaluación.

A la pregunta ¿Cómo valoras el taller «Agua va»? en la *figura 4* se observa que la actividad tiene una gran acogida por parte de los estudiantes, y tan solo un 4,8% valora esta actividad como neutra o negativa.

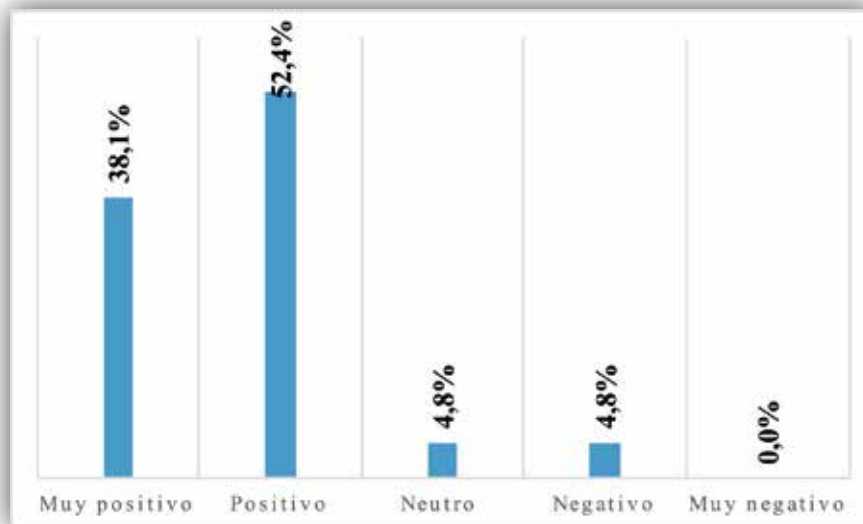


Figura 4. Distribución de resultados a la pregunta 6 del cuestionario de autoevaluación.

2. Planilla de evaluación en grupo:

A cada equipo se le pedía que numerase las dificultades encontradas en el diseño del resumen o mural interactivo. En general, todos los equipos señalan que la principal dificultad fue la coordinación entre los miembros del equipo y que, en algunos casos, no todos sus miembros trabajaron por igual.

CONCLUSIONES

El análisis del currículum para las distintas materias científico-tecnológicas en Secundaria nos ha permitido corroborar que existen nexos que justifican el papel integrador del trabajo científico. Esto permite, por un lado, fomentar la interdisciplinariedad dentro del aula a través de colaboraciones con docentes de otras asignaturas y, por otro lado, potenciar la importancia del que alumnado conozca cómo se construye el conocimiento científico.

Además, se ha podido constatar que dicha metodología requiere un fuerte compromiso por parte del profesorado, razón por la cual se considere idóneo crear espacios comunes donde estos puedan trabajar la interdisciplinariedad de dichas asignaturas.

Los estudiantes valoran las actividades como positivas y novedosas (al ser la primera vez que realizaban este tipo de experiencias). Y, aunque esta forma de trabajar de manera más libre y autónoma genera, al principio, incertidumbre entre los estudiantes, también produce un fuerte efecto motivador dentro de las asignaturas implicadas.

A nivel académico, este tipo de experiencias permite mejorar la comprensión de ciertos conceptos y adquirir ciertas habilidades como el análisis crítico o el trabajo en equipo, observándose incluso cambios actitudinales (curiosidad, interés, mayor participación...). Además, actividades como la «Feria de las Vocaciones Científica» les han permitido darse cuenta del «difícil papel» que implica la divulgación. Al tiem-

po que les han hecho sentirse «importantes», por el hecho de poder ser escuchados por el público de a pie. Y, a pesar de que estos resultados son preliminares, nos muestran que el camino a seguir es este.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación concedida para la asistencia al V Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología con cargo al proyecto de referencia: CGL2015-67508-R concedido por el MINECO (Ministerio de Economía y Competitividad, del Gobierno de España).

DE LA DIFICULTAD EN LA COMPRESIÓN DEL CONCEPTO DE PRESIÓN DE VAPOR AL FUNDAMENTO DE LA OLLA EXPRÉS: UNA APROXIMACIÓN PRÁCTICA A LA EDUCACIÓN STEM

Gabriel Pinto Cañón

*Grupo de Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química
Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química, Universidad Politécnica de Madrid
gabriel.pinto@upm.es*

Marisa Prolongo Sarria

*Grupo de Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química
Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química, Universidad Politécnica de Madrid
IES Torre del Prado, Málaga
marisa.prolongo@hotmail.com*

Palabras clave: cafetera, ciencia y tecnología, conocimiento didáctico del contenido (PCK), olla exprés, pájaro bebedor, presión de vapor.

Keywords: drinking bird toy, moka pot (coffee machine), pedagogical content knowledge (PCK), pressure cooker, science and technology, vapour pressure.

Resumen

Tras introducir la importancia del Conocimiento Didáctico del Contenido (PCK, por las siglas en inglés: *Pedagogical Content Knowledge*), se analizan algunas dificultades de alumnos de distintas etapas educativas, para la comprensión del concepto de «presión de vapor» y efectos asociados (como la diferencia entre evaporación y ebullición). Se proponen ejemplos de recursos educativos como fuente de inspiración para docentes de áreas STEM, para facilitar la comprensión de dicho concepto y para mostrar algunas de sus múltiples aplicaciones. También se pretende relacionar ciencia y tecnología con ejemplos, como el fundamento de la olla exprés, del juguete científico conocido como «pájaro bebedor» y de la cafetera italiana.

Abstract

After introducing the importance of the Pedagogical Content Knowledge (PCK), some difficulties of students of different educative stages, for the understanding of the concept of "vapour pressure" and associated effects (such as the difference between evaporation and boiling), are analysed. Examples of educational resources are proposed as a source of inspiration for STEM teachers, to facilitate the understanding of this concept, and to show some of its multiple applications. It is also intended in this work to relate science and technology with examples, such as the fundamentals of the pressure cooker; the scientific toy known as "drinking bird" and the moka pot.

INTRODUCCIÓN: EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (PCK) SOBRE EL CONCEPTO DE PRESIÓN DE VAPOR Y SUS APLICACIONES

En los últimos años, en los ámbitos de investigación sobre la práctica educativa, ha adquirido una importancia relevante la consideración del «conocimiento didáctico del contenido» (CDC o PCK, por las siglas de *Pedagogical Content Knowledge*). Se trata de un concepto introducido a mediados de los años ochenta del pasado siglo por el psicopedagogo norteamericano Lee S. Shulman. Su teoría se basaba en el hecho de que el conocimiento de la materia y la pedagogía de los docentes se trataban como mutuamente excluyentes, pero él pensaba que los programas de formación de profesores deberían combinar los dos campos de conocimiento. Para abordar esta dicotomía, introdujo la noción del PCK, que incluye tanto el conocimiento pedagógico como el del contenido^{1,2}. Aunque se trata de una categoría de conocimiento compleja y con interpretaciones diversas, el análisis del PCK supone una oportunidad para que los docentes conviertan sus comprensiones sobre un tema concreto en estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje por parte de sus alumnos. De alguna manera, se pone de manifiesto que el conocimiento profundo de una disciplina por parte del profesor, es infructuoso si no se consideran los puntos de vista sobre el contenido que tienen los alumnos.

Además de lo anterior, hay una serie de conceptos básicos en cada disciplina, sin cuyo conocimiento se hace difícil la comprensión de otros de mayor complejidad y de aplicaciones tecnológicas concretas. Chamizo *et al.* analizaron, por ejemplo, cómo muchos alumnos llegan a los estudios universitarios de química sin dominar conceptos básicos de la disciplina y, al abordar otros de mayor complejidad, ni logran afianzar los básicos ni incorporan los conocimientos intermedios³. Sin concluir en fatalismos estériles, sí es importante considerar esta realidad para intentar superarla.

Entre otros conceptos básicos, de gran relevancia en física, química y otras ciencias y tecnologías, se destaca en este trabajo el de «presión de vapor».

Obaya *et al.* publicaron un trabajo donde analizaron cómo tres conceptos fisicoquímicos relacionados, evaporación, condensación y presión de vapor, son conocidos por alumnos universitarios. Señalaron que una particular dificultad para su comprensión radica en que requieren un alto grado de abstracción por ser fenómenos «invisibles»: acontecen a nivel microscópico con evidencias poco relevantes a nivel macroscópico. Detectaron una comprensión solo superficial de estos conceptos, y que la mayoría de los alumnos no establecían de forma correcta el concepto de presión de vapor, pero sí podía hacer uso de datos y de evidencia física al respecto⁴.

Aparte del propio concepto de presión de vapor, se pueden destacar, entre otros fenómenos asociados: la diferencia entre ebullición y evaporación (estudiada en 2.º de ESO); el descenso de presión de vapor en disoluciones de soluto no volátil, cuantificado por la ley de Raoult, estudiada en 1.º de Bachillerato, junto con otras propiedades coligativas (como el aumento ebulloscópico o el descenso crioscópico), y la definición de humedad relativa del aire. Además, procesos tan relevantes como la destilación requieren una comprensión adecuada de lo que significa la presión de vapor de un líquido.

En este trabajo, se analizan las dificultades en la comprensión del concepto de presión de vapor y efectos asociados, principalmente a través de los resultados de un estudio realizado al respecto con alumnos universitarios. Seguidamente, se proponen recursos educativos STEM como la discusión sobre aplicacio-

¹ SHULMAN, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

² SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, pp. 1-22.

³ CHAMIZO, J. A., NIETO, E., SOSA, P. (2004). La enseñanza de la química. Tercera parte. Evaluación de los conocimientos de química desde secundaria hasta la licenciatura. *Educación Química*, 15, pp. 108-112.

⁴ OBAYA, A., VARGAS, Y. M., DELGADILLO, G. G. (2008). Estudio exploratorio sobre la comprensión de los conceptos de evaporación, condensación, y presión de vapor en estudiantes universitarios. *Educación Química*, 19, pp. 108-113.

nes tecnológicas contextualizadas, como el fundamento de la olla exprés o de una cafetera. Todo ello se presenta como fuente de inspiración para profesores de las distintas etapas educativas y para facilitar la comprensión del citado concepto y sus aplicaciones. Es además una oportunidad para relacionar ciencia y tecnología, base de la educación STEM.

DIFICULTADES PARA LA COMPRESIÓN DEL CONCEPTO DE PRESIÓN DE VAPOR

La experiencia de los autores de este trabajo con alumnos de diferentes etapas educativas, desde la Educación Secundaria a la universitaria (en ámbitos diversos como la formación de ingenieros y de profesorado), durante muchos años, les lleva a pensar que existen múltiples dificultades para la comprensión de lo que significa el concepto conocido como presión de vapor. Entre otras, cabe citar:

- Se habla de presión de «vapor» y, por tanto, ejercida por un gas, pero referido a un líquido (o a un sólido, aunque no se considerará en este trabajo).
- A veces se denota, en vez de presión de vapor, como tensión de vapor, con el mismo significado.
- No es un valor constante para cada sustancia, sino que depende de la temperatura, según la ley de Clausius-Clapeyron.
- Su variación según el tipo de sustancia se suele razonar en función de las fuerzas intermoleculares, que tampoco es un concepto baladí para los alumnos.
- Se trata de un término sutil; no es lo mismo la «presión de vapor» que la «presión del vapor». En el primer caso, se trata de una presión en situación de equilibrio (entre un líquido y su vapor) y, en el segundo caso, en cualquier situación (incluso de no equilibrio).
- Se explica a nivel molecular, resaltando que se produce un «equilibrio dinámico», no fácil de asimilar por los alumnos.
- A veces se ilustra en libros de texto y páginas web con dibujos de unas pocas moléculas que se separan del líquido, representadas por «círculos grandes». Es una ayuda visual, pero alejada de la realidad (billones de partículas, sin forma esférica y de tamaño diminuto).
- Su definición está referida al equilibrio entre una sustancia líquida pura (normalmente se toma como ejemplo el agua) y su gas, no en presencia de aire.
- Es la base de otros conceptos de difícil comprensión (temperatura de ebullición, humedad relativa...) y de difícil diferenciación (evaporación frente a ebullición). Hay autores que señalan que incluso hay profesores que no comprenden claramente estos conceptos⁵.
- Aparte de líquidos puros, el concepto de presión de vapor se extiende a disoluciones y propiedades coligativas de estas.
- A veces, se repiten en las aulas y en diferentes cursos, los mismos ejemplos, pero sin profundizar suficientemente (variación de temperatura de ebullición con altitud, olla a presión...).

Durante años, uno de los autores anuncia a sus alumnos de grado en Ingeniería Química, cuando se va a abordar el concepto en clase, que pedirá su definición en una fecha concreta. Aparte de entender que se ha analizado en cursos previos por los alumnos, se los invita a que utilicen cuantas fuentes estimen oportuno, como los apuntes de la asignatura y libros de texto. El resultado suele ser bastante desalentador; pero, por otra parte, permite analizar el PCK del propio concepto y comentar a los alumnos, con sus propias respuestas, lo que «no» es la presión de vapor. Además, se consigue una mejor comprensión de conceptos cuando se participa en estrategias educativas⁶ que motivan a explicarlos a los alumnos⁶.

⁵ CANPOLAT, N., PINARBASI, T., SOZBILIR, M. (2006). Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure. *Journal of Chemical education*, 83, pp. 1237-1242.

⁶ OBAYA, A. (2004). Cambio de energía libre y espontaneidad a través de las explicaciones de los estudiantes e integración de sus ideas. *Educación Química*, 15, pp. 436-440.

Aproximadamente, el 15% de los alumnos explica bien o muy bien lo que es la presión de vapor de un líquido, con definiciones como:

- *La presión que ejerce el vapor de un líquido sobre este cuando está en equilibrio, a una temperatura dada.*
- *La presión que ejerce un gas respecto de un líquido cuando están en equilibrio. Hubiera sido deseable en este caso especificar que el gas es la misma sustancia que el líquido.*

Del orden de un 20% de los alumnos aporta definiciones incompletas o solo parcialmente correctas, como:

- *La presión ejercida en la fase gaseosa sobre la líquida.*
- *A través de la fórmula $p=F/S$ podemos afirmar que es la presión que ejerce el vapor de un líquido por unidad de superficie (ejerce una fuerza realmente el gas).*
- *La volatilidad de una sustancia.*
- *El equilibrio entre moléculas de un líquido y su gas.*

La mayor parte de los alumnos, del orden del 65%, ofrecen definiciones deficientes, completamente incorrectas en algún caso, o extravagantes, como:

- *La presión que necesita un líquido para que sus moléculas choquen a gran velocidad.*
- *La presión de los líquidos que a una temperatura mantiene a las moléculas en estado líquido.*
- *La presión que ejerce un elemento al encontrarse en fase gas con un líquido.*
- *La presión que ejerce un gas disuelto de un líquido en equilibrio.*
- *La que ejerce sobre el sistema en cuestión el aire, al dejarlo reposar, una vez alcanzado el equilibrio.*
- *La tendencia de partículas disueltas en el aire a pasar a un líquido.*
- *A esa presión se conoce la temperatura de ebullición.*
- *Medida de la tendencia de escape del aire del líquido pasando de la fase líquida a la gaseosa.*
- *La presión de un líquido de la fase gas sobre la otra fase.*
- *Cuando calentamos un líquido, compuesto por moléculas que se mueven al azar, ese líquido forma un volumen. Entonces cuando parte de esas moléculas se evaporan y pasan a ser gas se forma como una masa de gas que ejerce una presión sobre el líquido.*
- *La presión a la que se encuentra en equilibrio la cantidad de líquido que se evapora y las partículas que se disuelven en el líquido.*
- *Es la presión de los líquidos que a una temperatura constante mantiene las moléculas en estado líquido.*
- *Es el equilibrio que se forma entre la presión externa y la del gas en el líquido de un modo parecido al equilibrio que se establece en una disolución metaestable.*
- *Es la tendencia que tienen las partículas disueltas en aire a pasar a un líquido y pasar así a disolverse en el aire.*

Los porcentajes de respuestas de los alumnos son análogos a los encontrados por Obaya et al. con estudiantes mexicanos⁷. Pero más importante que los resultados cuantitativos son los tipos de respuestas concretas, donde se aprecian confusiones relevantes. Una de ellas es relacionar presión de vapor con procesos de disolución de gases (como el aire) en líquidos (como el agua) porque se abordó pocos días antes en clase.

⁷ OBAYA, A., VARGAS, Y. M., DELGADILLO, G. G. (2008). *Op. Cit.*, nota 1.

ALGUNAS IDEAS PARA INTRODUCIR Y DISCUTIR EL CONCEPTO DE PRESIÓN DE VAPOR

Antes de iniciar la explicación del concepto, una vez que se ha preguntado a los alumnos por él, según se ha indicado en el apartado anterior, se les realiza la siguiente pregunta: ¿varía la presión de vapor de un líquido, a una temperatura dada, según se mida en Madrid o en Alicante?

Curiosamente, muchos de ellos indican que sí, señalando que cuanto mayor es la altura, disminuye la presión de la atmósfera y, así, varía la presión de vapor. Se pone este ejemplo porque es un caso particular de cómo a los alumnos les «suenan» por cursos anteriores algo sobre el tema, pero no lo suelen tener bien asimilado. La variación con la altitud (a veces por comparación entre la cima o la base de una montaña) se suele referir para explicar la variación del punto de ebullición.

En la *figura 1* se muestra un ejemplo típico empleado en libros de texto para medir la presión de vapor de un líquido, a una temperatura dada. A la izquierda se observa que el recipiente está abierto y las moléculas (representadas por círculos) se escapan de él, disminuyendo la cantidad de líquido (que llegaría a desaparecer). A la derecha, con el recipiente cerrado, el vapor en equilibrio con el líquido alcanza el equilibrio y, midiendo la presión que ejerce ese vapor, se tiene la presión de vapor del líquido a la temperatura de medida. En todo caso, a pesar de que las moléculas se representan por círculos muy grandes (lo que hay que destacar a los alumnos), es un tipo de figuras que representan bien el hecho de que se alcanza el equilibrio. Habría que hacer énfasis también en lo que significa la presión de la columna de mercurio (presión hidrostática). En algunos alumnos, al indicar que la presión de vapor se refiere a esa columna, les puede dificultar su comprensión. Otra cuestión que cabe destacar con los alumnos es que este tipo de figuras se refiere a sustancias puras, no en presencia de aire.

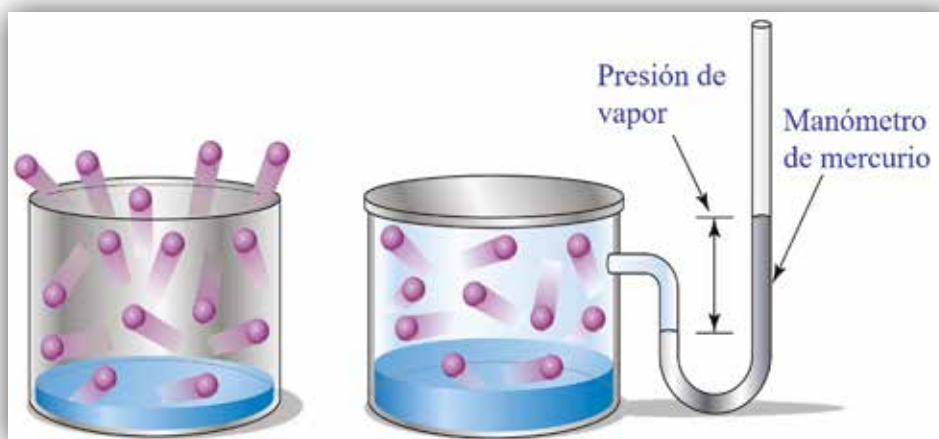


Figura 1. Ilustración de la medida de presión de vapor de un líquido a una temperatura determinada.

Tras la discusión del concepto de presión de vapor, es importante destacar la diferencia entre evaporación (fenómeno superficial) y ebullición (se produce también en el interior del líquido). Para ello, aparte de multitud de ejemplos (por evaporación se seca la ropa tendida tras el lavado, se vacía un vaso de agua en unas semanas, etc.), es conveniente discutir con ilustraciones, como la *figura 2*, donde se hace especial énfasis en un hecho fundamental: antes de llegar a la temperatura de ebullición, si hubiera tendencia a formarse una burbuja de gas en el seno del líquido, se aplastaría por la presión externa y, por eso, no se forma, cuestión que cambia cuando la presión de vapor iguala la presión externa (más la que ejerce el líquido de la parte superior, que es despreciable).

Según se trate en el curso, antes o después, la solubilidad de gases en líquidos, se puede preguntar a los alumnos qué son las primeras burbujas que se forman al calentar agua, pues se trata de aire gas formado al disminuir su solubilidad en el agua por el incremento de temperatura.

Otra discusión adecuada, según la etapa educativa y el nivel de los alumnos, es sobre si el agua, por ejemplo, puede hervir a 50 °C o a cualquier otra temperatura distinta de 100 °C. Efectivamente, sí, dado que para que hierva, lo que se necesita es que la presión de vapor iguale la presión atmosférica, que no tiene por qué ser 1,00 atm (en este caso se habla de temperatura de ebullición normal). Todo esto necesitaría del apoyo de los diagramas de fase. Además, para evaluar la variación de presión de vapor con la temperatura, habría que estudiar la ecuación de Clausius-Clapeyron o dejarlo para discusión cualitativa.

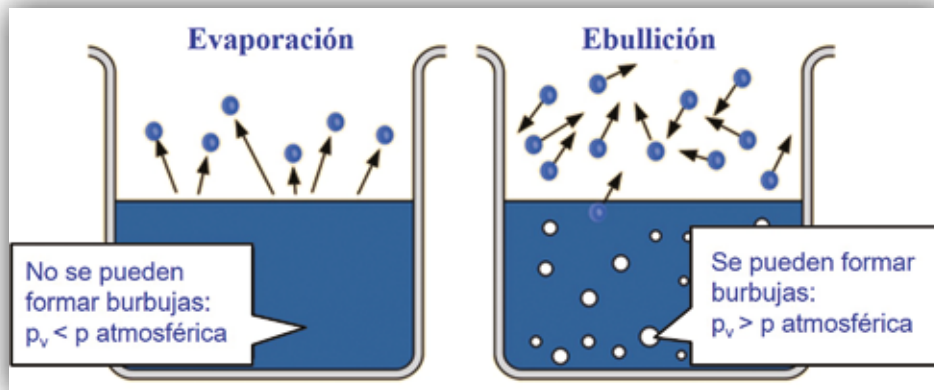


Figura 2. Ilustración típica para distinguir entre evaporación y ebullición.

Es frecuente que se discuta, además, sobre cómo las fuerzas intermoleculares influyen en la presión de vapor de las sustancias y, por tanto, su volatilidad. Es un aspecto de gran interés, pero que excede los objetivos de este trabajo.

RECURSOS EDUCATIVOS DE APLICACIONES STEM (CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS) RELACIONADOS CON LA PRESIÓN DE VAPOR

Como propuestas que sirvan de inspiración para otros docentes, y considerando siempre que se abordarían adecuándolas al nivel de los alumnos, se citan ejemplos de objetos cotidianos en donde se aplican algunos de los conceptos abordados en los anteriores aportados y, de forma especial, el de presión de vapor:

Un primer ejemplo se podría introducir preguntando a los alumnos: ¿por qué cuesta tanto abrir un bote «al vacío» o las ollas tapadas cuando se dejan de calentar? En cierta manera, la cuestión está relacionada con el experimento de los hemisferios metálicos diseñados por Otto von Guericke en 1656. Científico y burgomaestre de la ciudad alemana de Magdeburgo, propuso el citado experimento, en el que varios caballos eran incapaces de separar dos semiesferas metálicas en las que la presión era mínima, gracias a la bomba de vacío de su invención, y estaban sometidas por su parte externa a la presión atmosférica. En el bote o en la olla, la presión del gas interior es prácticamente la presión de vapor del agua a temperatura ambiente, muy inferior a la atmosférica (que empuja a la tapadera desde el exterior).

Otro ejemplo es la olla exprés o «a presión». Su fundamento y componentes, con un vídeo especialmente diseñado para niños, se puede ver en <https://bit.ly/2GFkGuE>, entre otras fuentes. Como es bien sabido, se trata de un dispositivo en el que, al estar cerrado herméticamente (de ahí la importancia de la correcta conservación de la junta de goma), a medida que se calienta el agua, la presión total aumenta (es la presión del aire contenido más la del vapor de agua que se va formando), por eso, el agua hierve a mayor temperatura que 100 °C. Aparte de discutir aspectos relacionados con el cambio de fase líquido-vapor, es un ejemplo interesante para tratar la variación de velocidad de las reacciones químicas con la temperatura: en la olla exprés el agua hierve a unos 120 °C, mientras que en recipientes convencionales lo hace

a unos 100 °C, con lo que la velocidad de cocinado (sucesión de procesos fisicoquímicos y bioquímicos) aumenta notablemente en el primer caso (cuantificado por la ley de Arrhenius) y, así, se disminuye drásticamente el tiempo necesario. Se debe enfatizar con los alumnos que no solo se ahorra tiempo, sino también la energía necesaria para el calentamiento, lo que conlleva ventajas económicas.

Para buscar información en internet sobre el funcionamiento e historia de la olla exprés, se recomienda buscar no solo en español, sino también en inglés (*pressure cooker*). Su invención se suele adjudicar al físico francés Denis Papin en 1679, pero no se desarrolló de forma comercial hasta la década de los años cuarenta del pasado siglo, cuando se superaron los requisitos de seguridad en su empleo. Una de las primeras patentes fue la del español José Alix Martínez en 1918. En la *figura 3* se muestra un esquema de una moderna, donde la válvula giratoria más tradicional se ha sustituido por otro dispositivo regulador de la presión.



Figura 3. Esquema de una olla exprés.

La discusión sobre el fundamento de la olla exprés, que es un claro ejemplo de enfoque de ciencia y tecnología, puede realizarse con los alumnos sobre la base de la información aportada por los fabricantes en folletos de instrucciones o en internet. Por ejemplo, suelen encontrarse consejos de seguridad, para prevenir accidentes, como:

- Seguir las instrucciones del fabricante y hacer un uso adecuado.
- Lavar a menudo la válvula de seguridad para evitar obstrucciones. Comprobar su estado antes de cada uso.
- No llenarla con alimentos o líquidos al máximo de su capacidad para evitar que la válvula se tapone. No superar los dos tercios de su capacidad.
- Siempre introducir un mínimo de líquido, unos 200 mL.
- No ponerla al fuego hasta no cerciorarse de que se ha cerrado correctamente.
- No olvidar bajar el calor a una temperatura media una vez que la válvula haya subido.
- No abrirla jamás hasta que no ha expulsado todo el vapor. Hay que esperar a que baje la válvula.
- No intentar abrirla y enfriarla bajo un chorro de agua fría.
- No usarla si se nota que hay escapes por las juntas o la tapa no cierra herméticamente. Podría quedarse sin líquido en el interior y quemar su contenido.
- Mantenerla en buen estado y con todos sus accesorios (tapa, botones, gomas...). Algunos fabricantes recomiendan cambiar las gomas de las juntas cada uno o dos años, según su utilización.
- No dejarla sin vigilancia mientras esté funcionando.

Todos estos consejos pueden discutirse con los alumnos, por ejemplo, invitándolos a que discutan varios de ellos en distintos grupos, y sirve como introducción a que tanto la cocina como el laboratorio de ciencias no son espacios que haya que temer, pero sí guardar precauciones para prevenir riesgos.

Otro ejemplo recurrente, también del tipo STEM, es la discusión del funcionamiento de la cafetera italiana o cafetera moka, inventada por el italiano Alfonso Bialetti en 1933. Aunque la física de su funcionamiento tiene mayor complejidad⁸, se puede explicar a nivel introductorio indicando que, al calentarla en su uso habitual, la sobrepresión producida por el aire y el vapor de agua que se va formando, sobre el agua introducida en la parte inferior, hace que ascienda, atravesando a alta temperatura (algo más de 100 °C) la zona del café molido (donde se produce un proceso fisicoquímico de extracción de sustancias del café hacia el agua), como se muestra en la *figura 4*. El agua pasa a mayor presión y temperatura que en otros modelos de cafetera, y por eso extrae más proporción de cafeína y otros componentes del café molido. Existen diversas direcciones en internet donde se resume su funcionamiento (<https://bit.ly/2E8HJsn>).

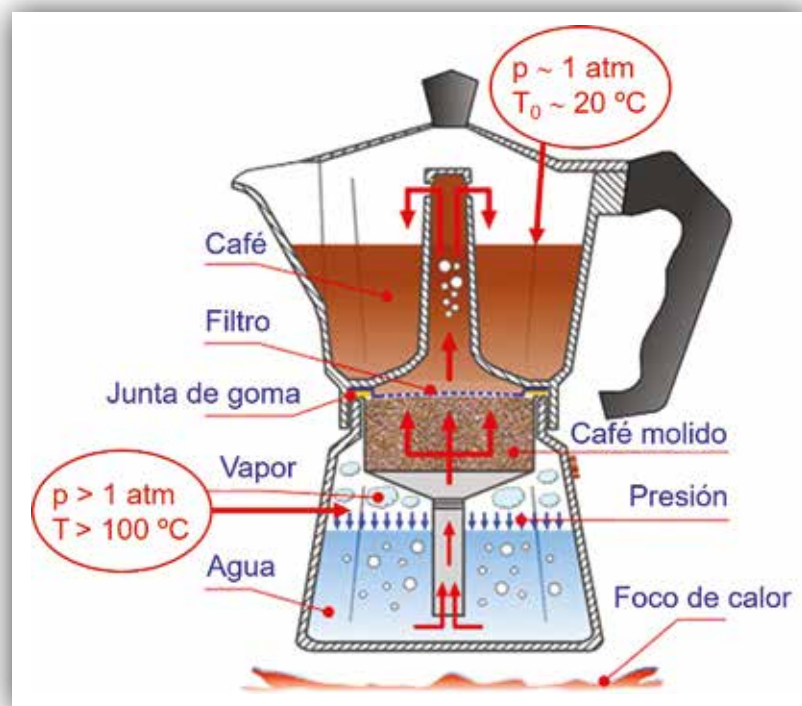


Figura 4. Esquema de una cafetera italiana.

Hace dos décadas, Hesketh publicó un interesante trabajo donde introducía ocho operaciones unitarias de ingeniería química a través de experiencias prácticas y discusión en torno a una cafetera⁹.

Otro ejemplo de potencial interés para los alumnos es indagar por qué condensa el agua en la superficie exterior de un vaso que contiene alguna bebida con hielo, o en los equipos de refrigeración (como aire acondicionado). Es clave para ello discutir sobre el concepto de humedad relativa y el grado de saturación de agua en el aire. Aunque la definición varía con ciertas apreciaciones según la ciencia que lo aborda y el nivel de profundidad (fracción molar de agua en aire, función de la densidad del aire...), se suele entender que la humedad relativa del aire, a una temperatura dada, es la relación entre los moles de vapor de agua presentes en el aire y los del aire saturado, para una misma temperatura y volumen, normalmente multiplicada por cien para expresarla en porcentaje. Así, de forma aproximada, y considerando

⁸ GIANINO, C. (2017). Experimental analysis of the Italian coffee pot «moka». *American Journal of Physics*, 75(1), pp. 43-47.

⁹ HESKETH, R. P. (1996). Wake-up to engineering! *Chemical Engineering Education*, 30, pp. 210-213.

un gas ideal, la humedad relativa del aire se puede expresar como $H.R. = [p(\text{agua})/p_v(\text{agua})] \cdot 100$, donde $p(\text{agua})$ es la presión parcial del agua y $p_v(\text{agua})$ es la presión de vapor de agua a la temperatura dada. Hay que distinguir aquí, como se indicaba anteriormente, entre la presión «de» vapor y la «del» vapor.

Por último, se resalta también el interés pedagógico que puede tener, en estas explicaciones, la discusión sobre el fundamento del juguete o ingenio científico conocido como pájaro bebedor, que se trató también en un trabajo anterior y sobre el que existe amplia bibliografía¹⁰.

CONCLUSIONES

Muchos estudiantes, en las distintas etapas educativas, tienen una comprensión inadecuada o superficial de conceptos fisicoquímicos básicos, como la evaporación o la presión de vapor. Se trata de conceptos que requieren un alto grado de abstracción por ser fenómenos «invisibles»: tienen lugar a nivel molecular, con evidencias poco relevantes a nivel macroscópico. Esa complejidad hace que los alumnos necesiten tiempo para reflexionar y cuestionar sus propias hipótesis (y las de sus compañeros) y concepciones alternativas, para asentar conocimientos.

Para facilitar su aprendizaje, se propone discutir en clase las definiciones aportadas por los propios alumnos e introducir ejemplos de objetos cotidianos, como la olla exprés o la cafetera italiana. No se obtienen resultados absolutamente positivos, pero sí se aprecia una mayor atención e interés por parte de los alumnos.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la ayuda recibida de la Universidad Politécnica de Madrid (proyecto de innovación educativa Chem-Innova), la Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química (proyecto Química, una ciencia muy aplicada) y la Fundación Obra Social «la Caixa» (proyecto Ciencia y tecnología al alcance de todos).

¹⁰ PINTO, G., MARTÍN, M., MARTÍN, M. T. (2017). Enfriamiento del agua en recipientes cerámicos porosos: un recurso para la formación en competencias. En GONZÁLEZ MONTERO DE ESPINOSA, M., BARATAS DÍAZ, A., BRANDI FERNÁNDEZ, A. (eds.), *IV Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*. Madrid: Santillana, pp. 413-422.

¡ELECTRIFÍCATE, SI TE ATREVES!

Fernando Ignacio de Prada Pérez de Azpeitia, José Antonio Martínez Pons

IES Las Lagunas. Avda. Gabriel García Márquez, 1. 28524 Rivas (Madrid)

pradaperez@educa.madrid.org

Palabras clave: bola de plasma, Energy Stick, ley de Planck, jaula de Faraday, conductividad eléctrica.

Keywords: plasma ball, Energy Stick, Planck's law, Faraday cage, electric conductivity.

Resumen

La experiencia muestra que los conceptos relacionados con la electricidad son considerados difíciles y poco atractivos para los estudiantes de ESO y Bachillerato. Mediante sencillos y divertidos experimentos basados en dos juguetes electrónicos (*Energy Stick* y la bola de plasma), es posible electrificarse, literal y didácticamente, para comprobar y comprender propiedades y principios fundamentales de la luz, materia y electricidad.

Los recursos educativos utilizados en este proyecto están relacionados con las metodologías STEM y *ludificación* (gamificación) favoreciendo la asociación entre el aprendizaje y el entretenimiento. De esta forma, los profesores pueden incluirlos en sus clases para enseñar de una manera práctica, atractiva y divertida, siguiendo un proceso de aprendizaje basado en la investigación y el razonamiento.

Abstract

The experience shows that concepts related to electricity are considered difficult and unattractive for pre-university students. By means of simple and fun experiments based on two electronic toys (*Energy Stick* and plasma ball), it is possible to electrified yourself, literally and didactically, to check and understand fundamental principles of the light, matter and electricity.

The educational resources used in this project are related to the STEM and gamification methodologies, favoring the association between learning and entertainment. In this way, teachers can include them in their classes in order to teach in a practical, attractive and amazing way, following a learning process research-based and the reasoning.

INTRODUCCIÓN

El asombro es el deseo del conocimiento (santo Tomás de Aquino).

La electricidad es la forma de energía más utilizada, importante e imprescindible para la mayoría de actividades que realizamos diariamente, pero no siempre es bien comprendida por los estudiantes. Mediante

dos ingenios didácticos o juguetes electrónicos educativos, como son el *Energy Stick* y la bola de plasma, es posible realizar interesantes investigaciones en las que es imprescindible electrificarse para comprobar y comprender principios fundamentales relacionados con la luz, la materia y la energía, de una forma segura a la vez que sorprendente¹.

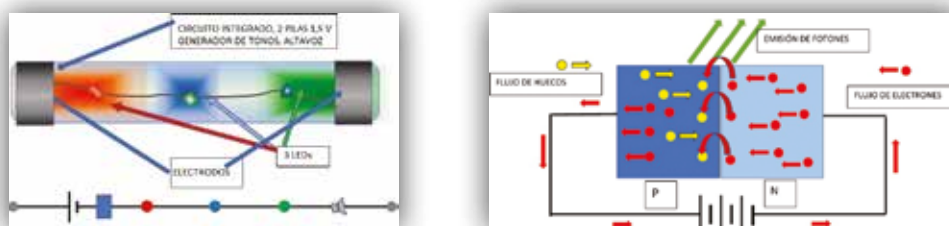
OBJETIVOS

- Comprender principios fundamentales de la luz, materia y electricidad, siguiendo un proceso de aprendizaje basado en la investigación y el razonamiento lógico, mediante sencillos y sorprendentes experimentos.
- Aumentar el interés del alumnado por la Ciencia y generar vocaciones científicas desde tempranas edades.
- Proporcionar un recurso didáctico para el profesorado con el fin de que los estudiantes comprendan mejor fenómenos relacionados con la electricidad de una manera atractiva, lúdica e instructiva.

MATERIALES

Los dos materiales fundamentales empleados son el *Energy Stick* (tubo de conductividad eléctrica) y la bola de plasma: sencillos, económicos y fácilmente adquiribles en jugueterías didácticas (Eurekakids, Dideco, Juguetrónica, etc.)

- El *Energy Stick* (figura 1) está formado por un tubo de plástico transparente con sus extremos plateados (electrodos metálicos) que contiene un circuito integrado tan sensible que detecta una intensidad muy baja de electricidad, dos pilas de botón LR41 de 1,5V (no recambiables), un generador de tonos, un transductor piezoeléctrico de sonido (altavoz) y tres leds parpadeantes (verde, azul y rojo). Se utiliza para medir, de forma cualitativa y divertida, la conductividad eléctrica de los cuerpos y materiales. Si agarramos con las manos los dos electrodos, la humedad de nuestra piel cierra el circuito, activándose el emisor de zumbidos y la luz oscilante de los tres leds.



Figuras 1 y 2. Partes del *Energy Stick* y estructura de un led.

Un led, acrónimo de *light emitting diode*, es un diodo emisor de luz monocromática. Está formado por un material semiconductor que al ser atravesado por una pequeña corriente eléctrica emite luz de un color determinado y sin producir calor. El led consta de dos partes: la N (negativa), donde los portadores de carga son electrones, y la P (positiva), donde los portadores de carga son huecos electrónicos (figura 2). Cuando un electrón adquiere suficiente energía para saltar y llenar un hueco, el exceso de energía se emite en forma de radiación electromagnética, visible o infrarroja. La luz emitida por un led tiene una frecuencia concreta, que depende del material con el que se ha fabricado. Así, los de color verde, contienen indio, galio y nitrógeno (InGaN), los de color azul, silicio y carbono (SiC) y los que emiten ultravioleta, galio y nitrógeno (GaN).

¹ LINCOLN, J. (2018). Plasma globe revisited. *The Physics Teacher*, 56(1), pp.62-64.



Figuras 3 y 4. Modelos de bolas de plasma. Esquema de los componentes.

- La bola de plasma (figura 3) consiste en una esfera de vidrio llena de una mezcla de gases nobles. La mezcla y su proporción son secretos del fabricante, pero las habituales suelen contener neón, argón y xenón. Para que se produzca la suficiente ionización del gas y se forme el plasma, es necesario que se encuentren a presión reducida, entre 10^{-2} y 10^{-3} atm. El interior contiene una bobina Tesla (transformador) capaz de generar una corriente alterna de alta frecuencia (sobre 30.000 Hz) y alto voltaje (~ 3.000 V) que se transmite a través del electrodo central. El modelo denominado Blueray, funciona de forma semejante, pero está recubierta internamente por una sustancia luminiscente responsable de la luz azulada emitida por la superficie de la esfera.

El campo eléctrico generado en el interior de la bola de plasma es tan intenso que arranca electrones de los átomos (ionización). Los electrones liberados sufren colisiones que liberan más electrones de otros átomos, y se produce el efecto cascada por impacto². Cuando los electrones son capturados por otros átomos y retornan a su estado inicial, emiten la energía absorbida en forma de luz, continuando la trayectoria del rayo creado por los primeros electrones, hasta llegar al vidrio donde el potencial eléctrico es menor (figura 4). A causa de las colisiones, se produce un aumento de temperatura del gas y una disminución de su densidad. Como consecuencia de la diferencia de temperatura entre zonas, se produce una transmisión de calor por convección y, como resultado, la trayectoria de los rayos se curva hacia arriba.

Al tocar con un dedo la esfera es seguro porque el vidrio actúa como un dieléctrico, se incrementa la diferencia de potencial respecto al electrodo central, lo que origina que los electrones se aceleren más y se cree una corriente más intensa dirigida hacia el dedo.

INVESTIGACIONES

A continuación, se muestran las principales investigaciones realizadas en el proyecto.

¿NUESTRO CUERPO CONDUCE LA CORRIENTE?

Para comprobar si el cuerpo de una persona puede conducir la electricidad, de una forma segura y divertida, utilizamos el *Energy Stick* y formamos un circuito eléctrico con nuestro propio cuerpo, y el de muchas otras personas.

Sujeta el *Energy Stick*, tocando cada uno de sus extremos de color plateado (aluminio) con una mano. ¿Qué percibes?, ¿cómo se explica?

² WOLF, L. K. (2008) What's that stuff? Plasma Globes. *Chemical and Engineering News*, 86(43), p. 40.

Cuando sujetamos con ambas manos el *Energy Stick* (figura 5), estamos cerrando un circuito eléctrico. El aparato envía una microcorriente por todo nuestro cuerpo, que es amplificada por el circuito interior, y que activa los 3 leds de colores y el altavoz de zumbidos. Al estar por debajo del umbral de sensibilidad (0,5 mA), la corriente que circula no produce ningún tipo de sensación. La piel, aunque esté aparentemente seca, contiene agua y sales minerales que permiten la circulación de los electrones.



Figuras 5 y 6. Comprobación de la conductividad del cuerpo con el *Energy Stick*.

Forma un circuito humano con varios de tus compañeros, uniéndote a través de los dedos o manos, de manera que el *Energy Stick* forme parte del circuito. ¿Puede pasar la corriente eléctrica de un cuerpo a otro?, ¿qué ocurre si una de las personas que forman el circuito separa los dedos del compañero más próximo?

Igualmente, se comprueba que la corriente fluye a través del circuito formado por varias personas siempre que esté cerrado. Pero, si hay una rotura en cualquier parte del circuito, la electricidad no puede circular. Por esta razón, si se suelta una de las manos, el circuito se abre y se interrumpe el paso de la corriente, como se comprueba al no encenderse los leds ni producirse sonido. Puede darse el caso que, si uno de los participantes tiene la piel muy seca, actúe como un mal conductor. En este caso, el circuito no se cierra ni se encienden los leds.

Únete con tus compañeros, en vez de a través de los dedos, tocando la punta de la nariz del compañero, las orejas o el pelo de la cabeza. ¿Sucede lo mismo?

De forma cualitativa, es posible comprobar que no en todas las zonas del cuerpo la intensidad de la señal es la misma, ya que no tienen la misma resistencia eléctrica. Se comprueba que la corriente eléctrica circula a través de los cuerpos unidos por la nariz o las orejas (figura 6). Sin embargo, si nos unimos tocando el pelo, las uñas o la ropa, no se encienden los leds. Las sustancias que forman estas zonas no aportan electrolitos ni su estructura tiene las características que permitan la movilidad de los electrones.

¿QUÉ MATERIALES SON BUENOS CONDUCTORES?

Una de las ventajas del *Energy Stick* es que permite comprobar, de forma cualitativa, una propiedad fundamental de la materia: la conductividad eléctrica, con la ventaja de que son los propios alumnos los que forman parte del circuito eléctrico, aumentando el grado de implicación e interés. Esta investigación permite relacionar una propiedad de las sustancias con el tipo de enlace químico (iónico, covalente, metálico) que une sus átomos o iones.

Forma un circuito humano con varios de tus compañeros, uniéndote a través de los dedos o manos, de manera que el *Energy Stick* esté dentro del circuito. Intercala entre dos de las personas que forman el circuito eléctrico una regla de madera. ¿Se encienden los leds?, ¿se activa el sonido?

Repita el procedimiento intercalando diferentes materiales y objetos: regla de aluminio, regla de plástico o de papel, mina de grafito, mineral de cloruro de sodio y disolución de cloruro de sodio, mineral de sulfato de cobre, etc. ¿Qué materiales son buenos conductores?

Los materiales metálicos (y algunos covalentes, como el grafito) son buenos conductores de la corriente, debido a que su estructura facilita la circulación de electrones. Sin embargo, los objetos de plástico, de papel o madera, no la permiten, por ello se dice que son malos conductores.



Figuras 7 y 8. Comprobación de la conductividad eléctrica (calabaza y líquido).

Las sustancias químicas con enlace iónico, como el cloruro de sodio y el sulfato de cobre, no conducen la electricidad en estado sólido, debido a las posiciones fijas de los iones en la red cristalina. Pero sí lo hacen cuando se encuentran fundidos, o en disolución, ya que en este caso los iones se pueden mover libremente, lo que permite la circulación de las cargas eléctricas.

Clava dos tenedores metálicos en una fruta grande (melón, sandía, calabaza). Un estudiante sujeta con una mano un tenedor y con la otra el *Energy Stick*. Otro estudiante hace lo mismo con el otro tenedor. ¿Qué observas?, ¿cómo se explica?

Se observa que, al cerrar el circuito y agarrar los dos tenedores (*figura 7*), se encienden los leds. Frutas como la sandía, el melón y la calabaza contienen un elevado porcentaje de agua; más del 90%. Además, incluyen sales minerales de magnesio, potasio, calcio, sodio, etc. Debido al agua y a los electrolitos presentes en el interior de la fruta, los electrones pueden circular libremente. Como resultado, los tenedores metálicos clavados conducen la corriente eléctrica a través del interior de la fruta.

Llena un recipiente ancho, o un cristizador, con agua destilada. Dos estudiantes introducen un dedo cada uno dentro del agua destilada, sin tocarse entre ellos, y se unen con la otra mano a través del *Energy Stick* cerrando el circuito eléctrico. ¿Qué sucede?, ¿el agua destilada conduce la electricidad?

A pesar de la idea extendida de que el agua destilada no conduce la electricidad, este experimento demuestra lo contrario. El agua pura es un electrolito muy débil, por lo que se encuentra dissociada en iones con carga eléctrica positiva y negativa ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$). La constante de disociación del agua a $25\text{ }^\circ\text{C}$ es $K_w = 10^{-14} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$, como la concentración del agua pura es de $55,5\text{ M}$ y la $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$, significa que solo una de cada 555 millones de moléculas de agua está dissociada. Gracias a la alta sensibilidad del *Energy Stick*, se comprueba que el agua destilada conduce la corriente (*figura 8*). Fenómeno que no es posible verificar con otros instrumentos menos sensibles utilizados tradicionalmente en los laboratorios escolares para detectar cualitativamente la conductividad eléctrica de los materiales.

Repite el experimento, pero cambiando el agua por aceite mineral cosmético o aceite vegetal. ¿Sucede lo mismo que con el agua?, ¿por qué?

El aceite mineral es un aceite transparente, incoloro, que se obtiene de la destilación fraccionada del petróleo. Al cerrar el circuito a través del aceite no se encienden los leds del *Energy Stick*, lo que indica que la electricidad no fluye a través de este líquido. El aceite tiene una conductividad eléctrica muy baja. Los hidrocarburos que componen el aceite mineral están formados por moléculas que no se disocian en iones.



Figura 9. Montaje individual para medir conductividades.

Para realizar estas experiencias se necesitan dos personas, como mínimo, unidas al *Energy Stick*. Sin embargo, es posible efectuarlas de forma individual. Para ello se conectan dos pinzas metálicas (*cocodrilos*) en los extremos de aluminio del cilindro, que se unen por el otro extremo a dos cables con sus terminales correspondientes (*figura 9*). De esta manera, es posible analizar la conductividad de sólidos y líquidos sin más que poner en contacto la sustancia con las pinzas de los cables. Estas investigaciones son aplicables, tanto en el aula como en el laboratorio, en niveles de ESO y de Bachillerato, con la finalidad de relacionar las propiedades físicas de las sustancias químicas con su estructura y para identificar el tipo de enlace a partir de la conductividad eléctrica.

¿DE QUÉ DEPENDE LA ENERGÍA DE UNA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA?

Con la bola de plasma y el *Energy Stick* es posible comprobar experimentalmente una de las leyes más importantes de la física: la ley de Planck.

Desde aproximadamente un metro de distancia de la bola de plasma, ve aproximando lentamente el *Energy Stick*, por cualquiera de sus dos extremos. ¿Se encienden los 3 leds de colores (rojo, azul y verde), ¿lo hacen simultáneamente?

Al ir acercando el *Energy Stick* a la bola de plasma (*figura 10*), debido al campo electromagnético que origina, se empiezan a iluminar los leds de colores a partir de una distancia. Sin embargo, no se encienden

a la vez. Ya sea acercándolo por un extremo o por el otro, y en cualquier dirección alrededor de la bola (ya que el campo es radial), se puede comprobar que se encienden siguiendo un orden determinado: primero el rojo, a continuación el verde y finalmente el azul (figura 11).

Este experimento permite comprender el significado de la ley de Planck (la energía de una radiación electromagnética es directamente proporcional a su frecuencia) y el efecto fotoeléctrico (no es el brillo o la intensidad de la luz, lo que determina su energía, sino su frecuencia)³.

$$\text{Energía} = h \text{ (cte de Planck)} \cdot \text{frecuencia} = h \cdot c / \lambda$$



Figuras 10 y 11. Comprobación de la ley de Planck.

Color	Longitud de onda (nm)	Frecuencia (THz)	Energía/fotón (J·10-19)
ROJO	620 - 750	400 - 484	2,65 - 3,21
VERDE	495 - 570	526 - 606	3,49 - 4,02
AZUL	450 - 475	631 - 668	4,18 - 4,43

Tabla 1. Frecuencia, longitud de onda y energía de los colores rojo, verde y azul.

Según se aproximan los leds al campo eléctrico generado por la bola, como indica la ley de Planck, se van encendiendo en orden creciente de energía. El led rojo es el primero en iluminarse, porque al ser la radiación de menor frecuencia necesita menos energía. A continuación, lo hace el led verde y, finalmente, el led azul, el de mayor frecuencia, debido a que es el que necesita mayor energía para hacerlo (tabla 1).

¿ES POSIBLE ILUMINAR UN TUBO DE DESCARGA DE GASES SIN CONECTARLO A UN GENERADOR DE CORRIENTE?

La bola de plasma hace posible iluminar tubos de descarga de gases a cierta distancia.

Acerca un tubo de descarga de gas a la bola de plasma. ¿Qué ocurre?, ¿cómo se explica? Prueba con tubos de gases diferentes. ¿Observas alguna diferencia?, ¿emiten el mismo tipo de luz?

Los tubos de descarga son tubos de vidrio provistos de dos electrodos que contienen un gas sometido a baja presión (figura 12). Aunque los gases en condiciones normales son malos conductores de la electricidad, cuando se someten a altos voltajes y bajas presiones, conducen la corriente y producen luz de diferente color, según sea el gas encerrado.

³ LINCOLN, J. (2015). Fun and engaging activities using the Energy Stick. Arbor Scientific [en línea], disponible en: <https://youtu.be/RYm3soCD9Jg> [consultado el 03/07/2018].



Figura 12. Esquema del interior de un tubo de descarga de gases.

Al aproximar un tubo de descarga a la bola de plasma, incluso sin llegar a tocarla, se observa que su interior se ilumina, emitiendo una luz de un color determinado (figura 13) sin necesidad de utilizar una bobina de Ruhmkorff. Este efecto luminoso se debe a que el campo eléctrico creado por la bola de plasma, ioniza los átomos del gas contenidos en el tubo de descarga, de forma que emiten electrones. Al regresar a su estado inicial, emiten la energía que habían absorbido en forma de radiación electromagnética luminosa. Los iones alcanzan grandes velocidades y chocan contra otras moléculas de gas, desprendiendo electrones y produciendo su ionización; como resultado, se produce un efecto en cascada y la luminosidad se extiende a lo largo de todo el tubo⁴.

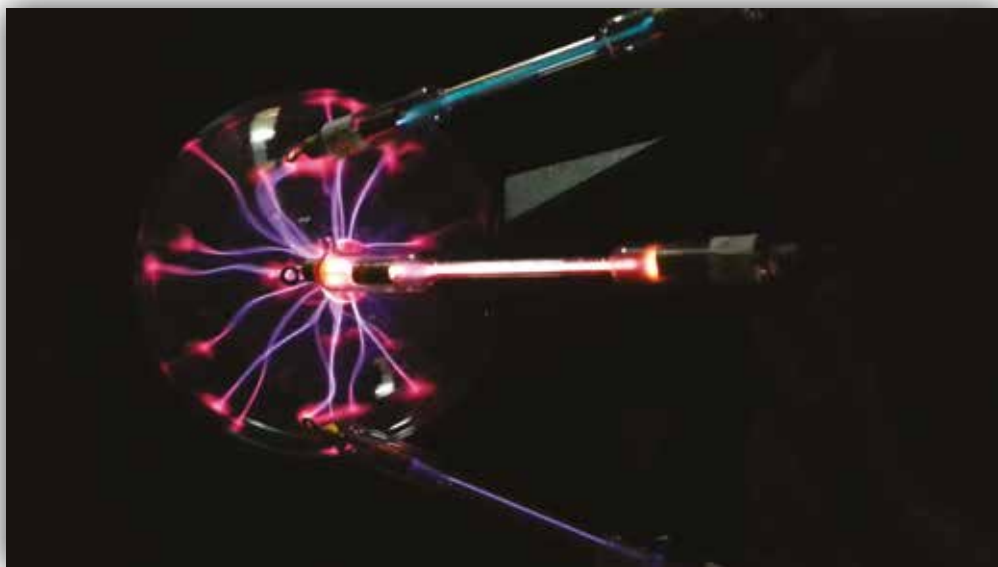


Figura 13. Tubos de descarga de gases iluminados por la bola de plasma.

Cada tubo de gas analizado contiene átomos distintos, con electrones en orbitales de diferente energía; como resultado, los saltos electrónicos emiten radiación con distinta energía y, por tanto, de diferente frecuencia, lo que se traduce en colores específicos para cada tubo de descarga. Por ejemplo, los tubos de neón emiten luz rojiza, los de mercurio, luz azulada y los de nitrógeno, luz violeta. El análisis del espectro de emisión de gases es una técnica utilizada para identificar elementos químicos.

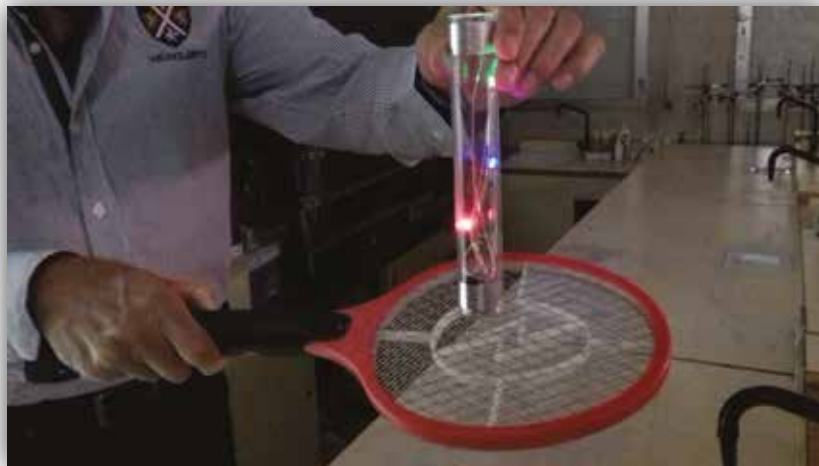
¿SE PUEDE ENCENDER UNA BOMBILLA SIN ESTAR CONECTADA?

La bola de plasma crea un campo electromagnético a su alrededor que puede llegar a iluminar diferentes dispositivos luminosos, como tubos fluorescentes y leds de colores.

⁴ GUIBERT, N. (1999). Deconstructing a plasma globe. *The Physics Teacher*, 37(1), pp. 11-13.

Enciende la bola de plasma y aproxima un tubo fluorescente (tubo largo o de color en espiral) a la esfera de vidrio. ¿Qué observas y cómo se explica?

El campo eléctrico generado es detectable a cortas distancias (*figura 14*), por el efecto que produce al iluminar tubos fluorescentes, donde el campo es mayor. Es una luz que se observa mucho mejor en la oscuridad. Este tipo de bombillas contienen gas mercurio ionizado a baja presión. Cuando los electrones son captados por los átomos de mercurio, liberan el exceso de energía en forma de luz ultravioleta, que al incidir sobre la pintura fosforescente, que recubre el tubo internamente, la transforma en luz blanca. De la composición de la sustancia que lo baña dependerán las cualidades cromáticas del tubo.



Figuras 14 y 15. Comprobación de la presencia del campo eléctrico.

Investiga si el campo eléctrico creado varía con la distancia y si tiene simetría radial. Para ello rodea a la bola con el *Energy Stick*, o con un destornillador comprobador de tensión que lleva una pequeña lámpara de neón, en distintas distancias y direcciones.

El efecto luminoso disminuye al aumentar la distancia, lo que indica una relación cualitativa: el campo es inversamente proporcional a la distancia. Además, se encienden a la misma distancia en cualquier dirección por la que lo acercamos, indicando que el campo eléctrico es radial.

Toca la bola de plasma con el dedo de una mano, y con la otra mano sujeta el *Energy Stick*, alejándola lo más posible de la lámpara. ¿Se encienden los leds?

Al tocar con un dedo el globo de vidrio, la corriente eléctrica se propaga por nuestro cuerpo y llega hasta la otra mano situada en el extremo opuesto del cuerpo, encendiendo los leds.

Si ahora utilizas una raqueta eléctrica antimosquitos, en vez de la bola de plasma, ¿qué ocurre si acercas el *Energy Stick*?

La raqueta eléctrica también produce un campo electromagnético detectable al aproximar el cilindro a la raqueta, incluso sin llegar a tocarla, y activarse los sensores de luz y sonido (*figura 15*).

Coloca una moneda o papel de aluminio sobre la esfera y acerca un dedo. ¿Qué adviertes?

Se produce una pequeña chispa entre la moneda y el dedo, que puede causar una microquemadura superficial. El elevado voltaje creado por el generador polariza el material conductor colocado sobre la superficie, que actúa como un condensador; lo que explica que salte la chispa.

¿CÓMO ACTÚA UNA JAULA DE FARADAY?

Los equipos electrónicos y cables de antenas se protegen de las interferencias externas, recubriéndose de una capa conductora que actúa como jaula de Faraday. Con la bola de plasma y el *Energy Stick*, se investiga el efecto que produce un muelle metálico (tipo *Slinky*), sobre el campo electromagnético creado por el generador Tesla.

Coloca verticalmente, a unos 10 cm de la bola de plasma, el *Energy Stick* de forma que se ilumine. A continuación, desliza el muelle metálico sobre el tubo cilíndrico, como si estuviese dentro de una jaula. ¿Qué observas?

Cuando el *Energy Stick* se encuentra cerca de la bola de plasma, los leds se iluminan (*figura 16*). Al introducirlo dentro del muelle, se observa que los tres leds dejan de emitir luz (*figura 17*). El campo eléctrico exterior creado por la bola produce una redistribución de las cargas eléctricas en el metal de modo que dentro del espacio encerrado por el muelle se genera un campo eléctrico de igual intensidad y sentido contrario que el campo externo, anulándose el campo en el interior del muelle, que actúa como una jaula de Faraday.



Figuras 16 y 17. Comprobación del efecto jaula de Faraday con un muelle metálico.

Si utilizamos un muelle de plástico en vez de uno metálico, se puede comprobar que no se anula el campo magnético creado por la bola de plasma, ya que los leds del tubo no se ven afectados por este tipo de muelles y no dejan de iluminar.

CONCLUSIONES

El *Energy Stick* y la bola de plasma son dos instrumentos relacionados con la metodología STEM que no deberían faltar en ningún centro escolar, porque favorecen la asociación entre el aprendizaje, la investigación, el razonamiento y el entretenimiento (*gamificación*).

Ambos ingenios hacen posible realizar, tanto en clase como en el laboratorio, experiencias sobre la electricidad y los campos eléctricos de una forma sencilla, segura, atractiva y participativa, consiguiendo mejorar la comprensión de fenómenos eléctricos relacionados con la física y la química en todos los niveles.

Asimismo, son susceptibles de utilizarse como un interesante recurso en ferias de divulgación científica, donde se ha podido comprobar el interés que generan en todo tipo de público, incluido el docente.

PRESENTACIÓN DE MATERIALES DOCENTES DE FÍSICA PARA LA ASIGNATURA CULTURA CIENTÍFICA

Verónica Tricio Gómez, Ramón Vilorio Raymundo, Virginia Escudero Herrero

*Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos
Plaza Misael Bañuelos, s/n. 09001 Burgos
vtricio@ubu.es*

Palabras clave: alfabetización científica, material didáctico, aprendizaje activo, Cultura Científica, Educación Secundaria.

Keywords: scientific literacy, teaching materials, active learning, Scientific Culture, Secondary Education.

Resumen

Se presentan algunos de los materiales docentes que se han diseñado y preparado para Cultura Científica (CC), asignatura que aborda una extensa temática y clasifica sus conceptos en varios bloques, en los dos niveles formativos de enseñanza secundaria en los que se imparte. Los materiales preparados se acoplan con la pretensión de CC de alfabetizar científicamente a los alumnos, tratando diversas ramas científicas y temas que frecuentemente divulgan los medios de comunicación. Los recursos que se han elaborado son de carácter multidisciplinar; favorecen el aprendizaje activo de los alumnos y pueden ser utilizados por el docente en el aula.

Abstract

In this work, some resources and teaching materials that have been designed and prepared for Scientific Culture (SC) are presented. Scientific Culture is a subject that deals with an extensive matter and classifies its concepts in several blocks, in the two levels of secondary education in which it is taught. The prepared materials have been designed with the purpose of teaching students to achieve a scientific literacy and knowledge, dealing with various branches and scientific topics that are frequently reported by the media. The resources that have been elaborated are multidisciplinary, stimulate the active learning of the students and can be directly used by the teacher in the classroom.

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de una década, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad general y un derecho de todos los ciudadanos, y no solo como algo deseable y conveniente (Cañal, 2004)¹. En la

¹ CAÑAL, P. (2004). La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *Cultura y educación*, 16(3), pp. 245-257.

Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la Unesco, se declaraba: «Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico». (Declaración de Budapest, 1999)².

En el año 2006, el Parlamento Europeo redactó la Recomendación del Parlamento y del Consejo Europeo, de 18 de diciembre, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (2006/962/CE)³ estableciendo 8 competencias claves en educación, una de ellas la denominada competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología. «Las competencias científica y tecnológica entrañan la comprensión de los cambios causados por la actividad humana y la responsabilidad de cada individuo como ciudadano». Se pretende formar a la ciudadanía para que sea capaz de desenvolverse en un contexto donde el rápido avance científico y tecnológico provoca grandes cambios globales⁴. En las sociedades democráticas actuales, la alfabetización científica debe permitir a los ciudadanos participar en los procesos de toma de decisiones razonadas y basadas en la educación.

Con la reforma educativa de la Lomce, en España recientemente se ha creado la asignatura Cultura Científica, que ha empezado a impartirse en el curso 2015/2016. Esta asignatura pretende alfabetizar científicamente a los alumnos, tratando diversas ramas científicas y temas que los alumnos pueden encontrarse frecuentemente en la prensa o en su día a día. Los futuros ciudadanos entenderán mejor el mundo que los rodea, podrán ser partícipes de los debates sociales relacionados con temas científicos e involucrarse en la toma de decisiones. Los contenidos de la asignatura se agrupan en diferentes bloques, por relación de contenidos. Los aspectos que debe desarrollar la asignatura son, entre otros: el método científico (bloque 1); el origen del universo y de la vida, la formación de la Tierra y las teorías evolucionistas así como nuestro lugar en la escala biológica (bloque 2); las fuentes de energía como recursos limitados, las energías renovables y no renovables, el cambio climático y los impactos ambientales o el problema del crecimiento ilimitado en un planeta limitado (bloque 3, 4.º de ESO); internet y sus ventajas e inconvenientes, la arquitectura del ordenador, software, las TIC, microprocesadores o las redes sociales (bloque 5, 1.º de Bachillerato).

Destacamos algunas reflexiones y resultados, aportados en la enseñanza de las ciencias por distintos autores:

- La formación del profesorado es un aspecto clave para poder desarrollar una enseñanza de las ciencias de calidad (Acevedo, 2010)⁵.
- El cambio experimentado en el procedimiento de la enseñanza de las ciencias conlleva una actitud más dinámica por parte del alumno en el aula y una educación más activa, incrementando así el grado de comprensión y veracidad de los resultados científicos, lo que tiene una importancia fundamental para la alfabetización científica⁶.

² UNESCO. Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Adoptada por la Conferencia Mundial sobre la Ciencia el 1 de julio de 1999, Budapest, Hungría (1999).

³ Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente OJ L 394, 30.12.2006, pp. 10-18. The European Parliament (2006). Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006. Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:32006H0962>.

⁴ DÍAZ, I., y GARCIA, M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización: La adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación universitaria*, 4(2), pp. 3-14.

⁵ ACEVEDO DÍAZ, J. A. (2010). Formación del profesorado de Ciencias y Enseñanza de la naturaleza de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3).

⁶ MARTÍN CASTRO, B y VACAS RODRIGUEZ, A. M. (2013). El diseño de pequeñas investigaciones como metodología didáctica de las ciencias. *Actas del II Congreso de Docentes de Ciencias: Jornadas sobre investigación y didáctica en ESO y Bachillerato*, pp. 101-110.

- Dentro de este cambio procedimental, conviene emplear situaciones de la vida real para diseñar a partir de ahí las actividades, porque, como cita Belén Fernández Sánchez (2012), diversos autores (Duggan y Gott⁷, 2002; Jiménez, Sánchez y De Manuel⁸, 2001) coinciden en señalar que la desconexión entre los contenidos que se abordan en el aula y lo que se observa en la vida diaria es uno de los problemas que impiden la adecuada alfabetización científica por parte del alumnado. Por la falta de asociación señalada anteriormente, los alumnos no aplican en su día a día lo que el docente les intenta transmitir en el aula y, por tanto, la ciencia carece de relevancia para muchos de ellos⁹.

Teniendo en cuenta lo descrito en los párrafos anteriores y atendiendo al currículo que recoge la normativa que regula la asignatura Cultura Científica (CC) en la autonomía de Castilla y León (España), se presentan algunos materiales docentes que se han diseñado para poder ser ensamblados durante la didáctica de esta nueva asignatura, con la pretensión esencial de favorecer la alfabetización científica de los alumnos. Son materiales y recursos docentes de carácter multidisciplinar, con los que abordar diversas ramas científicas y temáticas relacionadas con la Física, que los alumnos pueden encontrarse frecuentemente en los medios de comunicación o en su día a día.

CULTURA CIENTÍFICA. UNA ASIGNATURA DE RECIENTE CREACIÓN

Cultura Científica es una asignatura del programa educativo español desde el curso 2015/2016. Se trata de una asignatura que se ofrece como asignatura específica en los cursos 4.º de ESO y 1.º de Bachillerato y que, por tanto, los alumnos pueden elegir entre un abanico de varias.

Es una asignatura reciente en España, que se ha creado con la reforma educativa Lomce, con contenidos similares a la asignatura precedente, Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) y algunas diferencias con esta última. Una de las diferencias entre ambas radica en que la nueva asignatura tiene carácter de materia específica y, por tanto, los alumnos pueden escogerla o no entre varias opciones, mientras que la asignatura CMC era de carácter obligatorio para todo el alumnado de 1.º de Bachillerato. Además, Cultura Científica se imparte en dos cursos, 4.º de ESO y 1.º de Bachillerato, mientras que Ciencias para el Mundo Contemporáneo se cursaba únicamente en 1.º de Bachillerato.

En el texto descriptivo de la asignatura Cultura Científica publicado en el BOCYL se justifica la existencia de dicha materia haciendo referencia a, entre otras cosas, cómo la ciencia y la tecnología han dejado de ser patrimonio del conocimiento exclusivo de científicos y forman parte de nuestra cultura general. Su rápido desarrollo en las últimas décadas ha generado gran número de aplicaciones que impregnan nuestra vida cotidiana.

CC aborda una extensa temática y clasifica sus conceptos en varios bloques, en los dos niveles formativos en los que se imparte, como se muestra en la *tabla 1*.

⁷ DUGGAN, S. y GOTT, R. (2002). What sort of science education do we really need? *International Journal of Science Education*, 24(7), pp. 661-679.

⁸ JIMENEZ LISO, R.; SÁNCHEZ GUADIX, A. y DE MANUEL, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*, 28, pp. 53-62.

⁹ DELGADO IGLESIAS, J. (2013). La divulgación de la Geología como recurso didáctico para la enseñanza de la Geología: Geolodía 2011 en Valladolid. *Actas del II Congreso de Docentes de Ciencias: Jornadas sobre investigación y didáctica en ESO y Bachillerato*, pp. 179-185.

Tabla 1. La asignatura Cultura Científica por bloques		
4.º ESO	Bloque 1	Procedimientos de trabajo
	Bloque 2	El universo
	Bloque 3	Avances tecnológicos y su impacto ambiental
	Bloque 4	Calidad de vida
	Bloque 5	Nuevos materiales
1.º BACHILLERATO	Bloque 1	Procedimientos de trabajo
	Bloque 2	La Tierra y la vida
	Bloque 3	Avances en biomedicina
	Bloque 4	La revolución genética
	Bloque 5	Nuevas tecnologías en comunicación e información

En este nuevo contexto, se hace necesario diseñar y elaborar nuevos materiales docentes para los contenidos de CC y adaptados a los niveles educativos. En este trabajo se presenta una selección de los que hemos preparado, correspondientes en la *tabla 1* a los bloques 1, 2 y 3 de 4.º de ESO y a los bloques 1 y 5 de 1.º de Bachillerato. Se han diseñado teniendo en consideración el currículo de *Cultura Científica* en la Comunidad de Castilla y León en estos dos niveles educativos (ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, para ESO, y ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, para Bachillerato).

Estos materiales son de elaboración propia, hechos a partir de extractos que se han encontrado en los libros de texto específicos para esta materia y en recursos digitales en la red. Con ellos se busca alcanzar los objetivos de que los alumnos entiendan mejor el mundo que los rodea, puedan ser partícipes de los debates sociales relacionados con la ciencia y, además, sepan involucrarse en la toma de decisiones. Se han trabajado pensando en la ciencia actual y su evolución, sus beneficios y sus impactos. Están relacionados con diferentes disciplinas científicas como la astronomía, la física y la tecnología, asociadas a los cinco bloques de la asignatura CC anteriormente mencionados.

RECURSOS PREPARADOS

El conjunto de materiales docentes se ha agrupado en cinco recursos. En la *tabla 2* se muestran los sugerentes títulos que les hemos dado, tres para 4.º de la ESO y dos para 1.º de Bachillerato. Si bien son de carácter multidisciplinar, se hace énfasis en conceptos y aspectos físicos relacionados. Están planteados para ser desarrollados con una variada metodología didáctica utilizando, entre otros métodos, análisis de textos científicos, prácticas de laboratorio, presentaciones en PowerPoint, lluvia de ideas, mapas conceptuales, vídeos científicos y laboratorios virtuales. Estos recursos, además de favorecer el aprendizaje activo de los alumnos, pueden ser utilizados por el docente en el aula.

Tabla 2. Recursos didácticos		
TÍTULO	CURSO	BLOQUE
El led azul, la pieza del puzle que faltaba	4.º ESO	1
Somos polvo de estrellas	4.º ESO	2
Casa de bajo consumo	4.º ESO	3
Y el premio es para...	1.º BACHILLERATO	1
Satélites para encontrar el camino	1.º BACHILLERATO	5

Se han diseñado con una misma estructura y todos incorporan los siguientes apartados: justificación, objetivos didácticos, competencias que se trabajan, materiales docentes, duración, y tareas y actividades. A continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

EL LED AZUL, LA PIEZA DEL PUZLE QUE FALTABA

En este recurso se pretende que los alumnos descubran que la ciencia nos rodea continuamente y que tomen conciencia de cómo el conocimiento científico se construye sobre la base de conocimientos previos y cómo la investigación científica permite mejoras en nuestro modo de vida. De esta manera podrán analizar el papel que la investigación científica tiene como motor de nuestra sociedad y su importancia a lo largo de la historia. Para ello, se aprovecha la evolución del descubrimiento del led azul. La temática seleccionada en este recurso didáctico ha sido merecedora del Premio Nobel de Física en 2014, la invención del led azul, que hizo posible el empleo de la iluminación eficiente led que nos es común hoy en día.

Con este recurso didáctico se pretende que los alumnos alcancen el estándar de aprendizaje 2.2 del bloque I que establece la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, que regula la asignatura Cultura Científica en Castilla y León.

Para uso del docente, el material elaborado es un PPT para la presentación en el aula (la figura 1.a, corresponde con tres de las diapositivas). El material elaborado para los alumnos es un cuestionario (figura 1.b) y la solución a las preguntas del mismo.



Figura 1.a. Diapositivas de *El led azul, la pieza del puzle que faltaba*.

Sobre la base de la presentación del docente, responde las siguientes preguntas:

- El conocimiento científico se construye sobre la base de conocimientos previos. Cita algún conocimiento previo empleado por los inventores del led azul para lograr su descubrimiento.
- ¿Por qué crees que el Premio Nobel de Física fue otorgado a los inventores del led azul y no al inventor del led rojo?
- ¿Cuál es el funcionamiento físico de los led?
- ¿Qué es lo que hace que un led emita luz roja o azul?
- Enuncia qué material fue empleado por los ganadores del Premio Nobel que no se hubiera empleado anteriormente con éxito.
- Indaga por qué no se pudo emitir luz blanca mediante luminarias led hasta que no se inventó el led azul.
- Enumera alguna ventaja de la aplicación de luminarias led en la iluminación doméstica.
- ¿Qué porcentaje del gasto en electricidad mundial se emplea para la iluminación? ¿Hasta qué porcentaje podría reducirse este gasto energético en iluminación con el empleo de luminarias led?

Figura 1.b. Cuestionario para los alumnos.

SOMOS POLVO DE ESTRELLAS

Este recurso se justifica en que todo a nuestro alrededor está formado por los diferentes elementos químicos conocidos y recogidos en la tabla periódica, incluso los seres humanos. Pero ¿de dónde provienen los elementos químicos? Podríamos decir que su fabricación tiene lugar en las estrellas, y por eso se atribuye al astrónomo Carl Sagan la frase *somos polvo de estrellas*. Con la elaboración de este recurso didáctico se pretende dar a conocer las diferentes fases de evolución de las estrellas y relacionarlas con la génesis de los elementos, así como saber ubicar el Sol en la fase evolutiva en la que se encuentra. Conocer las fases de la evolución estelar y en cuál de ellas se encuentra el Sol está recogido como el estándar de aprendizaje evaluable 5.1 del bloque 2 de la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo. En este recurso didáctico se trabaja para que los alumnos alcancen estos conocimientos.

El material para el docente consta de una presentación en PowerPoint de elaboración propia. Como tarea para los alumnos, se les pide preparar un póster que recoja el esquema evolutivo de una estrella. Para la consulta por parte de los alumnos a la hora de elaborar la tarea propuesta, se ha preparado un póster que recoge el esquema evolutivo de una estrella y se han seleccionado dos textos científicos cuyos títulos y enlaces de acceso son: *Exploremos las estrellas y los planetas*, ed. Edelvives (http://www.pamplonetario.org/uploads/files/3_Supernova_cast.pdf), y *Estrellas, su evolución* (<http://astronomiadecordoba.blogspot.com.es/2013/07/estrellas-su-evolucion.html>).

En la figura 2.a. se presentan tres imágenes de las diapositivas de las que consta la presentación y en la figura 2.b. se muestra el póster del esquema evolutivo de una estrella que presenta la solución a la tarea planteada.



Figura 2.a. Diapositivas de *Somos polvo de estrellas*.



Figura 2.b. Póster del esquema evolutivo de una estrella.

CASA DE BAJO CONSUMO

Reducir las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero es un objetivo global que han acordado numerosos países en las diferentes cumbres internacionales. Esta premisa justifica la selección del recurso didáctico *Casa de bajo consumo*. Se ha de concienciar al alumnado de la necesidad de aplicar la sostenibilidad a nuestra vida diaria y de considerar los recursos energéticos que consumimos diariamente.

Para tratar un aspecto de la vida cotidiana, se ha trabajado el criterio de la sostenibilidad en la edificación. Hacer que las edificaciones (la vivienda, la escuela o el centro de trabajo) sean más sostenibles tiene vital importancia para dirigirnos hacia un modelo de vida más sostenible,

Se pretende, como objetivos didácticos, que los alumnos trabajen el criterio de evaluación 4 del bloque 3 de la normativa que regula el currículo de la cultura científica en 4.º de ESO, la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo. Ellos trabajarán para tomar conciencia de que los recursos naturales son limitados y la necesidad de indagar nuevas fuentes de energía no contaminantes y económicamente viables.

Los alumnos emplearán como material la simulación por ordenador de una de las pruebas de evaluación PISA para evaluación de la competencia científica. En el año 2015, dicha evaluación se realizó por medios informáticos, y parte de las preguntas han sido liberadas para su uso por los docentes. En concreto, este recurso didáctico consiste en la realización de una de estas pruebas liberadas, accesible en: <http://estaticos.educalab.es/inee/pisa/ciencias/cs633/>.

Y EL PREMIO ES PARA...

La justificación de este recurso se basa en que el avance científico utiliza como base otros conocimientos para evolucionar y avanzar. En esta evolución la sociedad se beneficia del progreso de las aplicaciones creadas a partir de estos estudios. A pesar de sus beneficios, no se pueden dejar de lado los impactos negativos que el progreso científico puede crear en la sociedad y cómo, nuevamente, la investigación científica trabaja para buscar una solución.

El siglo XXI continúa con el imparable progreso científico iniciado en el siglo precedente, donde el conocimiento previo vuelve a someterse a prueba, superándose al corregir errores y permitiendo a la sociedad beneficiarse de sus aplicaciones. Los alumnos trabajarán para conocer algunas investigaciones científicas destacables del siglo XXI y para que sepan expresar con capacidad de síntesis una información científica. Los objetivos didácticos del recurso se han marcado atendiendo el estándar de aprendizaje 2.1 del bloque I de la asignatura Cultura Científica de 1º de Bachillerato.

Son varios los materiales docentes que se han elaborado y que se facilitarán a los alumnos para el desarrollo de este recurso. Entre ellos están los siguientes:

- El enlace a la página de los Premios Princesa de Asturias en la modalidad de ciencia y tecnología (<http://www.fpa.es/es/premios-investigacion-cientifico-tecnica>).
- Un documento con el listado de los ganadores de los Premios Príncipe/Princesa de Asturias desde el año 2000 en adelante.
- Un vídeo de muestra de similares características que la tarea planteada a los alumnos. Dicha tarea consiste en elaborar un vídeo explicando dos investigaciones científicas merecedoras de un Premio Príncipe/Princesa de Asturias, en la modalidad de investigación científica y técnica.

SATÉLITES PARA ENCONTRAR EL CAMINO

La justificación para incorporar este recurso es muy aceptada por los alumnos: hoy en día, para ubicarte en un lugar no te hace falta más que tener un *Smartphone* con conexión a internet.

La tecnología que hace esto posible se llama GPS (*Global Position System*) y hace unos años que revolucionó la manera de desplazarse hasta un lugar del que se desconocía la ruta. Aunque esta aplicación es la más popular, se informa a los alumnos de otras muchas de gran importancia, como las de: posicionar elementos en las obras de construcción, que la policía pueda realizar un rastreo de criminales o saber cuánto tiempo queda para que llegue el autobús que estás esperando.

Se pretende que los alumnos conozcan el fundamento del funcionamiento de los GPS y reflexionen sobre cómo la tecnología cambia los hábitos de vida de la sociedad. Dichos objetivos didácticos y el estándar de aprendizaje evaluable 2.2 quedan recogidos en el bloque 5 del currículo que regula la asignatura CC en Castilla y León en 1º de Bachillerato.

TÍTULO	URL
¿Cómo funciona el GPS?	https://www.youtube.com/watch?v=8tL-UBNsCv8UBNsCv8
GPS-Sistema de Posicionamiento Global	https://www.youtube.com/watch?v=wgDLNIL72ls
Así funciona el GPS	https://www.youtube.com/watch?v=nxIBjvTYwEU
GPS: equipo de geolocalización por satélite	https://www.youtube.com/watch?v=xloWo8yhuGY&spfreload=10
GPS, cómo funciona	https://www.youtube.com/watch?v=dsyDdgxrYDw

Tabla 3. Vídeos sobre GPS.

Como material para el profesor, que entregará a sus alumnos para el desarrollo de las actividades, se han seleccionado 5 vídeos cuya temática es la explicación del funcionamiento del GPS. Se han elaborado para los alumnos un cuestionario y la solución a las preguntas del mismo. Los títulos de los vídeos escogidos con sus enlaces se muestran en la *tabla 3*.

En la *tabla 4* se ilustran las preguntas del cuestionario.

- a) ¿Qué significan las siglas GPS?
- b) ¿Cuántos satélites se encuentran en órbita para su uso en el sistema GPS?
- c) ¿Cuántos satélites que reciban y emitan señal simultáneamente son necesarios para conocer una ubicación?
- d) ¿Cuál fue el origen del GPS?
- e) ¿Qué tipo de relojes utiliza el sistema GPS?
- f) ¿Quién es el emisor y quién es el receptor de las señales en el sistema?
- g) ¿Qué información se transmite entre los satélites y el dispositivo que nos indica la ubicación?
- h) ¿Tiene errores de precisión este sistema? ¿De qué orden? ¿Por qué?
- i) Describe en unas líneas el funcionamiento del GPS.
- j) Investiga en qué consiste el proyecto Galileo. Explícalo brevemente.

Tabla 4. Cuestionario para los alumnos del recurso *Satélites para encontrar el camino*.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha pretendido abordar cómo enseñar algunos contenidos de la nueva asignatura Cultura Científica para los niveles de ESO y Bachillerato en los cuales se imparte, aportando la elaboración de materiales docentes. Esta labor ha requerido una revisión bibliográfica, tanto de la importancia de la alfabetización científica como de las normativas asociadas a la asignatura para 4.º de ESO y 1.º de Bachillerato.

Los cinco recursos didácticos de Física que se han diseñado y seleccionado son de carácter multidisciplinar, podrán favorecer el aprendizaje activo de los alumnos y también ser utilizados en el aula por el docente.

Siguiendo los resultados de otros trabajos en el campo de la didáctica, se recomienda que en la impartición de la asignatura Cultura Científica, y con el enfoque propuesto descrito en este trabajo, se tenga en consideración que:

- La labor del docente no es únicamente transmitir conocimientos a sus alumnos en el aula.
- Los conceptos y contenidos de lo que se debe enseñar en cada materia vienen recogidos en las normativas correspondientes, autonómicas o estatales. Sin embargo, cómo enseñar es una opción, a la vez que un reto, al que debe enfrentarse el profesor.
- En el proceso de enseñanza-aprendizaje, los docentes pueden ser diseñadores de materiales y de formas de evaluación. Planificar su tiempo y la manera de comunicar forma parte de su actividad en el aula.
- Estos recursos de Física facilitarán que los estudiantes de la asignatura Cultura Científica sean capaces de generar conocimiento constructivo que los ayude a comprender mejor el mundo que nos rodea y tomen conciencia de lo que sucede a su alrededor.

LA CIENCIA FUERA DEL AULA

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO EN EL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Luis Barrera Picón, Rocío de Iriarte Rodríguez, Pilar López García-Gallo

*Departamento de comunicación y Programas Públicos. Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC)
C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid
barrerapicon@yahoo.es*

Palabras clave: divulgación científica, colecciones, ciencias naturales, museo, Secundaria y Bachillerato.

Keywords: scientific dissemination, collections, natural sciences, museum, Secondary Education and Baccalaureate.

Resumen

El Departamento de Programas Públicos del museo, creado en 1990, ofrece una amplia programación de actividades de divulgación científica con tres objetivos básicos: dinamizar las exposiciones, dar a conocer las colecciones histórico-científicas del centro y divulgar los diferentes proyectos de investigación que desarrollan los investigadores del museo.

Actualmente, el MNCN tiene más de 20 actividades para alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer las actividades que se realizan en divulgación de las ciencias naturales en el MNCN y la amplia y diversa oferta de actividades enfocadas a alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato.

Abstract

The Museum's Public Programs Department, created in 1990, offers a wide range of scientific dissemination activities with three basic objectives: to make exhibitions more dynamic, to publicize the centre's historical and scientific collections and to disseminate the different research projects carried out by the Museum's researchers.

Currently the MNCN has more than 20 activities for Secondary Education and Baccalaureate students. The aim of this work is to raise awareness of the activities carried out to dissemination the natural sciences in the MNCN and the wide and diverse range of activities available to students in Secondary Education and Baccalaureate.

INTRODUCCIÓN

El Museo Nacional de Ciencias Naturales es uno de los institutos de investigación en ciencias de la naturaleza más importante del país. Depende del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, y cuenta con una plantilla de más de 70 investigadores en diferentes áreas, desde la paleontología y geología hasta la ecología, biodiversidad y cambio climático. El museo cuenta con más de 6 millones de ejemplares de gran valor histórico y científico conservados en sus colecciones, siendo uno de los museos de historia natural más antiguo del mundo. Fue fundado en 1771 por Carlos III, llamándose entonces «Real Gabinete de Historia Natural».

El compromiso de los museos de historia natural es hacer más accesibles sus fondos de colección y mostrar a la sociedad el trabajo de los científicos. Esta labor se realiza a través de sus exposiciones, pero se completa y se amplía cuando se realiza, además, a través del diseño y puesta en práctica de diferentes actividades, que se desarrollan en función de los intereses y características de los diferentes tipos de público.

El objetivo a largo plazo es que estas actividades sirvan para dinamizar la institución, acercar la ciencia a los ciudadanos en función de los diferentes tipos de público, fomentar la creación de nuevas vocaciones científicas entre los ciudadanos más jóvenes y fidelizar al visitante adulto.

Los museos suponen un magnífico recurso educativo debido a que producen experiencias educativas a partir de objetos y piezas reales, de tal forma que los procesos de codificación del conocimiento se configuran por medio de representaciones del conocimiento que no están basadas en conceptos verbales, sino en experiencias vivenciales. La composición museográfica a partir de objetos reales puede permitir la experiencia interactiva, esto permite generar procesos de construcción del conocimiento¹.

Desde el curso 1991-1992 se comenzaron a realizar en el MNCN este tipo de actividades que tienen en común su propuesta metodológica basada en la interacción y participación de los alumnos. Teniendo como referente el aprendizaje por descubrimiento dirigido, los asistentes, acompañados por un educador del museo que ejerce como mediador en el proceso, desarrollan distintas tareas encaminadas a la adquisición de conceptos relativos al área de Ciencias de la Naturaleza, procedimientos acordes con el método científico y la educación ambiental. Durante estas experiencias, los alumnos se aproximan a la realidad del trabajo de los científicos y a los ejemplares de las colecciones del museo, en función de su nivel educativo.

Los talleres producidos desde el MNCN se plantean como complemento de la visita a las exposiciones, tanto permanentes como temporales. Para desarrollar el programa de talleres de las exposiciones permanentes se han ido adaptando espacios para ese fin. Otros talleres se desarrollan en la misma sala de exposiciones acotando previamente la zona en la que se van a realizar.

Los talleres-laboratorio permiten investigar procesos que les resultaría difícil de comprender con la simple contemplación de los objetos expuestos. También dan la posibilidad de manipular objetos y materiales que, por su uso poco habitual, sería difícil conseguir fuera del museo. Generalmente se utilizan ejemplares pertenecientes a los fondos de las distintas colecciones del Museo. Para manipular y observar estas piezas se utilizan, además, otros materiales auxiliares adecuados en cada caso y que en ocasiones han sido proporcionados directamente por los equipos de científicos del Museo.

¹ GARCÍA BLANCO, A. (1988). *Didáctica del Museo. El descubrimiento de los objetos*. Ediciones de la Torre. Madrid.

LÓPEZ GARCÍA-GALLO, P. (2015). *Programas de divulgación científica, experiencias educativas para democratizar la ciencia en Museos. Los programas públicos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, MNCN-CSIC (1990-2015)*. Tesis doctoral. Madrid.

CUESTA, M. (et al.) (1998). *Centros de ciencia: espacios interactivos para el aprendizaje*. Servicio Editorial del País Vasco. Bilbao.

También se utiliza material audiovisual específico del tema a tratar y material gráfico que consiste en fichas de trabajo y cuadernos de campo diseñados especialmente para el taller, donde se anotan los resultados de la experiencia, y documentos de consulta que contienen información situada en diversos soportes, para dar respuesta a las diferentes dudas².

OBJETIVOS

Se plantean con el programa de actividades para Educación Secundaria y Bachillerato una serie de objetivos:

Objetivo general

- Acercar el conocimiento científico a la sociedad usando como referente el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC).

Objetivos específicos

- Favorecer la interrelación museo-escuela a través del desarrollo de programas participativos.
- Potenciar el desarrollo de una cultura científica a través de proyectos de investigación escolar usando como referente un museo de ciencias naturales.
- Ofrecer apoyo a los profesores para mejorar su desarrollo profesional y para que transmitan la materia de una forma competente y cualificada, que también revierta en la formación de los alumnos.
- Favorecer el acceso del alumno al conocimiento científico, con una actividad adaptada a su nivel.
- Ayudar a adquirir los instrumentos necesarios para indagar en la realidad de una manera objetiva, rigurosa y contrastada.
- Potenciar la observación e iniciar en los alumnos facetas investigadoras a través de la manipulación de evidencias directas (técnicas y protocolos, piezas, modelos, colecciones).
- Acercar a los alumnos al mundo natural para conseguir actitudes y sentimientos de respeto hacia su entorno.
- Enriquecer el vocabulario de los alumnos mediante la aclaración de términos científicos.
- Practicar el trabajo en equipo.
- Fomentar las vocaciones científicas, acercando las labores de investigación al alumnado.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

Para Educación Secundaria y Bachillerato se ofertan actualmente las siguientes actividades tipo:

Visitas guiadas: Se presentan diferentes tipos de visitas explicadas a través de las exposiciones en función del nivel de los alumnos a los que se dirige.

Visitas temáticas: Programa de visitas guiadas realizando un recorrido monográfico a partir de contenidos transversales que vincularán una selección de piezas en varias exposiciones.

² GUALLAR I. y BURGOS C. (1983). *La investigación pedagógica de Museos. Aspectos metodológicos*. Actas de las II Jornadas de los Departamentos de Educación de los Museos, Boletín del Museo de Zaragoza, n.º 2 (9-97).

MARTÍNEZ, J. M. (1996). *Enseño a pensar*. Bruño. Madrid.

PASTOR, I. (2004). *Pedagogía museística nuevas perspectivas y tendencias actuales*. Ariel. Barcelona.

RAMÍREZ, D., LÓPEZ GARCÍA-GALLO, P. (1994). *En torno a las exposiciones: actividades paralelas*. IX Jornadas Estatales DEAC Museos, Jaén.

- Animales con trompa: los alumnos descubrirán las costumbres, características y el hábitat del elefante africano, el asiático y sus «parientes» fósiles y actuales.
- Insectos: origen, coevolución y variedad de este grupo del grupo de invertebrados más numeroso del planeta a través de los ejemplares expuestos en el museo.

Visitas-taller: se combina la visita por exposiciones con alguna actividad práctica³.

- Mujeres Nobel: los alumnos conocerán el trabajo de las científicas más relevantes de la historia a través de una visita por la exposición *Mujeres Nobel* y participarán en un taller en el que se recreará la ceremonia de entrega de este galardón.
- Recorrido por la sierra de Guadarrama: visita a través de la exposición *Fauna del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama* para conocer desde su geología hasta la importancia de los organismos microscópicos que viven en el agua y en el suelo. Los alumnos descubrirán a las águilas, buitres, jabalíes, tejonos y muchos más habitantes de los bosques y cumbres de Guadarrama. Finalmente construirán y se llevarán un modelo de vitrina con las especies más representativas.
- Senda jardín mediterráneo: una senda por el Jardín Educativo del museo, donde se enseñarán las plantas más características desde el sur de Madrid hasta la sierra de Guadarrama y sus usos más importantes. Los participantes conocerán plantas típicas y plantas traídas de otros lugares como la orzaga, el esparto, el ginkgo, la encina, el tomillo, el enebro, el pino albar... y otras muchas especies. Se mostrarán durante el recorrido elementos relacionados con las plantas y animales asociados a ellas. Como recuerdo se realizará un marcapáginas botánico.

Talleres y talleres-laboratorio: se realizan casos prácticos y demostraciones con un contenido científico mayor.

Otras actividades: congreso científico, proyecto Hypatia, 4.º ESO más empresa y programa STEM *open Fab lab*.

TALLERES Y TALLERES-LABORATORIO EN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

A continuación, destacamos dos talleres-laboratorio que, desde el departamento, consideramos tienen una mayor demanda y temáticamente tratan dos grandes bloques: la conservación de la biodiversidad actual y la paleontología. Con estos ejemplos de talleres queremos mostrar los contenidos, dinámicas y materiales que se utilizan de forma más extensa.

Ya que la oferta es muy numerosa, se puede visitar la página web del museo para conocer la totalidad de talleres ofertados.

<http://www.mncn.csic.es/>

TALLER-LABORATORIO «ANFIBIOS, ANIMALES EN PELIGRO»

Mediante ejemplares de las colecciones del museo y modelos de resina, se podrán clasificar e identificar diferentes anfibios de la Comunidad de Madrid. Fichas didácticas, cajas entomológicas y un modelo de

³ LÓPEZ GARCÍA-GALLO, P. y RAMÍREZ D. (1998) (2000). *Guías Pedagógicas*, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Madrid.

LÓPEZ GARCÍA-GALLO, P. (2000). *¡Ven al Museo! Un programa de animación sociocultural para grupos en el Museo Nacional de Ciencias Naturales*. I Jornada Internacional de Animación Sociocultural. Portugal.

charca con el ciclo de la metamorfosis completarán la experiencia. Al finalizar, los alumnos se llevarán su cuaderno de campo con el que conocerán mejor a los anfibios para aprender a conservarlos⁴.

Presentación de la actividad (10 minutos)

El educador comienza presentándose e indicando en qué va a consistir la actividad. Este taller se plantea como un primer acercamiento a la clasificación y conservación de especies protegidas como los anfibios que forman parte de la fauna ibérica, así como a las actuaciones adecuadas para su conservación.

Conociendo los anfibios (10 minutos)

El educador hace un breve repaso sobre las características de este grupo de vertebrados, invitando a los alumnos a explicar todo aquello que conozcan de estos animales (morfología, ciclo de vida, tipos de anfibios...). Se presenta a los anfibios como bioindicadores del grado de conservación de los hábitats en los que se pueden encontrar, al ser especies muy vulnerables ante cualquier cambio que se pueda dar en los ecosistemas donde viven.

El educador comenta el papel del museo como centro de investigación y su labor actual en este campo. En los últimos años los investigadores están comprobando que está aumentando de forma alarmante la extinción de seres vivos de planeta. En los vertebrados, los que están desapareciendo a mayor velocidad son los anfibios. Estos son los primeros vertebrados que pisaron la tierra y lo curioso es que han sobrevivido a cinco extinciones masivas. Entonces... ¿Por qué les afectan más a ellos que a otros vertebrados?... (Características propias de la clase: carecen de cubierta protectora, intercambio gaseoso por piel, etc.)

El educador explica brevemente algunos de los métodos más utilizados para la conservación de animales en el museo, así como la utilidad de sus colecciones como herramienta para conocer la dinámica de poblaciones a lo largo del tiempo.

Clasificación de un anfibio (15 minutos)

Se hacen grupos de trabajo de entre tres y cuatro alumnos y cada uno de ellos tiene que proceder a la clasificación de una especie para su posterior estudio. Para ello, cada equipo de investigación dispone de un bote con un anfibio conservado en etanol, con una maqueta científica hecha en resina de su animal, con una clave dicotómica, con fichas informativas del anfibio correspondiente y con una ficha de recogida de datos a modo de cuaderno de campo. Contará también con cajas entomológicas de ejemplares conservados de las principales especies de las que se alimentan los anfibios.

El trabajo de investigación comienza con la clasificación del animal observándolo en el bote de las colecciones del museo y mediante la maqueta. Cada grupo tiene que clasificar un anfibio ayudándose de una clave dicotómica. Los ejemplares estudiados los podemos encontrar en la Comunidad de Madrid.

El educador clasificará un anfibio a modo de ejemplo para que los alumnos conozcan el manejo de las claves dicotómicas y poder ir aclarando ciertos términos científicos con los que puedan no estar familiarizados. Una vez clasificado este ejemplar entre todos, cada grupo pasa a la clasificación del suyo. Cuando crean que ya conocen su nombre científico se lo dirán al educador y este dirá si es el correcto o no.

⁴ GARCÍA-PARÍS, M. *et al.* (2002). *Anfibios de la Sierra del Guadarrama: singularidad y conservación*. En III Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Páucar, 33-41, 90-193.

RAMÍREZ, D. y P. LÓPEZ GARCÍA-GALLO (1998). *Talleres en el Museo. El aula de experiencia «Con los 5 Sentidos»*. II Simposio de la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria. Madrid.

LÓPEZ GARCÍA-GALLO, P. (2010). *Acciones de educación ambiental y conservación desde el museo. Proyecto Sapo S.O.S. Revista de museología*. Publicación científica al servicio de la comunidad museológica. Edita la Asociación de Museólogos de España, n.º 48, pp. 36-43.

Los ejemplares de anfibios con los que se trabajará son piezas pertenecientes a las colecciones del museo y el método de conservación es en etanol al 74%-76%. Todas las especies las podemos encontrar en la Comunidad de Madrid.

- Gallipato (*Pleurodeles waltl*)
- Tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*)
- Tritón alpino (*Triturus alpestris*)
- Tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*)
- Salamandra común (*Salamandra salamandra*)
- Sapo partero ibérico (*Alytes cisternasii*)
- Sapo partero común (*Alytes obstetricans*)
- Sapo común (*Bufo bufo*)
- Sapo corredor (*Bufo calamita*)
- Sapillo pintojo ibérico (*Discoglossus galganoi*)
- Sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*)
- Rana patilarga (*Rana iberica*)
- Ranita de San Antonio (*Hyla arborea*)
- Ranita meridional (*Hyla meridionalis*)
- Rana común (*Rana perezzi*)

Investigación del anfibio clasificado (15 minutos)

Los equipos tienen que desarrollar un trabajo de investigación del anfibio previamente clasificado, completando las cuestiones planteadas en su cuaderno de campo. Las respuestas a estas preguntas las deberán buscar en las fichas informativas sobre la biología del anfibio en cuestión o en la caja entomológica titulada *¿Qué comen los anfibios?*

Puesta en común (10 minutos)

Cada grupo de trabajo comenta las principales características de la especie estudiada y de las amenazas a las que se pueda encontrar sometida. Los alumnos deben en esta fase proponer posibles soluciones para mejorar la situación de los anfibios en la actualidad.

Propuesta de actividades para realizar después de la actividad del museo (ya en su centro educativo)

- Elaborar unas normas básicas de comportamiento a tener en cuenta en futuras visitas a zonas donde se pueden encontrar anfibios y destinadas a proteger su hábitat. Este manual podrán compartirlo con sus familias y amigos, para que participen en la labor de educación ambiental.
- Analizar y valorar el impacto de algunas actividades humanas en el entorno natural:
 - Contaminación por desperdicios.
 - Atropellos frecuentes.
 - Deterioro y abandono de estanques y pilones.
 - La falta de limpieza periódica de fuentes y albercas.
 - Introducción de peces, tortugas y cangrejos en su entorno.
- Crear una charca para que los anfibios acudan allí y se pueda observar su desarrollo y comportamiento. Para ello pueden consultar la web:

<http://www.reforesta.es/pdf/publicaciones/iniciativas/charcas.pdf>

En esta web se explica paso a paso cómo construirla, así como la importancia de la elección del lugar donde emplazarla y el diseño de la misma.



Figura 1. Taller-laboratorio «Anfibios, animales en peligro».

TALLER-LABORATORIO «IDENTIFICACIÓN DE FÓSILES»

Los alumnos conocerán qué son los fósiles y cómo se forman para saber clasificarlos y analizarlos. Observarán y manipularán fósiles de colecciones didácticas, aprenderán los distintos tipos que se pueden encontrar y cómo estudiarlos. Al finalizar, se realizarán moldes de algunas de las piezas para demostrar cómo los usan los paleontólogos en sus investigaciones⁵.

Presentación de la actividad (5 minutos)

Para comenzar, el educador se presenta al grupo y explica brevemente en qué consistirá la actividad: se trata de un taller donde identificarán y estudiarán diferentes restos fósiles pertenecientes a las colecciones didácticas del museo, compuestas tanto por fósiles directos e indirectos como por moldes naturales y artificiales.

Conociendo a los fósiles (10 minutos)

El educador, mediante preguntas dirigidas, irá introduciendo los conceptos necesarios para la realización del taller. Las preguntas serán del tipo: ¿sabes que es un fósil?, ¿qué tipo de fósiles conocéis?, ¿qué es un

⁵ ALONSO, M.A., SESÉ, C. (1988). *Historia de la Tierra y de la Vida*. Madrid: MNCN (CSIC).

LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (coord.) (1987). *Guía de campo de los fósiles de España*. Madrid: Pirámide.

LÓPEZ GARCÍA-GALLO, P. y RAMÍREZ, D. (2001). Taller: ¿qué es un fósil? *La Revista de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Volumen 9. n.º 2. Gerona, pp. 190-193.

fósil guía?, ¿cómo se llama la ciencia que estudia los fósiles?, ¿por qué existen más fósiles de animales que de plantas?, ¿qué es lo que se puede saber o no a través de los fósiles?

Trabajo de investigación (20 minutos)

Se divide al grupo (unos 25 alumnos) en 8 equipos. Cada equipo realiza el estudio de un fósil de las colecciones didácticas y para ello dispondrá, además de la pieza a estudiar, de una ficha informativa sobre la biología del animal o la planta cuando estaba vivo. También cuentan con una ficha donde aparecen los fósiles guías más representativos y las épocas en la que vivieron y otra con información con los tipos de fósiles más comunes.

El trabajo comienza identificando al fósil buscando su nombre, datación y yacimiento en las cartelas que acompañan a las piezas.

Observando el fósil, cada equipo tiene que clasificarlo según el tipo de fósil que le ha tocado para después hacer un estudio contestando a las preguntas del cuaderno de investigación.

Algunas de las piezas para trabajar son:

- Planorbis (fósil directo individuos completos aislados)
- Trilobites (molde natural interno)
- Ammonites (individuo completo en matriz)
- Ammonites (individuo completo aislado)
- Acúmulos (ejemplares de moluscos)
- Coral (fósil directo de individuos en colonias)
- Piña (molde artificial)
- Hueso de tigre diente de sable (molde artificial de fósil directo de individuo incompleto, parte completa)
- Muela de Hiparión (molde artificial de fósil directo de individuo incompleto, parte completa)
- Braquiópodos (molde natural interno)
- Braquiópodos (fósil directo individuo aislado)
- Helecho (molde natural externo)

Realización de moldes de los fósiles más representativos (15 minutos)

En pequeños grupos, realizan un molde de los fósiles seleccionados usando alginato que, una vez consolidado y separado el fósil, constituye el negativo del original. Para ello mezclan una parte de alginato por cada dos de agua, para obtener una pasta homogénea que echarán sobre un fósil. Transcurridos un par de minutos se extraerán los moldes que se llevarán como colofón del trabajo realizado. Una vez en el centro educativo pueden rellenar el molde con arcilla o escayola para obtener la réplica y finalizar el proceso.

Puesta en común (10 minutos)

El educador hará una puesta en común con los participantes donde se podrán comentar los aspectos más interesantes de la actividad. Cada equipo presentará el fósil que ha estudiado para que de esta manera los participantes se lleven una idea más general del mundo de los fósiles. Acabarán observando las colecciones didácticas usadas en el taller en su totalidad.

Propuesta de actividades para realizar después de la actividad del museo (ya en su centro educativo)

Elaborar paneles o pósteres científicos informativos en los que figuren los fósiles más representativos de las diferentes etapas geológicas, con fotografías y dibujos esquemáticos de los mismos. Se aportarán datos

cronológicos y taxonómicos. Cada grupo podría presentar y exponer su póster a los demás compañeros de clase, y así divulgarían lo aprendido en el proceso de elaboración.

Aprovechar las salidas de campo para observar la presencia de fósiles *in situ*. Visita a un yacimiento paleontológico: se puede visitar algún yacimiento clásico como Atapuerca o visitar alguno más reciente como «cerro de los batallones» en la población madrileña de Torrejón de Velasco.



Figura 2. Taller-laboratorio «Identificación de fósiles».

CONCLUSIONES

Acercar la investigación, mejorar la percepción de la ciencia, fomentar vocaciones STEM y favorecer el pensamiento científico y el espíritu crítico entre nuestros adolescentes son algunos de los objetivos planteados en las actividades del museo para este tipo de público.

Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer el programa que se realiza en divulgación de las ciencias naturales en el MNCN y algunas metodologías, dinámicas y materiales utilizados, enfocadas a alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato.

INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA: EXPERIENCIAS CON EL BIE

Isabel Carrero Ayuso

Facultad de Fisioterapia de la Universidad de Valladolid (UVa)

*Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Fisiología, Campus de Soria de la UVa. 42004 Soria
icarrero@bio.uva.es*

Palabras clave: BIE, experiencias educativas, aprendizaje en el laboratorio, investigación preuniversitaria, método científico.

Keywords: BIE, educational experiences, learning in the laboratory, preuniversity research, scientific method.

Resumen

El BIE (Bachillerato de Investigación/Excelencia) es una opción educativa que permite a los estudiantes que lo cursan iniciarse en el mundo de la investigación en un ambiente universitario. En el presente artículo se describen las experiencias vividas en la realización de dos proyectos de investigación en un BIE de Ciencias. Ambos se basaban en la cuantificación de la vitamina C mediante una titulación redox en distintas muestras y condiciones. El ambiente de trabajo trataba de reflejar la situación real de la investigación en laboratorio para que las alumnas desarrollaran las tres dimensiones de la experiencia del aprendizaje: interaccional, factual y conceptual.

Abstract

The Research and Excellence Baccalaureate (BIE in Spanish) is an educational option for the students interested in the field of research. These students can live the experience in a university environment. In this paper, the experiences around the development of two BIE research projects in Science are described. Both projects were related to vitamin C. It was measured by means of a yodimetric technique in different samples and conditions. The work environment was intended to be close to the true laboratory, so the students could develop as much as possible the three dimensions of experience: interactional, factual and conceptual.

INTRODUCCIÓN

El Bachillerato de Investigación/Excelencia (BIE) «constituye una opción educativa en el marco del Bachillerato ordinario dirigida al alumnado que tenga interés en profundizar en los diferentes métodos de

investigación y en el análisis de los problemas propios de cualquier investigación. Presenta características propias que le conceden un valor singular. Tales son, como destacadas, la colaboración específica con la Universidad y el cambio metodológico, que permite una clara tendencia hacia lo contenido en la Declaración de Bolonia para la Educación Superior»¹.

En su momento, en el texto de la Orden EDU/551/2012, por la que se regulaban la implantación y el desarrollo del BIE en la Comunidad de Castilla y León, se indicaba que «la Consejería de Educación abre esta opción educativa en el Bachillerato poniendo a disposición de los alumnos que decidan optar por él recursos y posibilidades de trabajo que les permitan habituarse a la investigación como principio esencial y adquirir una formación actualizada que les estimule para los máximos retos en sus posteriores estudios universitarios»². Esta implantación tuvo lugar en el curso académico 2012/2013 y recientemente se ha realizado una adaptación de la Orden de 2012 al nuevo marco normativo³; en esta actualización, la premisa del BIE es: «Esta opción promueve la educación de calidad y el éxito educativo, primando y reconociendo el esfuerzo del alumnado con mejores resultados y fomentando y estimulando el talento en las diferentes materias educativas. Permite, a su vez, conciliar la formación generalista imprescindible con la capacidad para investigar y ahondar en su conocimiento y su práctica, por lo que los métodos de trabajo se convierten en fundamentales».

En conjunto, todas estas descripciones lo que nos están indicando es que este tipo de Bachillerato está claramente encaminado a reforzar competencias que abran a los estudiantes el camino hacia unas actividades orientadas a la investigación ya desde la etapa preuniversitaria. Aparte del enfoque que se pueda ir dando en las asignaturas que se desarrollan a lo largo de los dos años de BIE (por ejemplo, y específicamente, con la asignatura Iniciación a la investigación), este objetivo se concreta en el segundo año con la realización obligatoria de un proyecto de investigación que, según se describe en algunos de los puntos del artículo 5 de la ORDEN EDU/443/2016, de 26 de mayo⁴:

«2. Es la herramienta de aprendizaje útil para el alumno que se inicia en las actividades de investigar, escribir y exponer oralmente.

4. Estará dirigido por un profesor perteneciente a un departamento universitario y será tutelado por un profesor perteneciente al departamento al cual el equipo directivo haya asignado el proyecto, [...]».

Según el Anexo I de esa misma Orden EDU/443/2016⁵, el proyecto de investigación debe tener los siguientes apartados (una estructura nada diferente de la que puedan tener otros informes o memorias de investigación a cualquier otro nivel):

¹ EDUCACYL. PORTAL DE EDUCACIÓN. Información en línea para la Comunidad Educativa de Castilla y León. Bachillerato de Investigación/Excelencia (BIE) [en línea], disponible en: <http://www.educa.jcyl.es/es/informacion/sistema-educativo/bachillerato/bachillerato-regimen-diurno/bachillerato-investigacion-excelencia-bie> [consultado el 07/05/2018].

² ORDEN EDU/551/2012, de 9 de julio, por la que se regula la implantación y el desarrollo del Bachillerato de Investigación/Excelencia en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL. n.º 137, de 18 de julio de 2012, pp. 47564-47573.

³ ORDEN EDU/443/2016, de 23 de mayo, por la que se regula la implantación y el desarrollo del Bachillerato de investigación/excelencia en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL. n.º 100, de 26 de mayo de 2016, pp. 23070-23094.

⁴ ORDEN EDU/443/2016, BOCyL. n.º 100, p. 23072.

⁵ ORDEN EDU/443/2016, BOCyL. n.º 100, p. 23085.

1. Generalidades.
 - 1.1. Título.
 - 1.2. Área de investigación.
 - 1.3. Autor o autores.
 - 1.4. Tutor.
2. Presentación.
 - 2.1. Justificación.
 - 2.2. Antecedentes.
 - 2.3. Marco teórico.
 - 2.4. Objetivos.
3. Desarrollo.
 - 3.1. Metodología (tipo de estudio, diseño, muestreo).
 - 3.2. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.
 - 3.3. Análisis e interpretación de resultados.
4. Conclusiones.
5. Referencias.
6. Anexos.

En el caso concreto que nos ocupa, el BIE en la modalidad de Ciencias es la oferta conjunta del IES Politécnico de Soria y de la Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioenergía (EIFAB) perteneciente al Campus de Soria de la Universidad de Valladolid (UVa). En las actividades de este BIE también participan, de forma individual, dos profesoras del Departamento de Bioquímica y Biología molecular y Fisiología de la Facultad de Fisioterapia de la UVA con la finalidad de ampliar la oferta educativa del BIE en el ámbito de Ciencias de la Salud.

Lo que se desarrolla en este artículo son las impresiones y reflexiones derivadas de la realización de dos proyectos en años académicos consecutivos (2015/16 y 2016/17) por parte de una de esas profesoras. Al corresponder estos proyectos al ámbito del área de Bioquímica y Biología molecular, estuvieron enfocados a la realización de un trabajo de laboratorio. La parte experimental se realizó totalmente en el laboratorio de Bioquímica de la EIFAB. La preparación de las memorias de los proyectos contó con el apoyo de los correspondientes tutores del IES Politécnico de Soria.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Dos de las metas más importantes del trabajo en laboratorio con estudiantes son: ayudarlos a relacionar la teoría con la práctica y aportarles habilidades y competencias específicas del laboratorio⁶.

Según Hofstein y Lunetta⁷, las actividades del laboratorio de Ciencias son «experiencias de aprendizaje en las cuales los estudiantes interactúan con materiales y/o modelos para observar y comprender el

⁶ HÖGSTRÖM, P., OTTANDER, C. (2004). Teacher's aim of laboratory work in secondary school in Sweden. Artículo presentado en ESERA Conference 2004, Barcelona (España) [en línea], disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.121.7802&rep=rep1&type=pdf> [consultado el 07/05/2018].

⁷ HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, pp 28-54 [en línea], DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.10106>.

mundo natural». Por su parte, para Ney *et al.*⁸ el trabajo en el laboratorio es importante porque es de los pocos lugares, si no el único, donde se puede ayudar a los estudiantes a adquirir ciertas destrezas manuales –incluyendo movimientos finos, cuidadosos y de precisión– y a iniciarse en técnicas específicas. Estos mismos autores también indican que los estudiantes aprenden llevando a cabo actividades concretas, comparando datos experimentales y/o diseñando sus propias investigaciones. De esta manera, los laboratorios de Ciencias escolares tienen el potencial de ser un medio importante para introducir a los estudiantes en conceptos centrales, en habilidades y en procedimientos científicos (Bybee, 2000⁹; citado en Hofstein y Lunetta¹⁰).

Con estas premisas, los proyectos que se desarrollaron fueron: *Vitamina C, ¿cuánta tomamos?, ¿cuánta necesitamos?*, cuya autora fue María Ruiz en el curso 2015/2016, y *Factores que afectan a la vitamina C*, con Celia Pascual como autora en el curso 2016/2017 (figura 1).



Figura 1. Portadas de las presentaciones en PowerPoint para la exposición y defensa de los proyectos de investigación de las estudiantes. Autoras: María Ruiz y Celia Pascual.

Para ambos proyectos, los objetivos genéricos que se perseguían eran:

- Estimular la curiosidad de las estudiantes.
- Poner en práctica el método científico.
- Facilitar la adquisición de competencias procedimentales y actitudinales ligadas al trabajo en el laboratorio.
- Desarrollar, a pequeña escala, las etapas de un proyecto de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer proyecto permitió a la estudiante que lo realizó poner en marcha un protocolo de laboratorio para cuantificar la vitamina C soslayando las distintas dificultades y limitaciones que le conllevó la adapta-

⁸ NEY M., MAISCH, C., MARZIN, P. (2009) Learning in the laboratory: an interactional, factual and conceptual experience. Artículo presentado en ESERA Conference 2009, Estambul (Turquía), pp. 182 [en línea], disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00593059/document> [consultado el 07/05/2018].

⁹ BYBEE, R.W. (2000). Teaching science as inquiry. En MINSTREL, J. y VAN ZEE EH. (eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*, Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS), pp. 20-46.

¹⁰ HOFSTEIN, LUNETTA (2004), pp. 30-31.

ción de un procedimiento publicado con ese mismo fin¹¹. El segundo proyecto aprovechó, un año después y previos ajustes, ese protocolo para que la siguiente alumna pudiera comprobar por sí misma qué factores pueden afectar a la vitamina C.

Además de la planificación y el diseño de los experimentos, y del tratamiento y presentación de los datos experimentales obtenidos, las dos estudiantes realizaron un importante trabajo bibliográfico y practicaron el uso de las TIC.

La base del trabajo en laboratorio era una titulación redox (yodimetría) que permite valorar el contenido en ácido ascórbico de una muestra mediante su reacción con yodo (rojizo) que actúa como agente oxidante, transformándose, respectivamente, esos compuestos en ácido deshidroascórbico y en yoduro (incolore):



Como la reacción tiene estequiometría 1:1, el número de moles de yodo reducido es igual al número de moles de ácido ascórbico oxidado según la fórmula:

$$C_{\text{yodo}} \cdot \text{volumen}_{\text{yodo}} = C_{\text{ác. ascórbico}} \cdot \text{volumen}_{\text{muestra}}$$

Así, conociendo la concentración del yodo utilizado y con los volúmenes manejados se puede determinar la concentración de ácido ascórbico en la muestra.

La técnica se complementa con la presencia de almidón como indicador del proceso. En el momento en que todo el ácido ascórbico presente en la muestra se haya oxidado, las moléculas de yodo comenzarán a interactuar con el almidón, generando un complejo de inclusión de un color azul intenso que indica el fin de la titulación.

La primera estudiante llevó a cabo la adaptación del protocolo previo ya comentada y aplicó la técnica de cuantificación de la vitamina C a la determinación de su contenido en zumos comerciales, en zumos y purés de frutas preparados por ella (naturales) y en algunos de esos zumos sometidos a distintas condiciones ambientales (exposición al aire, distintas temperaturas...).

La segunda estudiante aprovechó y reutilizó el protocolo anterior para profundizar en el estudio de los factores –pH, temperatura, luz, exposición al aire– que afectan a la vitamina C en distintas muestras.

En el desarrollo de los proyectos, en todo momento se trató de estar lejos del planteamiento de que el trabajo de laboratorio se limitaba a seguir una «receta» y a alcanzar mediante este seguimiento una respuesta correcta. Siempre se dejó la puerta abierta a que surgieran los problemas habituales de cualquier proceso de investigación experimental para que las estudiantes manejaran ideas y conceptos, y no solamente equipos o material de laboratorio¹².

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tras haber planeado, diseñado y desarrollado sus experimentos, las estudiantes descubrieron distintos aspectos sobre el tema, o reforzaron su conocimiento previo sobre algunos de ellos:

¹¹ CIANCAGLINI, P., SANTOS, H. L., DAGHASTANLI, K. R. P., THEDEI, G. (2001). Using a classical method of vitamin C quantification as a tool for discussion of its role in the body. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 29, pp. 110-114 [en línea], DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1539-3429.2001.tb00088.x>

¹² HOFSTEIN, LUNETTA (2004), p. 38.

- La importancia del control de las condiciones experimentales y de la calibración de los patrones utilizados en las determinaciones cuantitativas (incluido, en este caso, el indicador; almidón, porque su hidrólisis produce glucosa, azúcar reductor que puede interferir en las medidas).
- La necesidad de mantener un pH ácido en el medio de reacción de la yodimetría debido a que la oxidación del ácido ascórbico es dependiente del pH y sus disoluciones acuosas son más estables a pH inferior a 7¹³.
- La falta de especificidad de los procesos de óxido reducción, y ello tuvo como consecuencia que en las determinaciones realizadas en zumos y preparados de frutas se sobreestimara el contenido en vitamina C (tabla 1) debido a la presencia de otras sustancias reductoras en las muestras, bien naturales (glucosa, vitamina E), bien añadidas en el caso de productos comerciales (lactosa, en el caso de zumos envasados que contienen leche; vitamina E; o, incluso, vitamina C como tal). En realidad, la técnica utilizada no determina únicamente la vitamina C, sino que da idea de los antioxidantes totales presentes en la muestra.

	Contenido en vitamina C (mg/100 mL)		
	Determinación experimental*	BEDCA ¹⁴	Etiquetado nutricional
Zumo de naranja	53	39	--
Puré de kiwi	79	59	--
Zumo de naranja comercial**	101	--	48
Bebida tipo Bifrutas***	143	--	12

*Determinación realizada utilizando disolución de yodo a concentración 25 mmol/L y mezcla de reacción con: 5 -10 mL de muestra, 1 mL de almidón al 1%, agua, c.s.p. 25 mL. **Zumo de naranja preparado a partir de zumo de naranja concentrado. ***Producto con 13% de zumo de frutas, 10% de leche desnatada y vitaminas A, C y E (añadidas).

Tabla 1. Comparación del contenido en «vitamina C» medido en zumos de frutas respecto a las tablas de composición de alimentos y a los valores de las etiquetas en el caso de productos comerciales.

- La pérdida de vitamina C que se produce en refrigeración y a temperatura ambiente hasta después de seis días de exposición al aire (figura 2).

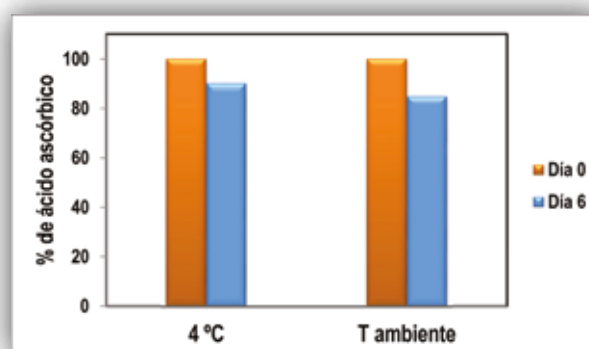


Figura 2. Contenido en ácido ascórbico en muestras expuestas al aire a distintas temperaturas. (determinaciones hechas para ácido ascórbico a 3 mg/mL).

¹³ JENEY-NAGYMATE, E., FODOR, P. (2008). The stability of vitamin C in different beverages. *British Food Journal*, 110, pp. 296-309 [en línea], DOI: <https://doi.org/10.1108/00070700810858709>.

¹⁴ Base Española de Datos de Composición de Alimentos. BEDCA [en línea]. Disponible en: <http://www.bedca.net/> [consultada el 12/07/2018].

- El efecto de distintas temperaturas y de la exposición al aire sobre el ácido ascórbico; por un lado, temperaturas más bajas –refrigeración y temperatura ambiente– en muestras tanto tapadas como abiertas (*figura 3/izquierda*); por otro, temperatura elevada (*figura 3/derecha*) –que produce un efecto concentrador debido a la evaporación–. En estos casos el interés estaba en reproducir condiciones a las que pueden estar expuestos alimentos que contienen vitamina C.

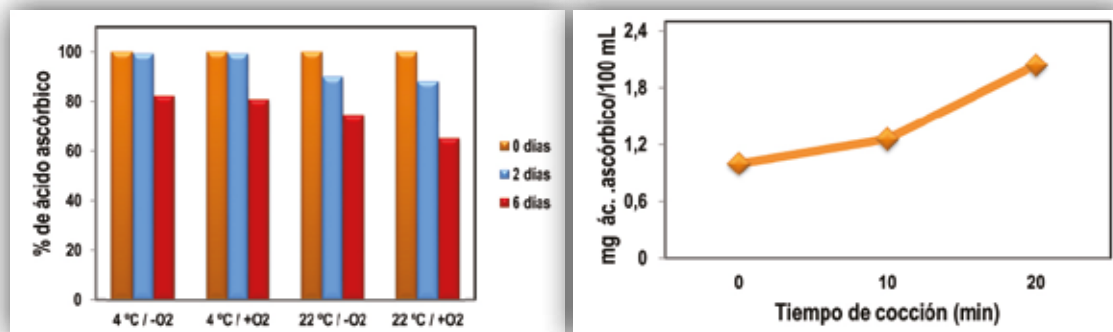


Figura 3. Contenido en ácido ascórbico en muestras sometidas a: Izq. Distintas condiciones de temperatura y exposición al aire. Dcha. Tiempos crecientes de cocción (determinaciones hechas para ácido ascórbico a 3 mg/mL).

- Indirecta y adicionalmente, las estudiantes pudieron aprender a interpretar el etiquetado de los envases alimentarios en cuanto a la información nutricional y las listas de ingredientes.

RESULTADOS ACADÉMICOS Y VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA POR PARTE DE LAS ESTUDIANTES

Los resultados académicos determinaron que ambas estudiantes obtuvieran calificaciones de sobresaliente en la exposición y defensa de su proyecto. Desde la implantación de la Orden EDU/443/2016, de 23 de mayo¹⁵, según el punto 6 del artículo 22: «Los alumnos que obtengan una calificación igual o superior a 9 en su proyecto de investigación recibirán una mención honorífica como reconocimiento a un rendimiento académico excelente en la etapa».

Para que, *a posteriori*, realizaran una valoración de su experiencia, en enero de 2018 se les envió un cuestionario realizado en Google Drive. Lo más destacado es que las dos estudiantes valoraron el BIE en su conjunto con una nota de 3 sobre 4 y, específicamente, el proyecto de investigación con 3,5 sobre 4. Estas mismas valoraciones se repitieron al consultar sobre la utilidad del BIE y del proyecto de investigación, también considerados de forma independiente.

Las dos estudiantes estuvieron de acuerdo en que el BIE les aportó mayor capacidad de reflexión. Respecto al proyecto de investigación en sí, lo que les aportó fue mayor bagaje, o base, de conocimientos; capacidad de organización; competencias procedimentales (saber hacer) y una de ellas añadió *Otras* y especificó: «Fue un método de aproximación a la universidad, saber cómo se trabaja. En algunas prácticas que realizó el trabajo en el laboratorio es similar». En relación con esto, hay que decir que en la actualidad las dos estudiantes están realizando estudios universitarios en el ámbito de las Ciencias de la Salud, concretamente una en Medicina y otra en Odontología.

En las reflexiones de las estudiantes sobre lo que les ha aportado la realización del proyecto de investigación indican:

- «Me ha ayudado, sobre todo, en la búsqueda de información, en la estructuración de los proyectos de investigación y también me ha acercado al trabajo de laboratorio».
- «Sobre todo en la etapa universitaria, de cara a saber cómo se realizan las prácticas y cómo debo redactar los informes. Además, adquirí habilidades en cuanto al manejo de instrumentos de laboratorio».

¹⁵ ORDEN EDU/443/2016, BOCyL. n.º 100, p. 23083.

VALORACIÓN DEL PROCESO POR PARTE DE LA TUTORA UNIVERSITARIA

Según las *Pautas para la enseñanza en el laboratorio* de la Universidad de Stanford: «El laboratorio es un lugar excitante en el que los estudiantes investigan, analizan y reflexionan. Ahí prueban y aplican teorías y concretizan conceptos abstractos»¹⁶. Estas facetas se han cumplido en los proyectos realizados y esto ha permitido a las estudiantes: comprender mejor la teoría a través de la verificación experimental de conceptos, diseñar y desarrollar experimentos, mejorar su capacidad de razonamiento, y establecer relaciones causa-efecto y familiarizarse con equipos de laboratorio básicos; en los cuatro casos, competencias que implican un elevado nivel de razonamiento y que no se pueden adquirir sin una gran implicación de las estudiantes.

Según Tobin (1990¹⁷), citado en Hofstein y Lunetta¹⁸, en el laboratorio se consigue aprendizaje significativo si a los estudiantes se les da la oportunidad de utilizar equipos y materiales en un ambiente adecuado para que construyan su propio conocimiento de los fenómenos en los que trabajan y los relacionen con conceptos científicos. Además, parece claro que, en general, los estudiantes disfrutaron con el trabajo de laboratorio y que estas experiencias positivas contribuyen a que se generen una actitud favorable y un mayor interés por la ciencia¹⁹.

En sus reflexiones sobre el aprendizaje en el laboratorio, Ney *et al.*²⁰ aplican un modelo teórico que define los tres dominios de la experiencia. Los tres componentes de la estructura tridimensional son: sujeto, objeto y proyecto. Los pares de dimensiones forman planos a los que corresponden los dominios de experiencia interaccional (objeto-sujeto), conceptual (sujeto-proyecto) y factual (objeto-proyecto). El primer dominio es el del afecto y las interacciones, y también se denomina dominio perceptual de la experiencia; el segundo es el del concepto y las representaciones, el dominio mental de la experiencia; el tercero es el de las acciones y los hechos, el dominio concreto de la experiencia (figura 4).

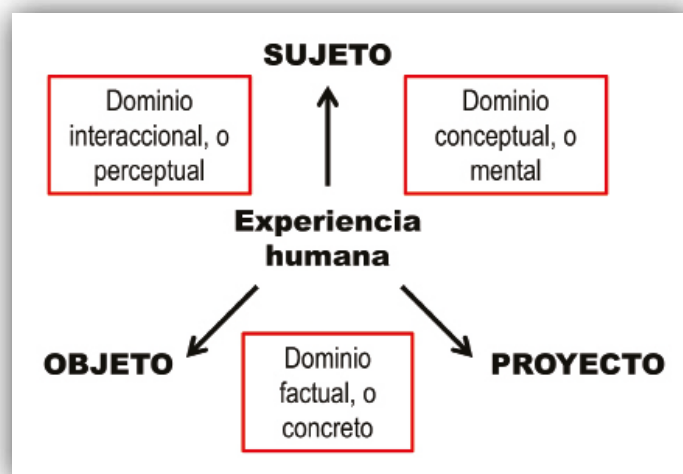


Figura 4. Dominios de la experiencia²¹.

¹⁶ STANFORD UNIVERSITY [en línea]. Teaching Commons. Resources. Laboratory Teaching Guidelines. Disponible en: <https://teachingcommons.stanford.edu/resources/teaching-resources/teaching-strategies/laboratory-teaching-guidelines> [consultado el 06/06/2018].

¹⁷ TOBIN, K. (1990). Research on science laboratory activities. In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, pp. 403-418 [en línea], DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb17229.x>.

¹⁸ HOFSTEIN, LUNETTA (2004), pp. 29.

¹⁹ HOFSTEIN, LUNETTA (2004), pp. 34.

²⁰ NEY, MAISCH, MARZIN (2009), pp. 185, 187, 188.

²¹ NEY, MAISCH, MARZIN (2009), pp. 190.

Los tres dominios pueden estar presentes en el trabajo en laboratorio, aunque es frecuente que, según se enfoque este trabajo, alguno de ellos predomine sobre los otros. En función de esto, se pueden definir tres tipos de laboratorio²²:

Interaccional: en él se pide a los estudiantes que hagan comparaciones, que se hagan preguntas, que se cuestionen las cosas, que exploren... El problema es que, al faltar la dimensión del proyecto, la imagen que pueda quedar de la ciencia es que es desorganizada y carente de objetivos claros.

Factual: los estudiantes toman medidas, comprueban aspectos teóricos, siguen protocolos guiados por el profesor. De esta manera, los estudiantes practican aspectos metodológicos, pero sin la dimensión del sujeto, por lo que pueden no llegar a relacionar las cuestiones científicas con el procedimiento que siguen.

Conceptual: los estudiantes desarrollan modelos, verifican leyes o reglas, analizan datos. El proceso implica tanto aspectos teóricos como operaciones y cálculos, o representaciones, sobre datos experimentales, pero al faltar la dimensión del objeto es posible que los estudiantes no relacionen los modelos teóricos con los materiales o condicionantes experimentales.

Lo ideal es integrar, aunque sea en distintas sesiones, los tres modelos de laboratorio para cubrir las tres dimensiones. Esto es algo que se ha tratado de conseguir en los proyectos realizados dado que, en mayor o menor medida según los días, pero sí a lo largo de todo el proceso, se han desarrollado actividades con los tres enfoques.

Para finalizar, pese a las dificultades que se encontraron en los dos cursos académicos (principalmente, los problemas para encajar el escaso tiempo libre –tanto de las estudiantes como de la tutora–, pero también la realización de los experimentos en un laboratorio de uso común –lo que impedía organizar el material con antelación y obligaba a recoger todo tras su uso– y, como consecuencia de estos dos condicionantes, la imposibilidad para repetir muchos de los experimentos), la valoración final es positiva dado que el grado de cumplimiento de los objetivos fue óptimo y, además, parece que las actividades desarrolladas constituyeron un refuerzo para los estudios universitarios actuales de las estudiantes.

CONCLUSIONES

Se considera que la realización de los dos proyectos de investigación del BIE mediante el desarrollo de sendos trabajos de laboratorio ha contribuido a potenciar competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales en los ámbitos tanto transversal (comunicación lingüística asociada a la redacción y la exposición de los proyectos y a la consulta de bibliografía en inglés, razonamiento crítico, manejo de las TIC) como específico (competencias científicas directamente relacionadas con el trabajo experimental realizado). De igual manera, los proyectos permitieron desarrollar la iniciativa y el sentido crítico de las estudiantes y su capacidad de autoaprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

A María y Celia, como protagonistas de los proyectos, y a sus tutores respectivos del instituto, D. Juan Carlos Ruiz Romera y D.^a Ana Isabel Aguilar Llorente, por su apoyo.

²² NEY, MAISCH, MARZIN (2009), p. 188.

UNA PROPUESTA DE TRABAJO DE LAS COMPETENCIAS STEM: EL CONGRESO CIENTÍFICO ENTRE ALUMNOS DE SECUNDARIA

Roberto Catalán de Domingo

Colegio Salesianos El Pilar Soto del Real (España). C/ Real, 21. 28791 Soto del Real (Madrid)
robertocatalan@salesianoselpilar.com

Ana María Giménez Antón

Colegio María Auxiliadora Villaamil, Madrid (España). C/ Villaamil, 18. 28039 Madrid
ana.gimenez@salesianas.org

Benigno Agustín Palacios Plaza

Colegio Santo Domingo Savio, Madrid (España). C/ Santo Domingo Savio, 2. 28017 Madrid
benigno.palacios@salesianosdosa.com

Alexandra Prada Alonso, Óscar Vázquez Mínguez

Colegio San Juan Bautista, Madrid (España). C/ Francos Rodríguez, 5. 28039 Madrid
a.prada.alonso@gmail.com, ovazquez@salesianosestrecho.es

Palabras clave: STEM, congreso intercentros, método científico, proyecto, alumnos de Secundaria.

Keywords: STEM, intercentros congress, scientific method, project, Secondary students.

Resumen

Desde hace un tiempo, en la Unión Europea es fundamental el desarrollo de las competencias STEM. Estas competencias son claves para dar una respuesta real a los retos actuales y futuros de nuestra sociedad. Pero la realidad es que cada año disminuye el número de jóvenes que optan por estos itinerarios de formación, especialmente las personas de género femenino.

En el siguiente artículo se muestra todo el proceso de trabajo que se realizó entre varios centros escolares para organizar un congreso científico y las conclusiones obtenidas de él. La característica principal es que los propios alumnos son los ponentes del congreso. Ellos son los protagonistas de la actividad, en la cual muestran el trabajo de investigación desarrollado mediante el método científico.

Abstract

For some time, in the European Union, the development of STEM competencies is fundamental. These competences are key to give a real answer to the current and future challenges of our society. But the

reality is that every year the number of young people who opt for these training itineraries decreases, especially for women.

In the following article the whole work process to organize a scientific congress, developed by several schools, is shown alongside with the final results obtained from it. The main feature of this congress resides in the students being the congress speakers as well. Students themselves are the main characters of and about the activity in which all investigative work carried out thanks to the scientific method is shown off.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física y la Química juega un papel central en el desarrollo intelectual de los alumnos y, como disciplina científica, tiene el compromiso de dotar al alumno de herramientas específicas que le permitan afrontar el futuro con garantías, participando en el desarrollo económico y social al que está ligada la capacidad científica, tecnológica e innovadora de la propia sociedad. Para lograrlo, se deben desarrollar estrategias didácticas propias de las ciencias capaces de recrear el proceso que siguen los científicos a la hora de plantear una investigación aplicando el método científico.

Para que estas expectativas se concreten, la enseñanza de esta materia debe incentivar un aprendizaje contextualizado; que potencie la argumentación verbal, la capacidad de establecer relaciones cuantitativas y espaciales, así como la de resolver problemas con precisión y rigor. Esta contextualización se concreta en el conocimiento y puesta en práctica del método científico; a través del cual, los alumnos adquieran las competencias necesarias para plantearse problemas, enunciar sus propias hipótesis y diseñar experimentos que les suministren datos, para ir construyendo su conocimiento escolar a partir de una realidad observable.

De hecho, el Real Decreto por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato establece, como estándares de aprendizaje, para la asignatura de Física y Química¹:

Aplicar habilidades necesarias para la investigación científica, planteando preguntas, identificando problemas, recogiendo datos, diseñando estrategias de resolución de problemas, utilizando modelos y leyes, revisando el proceso y obteniendo conclusiones.

Elaborar e interpretar representaciones gráficas de diferentes procesos físicos y químicos a partir de los datos obtenidos en experiencias de laboratorio o virtuales y relaciona los resultados obtenidos con las ecuaciones que representan las leyes y principios subyacentes.

Establecer los elementos esenciales para el diseño, la elaboración y defensa de un proyecto de investigación, sobre un tema de actualidad científica, vinculado con la Física o la Química, utilizando preferentemente las TIC.

¹ España, Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE, n.º 3, de 3 de enero de 2015, pp. 258-272 [en línea], disponible en: <https://bit.ly/1yqYevg> [consultado el 22/07/2018].

LA EXPERIENCIA PASO A PASO

I. FASE INICIAL. LA IDEA

Esta alfabetización científica marcada como objetivo relevante en nuestra legislación educativa, junto con la necesidad de contextualizar el aprendizaje², nos lleva a varios centros educativos a plantearnos la organización conjunta de un congreso científico intercentros.

Para ello, nos proponemos inicialmente la realización de pequeñas investigaciones siguiendo el método científico que surgieran de los intereses del alumnado. La temática puede versar sobre cualquiera de las áreas de ciencia (incluyendo las tecnológicas) y debe realizarse en pequeños grupos de 4 o 5 alumnos. Los resultados de la investigación se plasmarán en un póster y se presentarán en aula, mediante el formato de Pecha Kucha³.

Los objetivos específicos que pretendemos conseguir con esta actividad, son los siguientes:

- Entender que la ciencia está presente en cada uno de los aspectos de su vida.
- Descubrir y aplicar los métodos que utilizan los científicos al abordar un problema real⁴.
- Aprender a argumentar y defender sus ideas.
- Fomentar y utilizar dinámicas de trabajo participativas.
- Divulgar la ciencia y valorar la carrera investigadora.

Presentar su resultados de manera creativa e innovadora.

Participar en un congreso de ciencias intercentros.

De cada centro se escogerán tres grupos que abanderarán a su colegio en un congreso científico intercentros.

De esta manera quedó configurado el trabajo en los centros:

- En el colegio Salesianos El Pilar se trabajó con tres grupos de 3.º de ESO desde la asignatura de Física y Química mediante la puesta en práctica de una feria científica.
- En el colegio María Auxiliadora Villaamil se optó por un grupo de PMAR II (3.º de ESO) a través del ámbito científico-matemático y realizando un seguimiento diario.
- Desde el colegio Santo Domingo Savio se eligió a un grupo de 4.º de ESO y se realizaron prácticas en trabajo cooperativo en la asignatura de Física y Química.
- Por último, desde el colegio San Juan Bautista, con dos profesores participantes, se escogieron dos grupos de 3.º de ESO, que trabajaron en el proyecto dentro de la asignatura de Física y Química, y un grupo de PMAR II (3.º de ESO) a través del ámbito científico-matemático y realizando, también, un seguimiento diario.

² RODRÍGUEZ ESPINOSA, J. M. y LOPEZ-RUIZ, J. (2011). Reflexiones sobre la ciencia en edad temprana en España: perspectiva científica. En COSCE, Informe ENCIENDE. *Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar par edades tempranas en España*, Madrid, p. 95 [en línea], disponible en: <https://bit.ly/1Lv7mpQ> [consultado el 22/07/2018].

³ CHAMORRO, A., BARROSO, M. J., GARCÍA, J. M., GENERELO, F., MIRANDA, F. J., PALACIOS, M., RUBIO, S. (2014). El método Pechakucha para realizar presentaciones eficaces. Universidad de Extremadura. [en línea] disponible en: <https://bit.ly/2JKoDeU> [consultado el 22/07/2018].

⁴ VAZQUEZ-ALONSO, A., ACEBEDO-DIAZ, 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) [en línea], disponible en: <https://bit.ly/2zYtqd0> [consultado el 22/07/2018].

II. FASE INTERMEDIA

Trabajo en los centros

La propuesta se pone en funcionamiento en nuestros centros en los primeros días lectivos de enero de 2018, informando pormenorizadamente a los alumnos implicados, y se desarrolla durante el segundo trimestre del curso.

Dos tareas importantes son las primeras que hay que llevar a cabo: recordar cuáles son las fases del método científico (todos ellos las han estudiado previamente) y la elaboración de los grupos de trabajo.

Para la primera parte, tuvimos que llegar a un consenso entre los profesores implicados en cuáles eran las partes básicas del método científico en las que íbamos a fijarnos todos, llevando al siguiente listado:

1. Observación.
2. Planteamiento de una pregunta.
3. Estudio teórico sobre dicha pregunta.
4. Planteamiento de una hipótesis.
5. Planteamiento de un proyecto de investigación.
6. Experimentación y recogida de datos.
7. Tratamiento de datos.
8. Conclusiones.
9. Exposición.

Para la creación de los grupos de trabajo se siguieron diversas técnicas en los centros: en algún centro los grupos ya estaban previamente formados, y en otros centros, los grupos se eligieron libremente por el alumnado, dejándoles claro que el proyecto que iban a realizar era evaluable y que su nota iba a ser la nota del grupo y no de cada individuo. Las tareas que indicamos a los alumnos que debían repartirse, o en las que colaborar, durante la consecución del proyecto, entre los miembros de cada grupo, fueron las siguientes:

- Diario-crónica de lo que se va haciendo/decidiendo cada día.
- Búsqueda de bibliografía y selección de la más importante.
- Diseño de los experimentos.
- Implementación de los experimentos.
- Toma de datos/fotografías/grabación en vídeo de los experimentos.
- Tratamiento de los datos y toma de conclusiones.
- Elaboración de la presentación escrita (mural) de los proyectos.
- Elaboración de la presentación oral de los proyectos.
- Presentación de los proyectos.

Partimos de que todo debe surgir de una pregunta que se haga cada grupo: algo que les llame la atención y que decidan qué quieren explicar por qué ocurre⁵. Para esto, les recomendamos que no hagan uso de internet ni de los libros previamente. Les pedimos que se dejen llevar por su imaginación y ya luego se verá cómo es de factible.

Una vez que cada grupo tiene la pregunta de partida, realizan una búsqueda teórica de información sobre las cuestiones planteadas (algunos grupos partieron de más de una pregunta) para elegir la pregunta definitiva.

Desde aquí diseñaron la hipótesis de trabajo que querían tratar de probar. Es importante, en este punto, que tengan especial cuidado con las variables que quieren medir y con las constantes que van a introducir en la hipótesis. Igualmente, es necesario asegurarse de que este paso se realiza por escrito. Ejemplos de estas hipótesis son las siguientes: «La masa de carne disminuye en contacto con las ácidas como la Coca-Cola» o «El vaho de un espejo se va antes con el aire caliente que con el aire frío».

Posteriormente, se presentan por escrito los diseños de los experimentos que van a llevar a cabo para probar sus hipótesis indicando, además, el material que necesitan para llevarlo a cabo, cómo van a medir cada variable, el número de veces que se va a repetir cada experimento para que los datos sean fiables y cómo van a recoger los datos medidos. En esta fase, es fundamental que el profesor responsable dé el visto bueno a los proyectos presentados y proponga las modificaciones que sean pertinentes para que los experimentos sean factibles, los datos medibles y se pueda, a través de ellos, probar las distintas hipótesis. Una vez dado el visto bueno por parte del profesor, los diseños se imple-



Figura 1. Trabajo del alumnado en el laboratorio.

mentan (ver figura 1), de modo que, al medir las distintas variables, se van recogiendo los datos y ordenando en tablas acorde a lo programado en el diseño y se realizan las gráficas que se vean necesarias para probar la hipótesis. Como en muchos casos, los experimentos se repiten, se precisará tratamiento estadístico suficiente para llegar a valores medios y establecer posibles errores.

Con estos datos se llega a conclusiones de cada experimento y se puede responder si la hipótesis es o no cierta.

Los alumnos aprenden a realizar un cartel científico (utilizando distintos programas) para poder exponer su proyecto y sus conclusiones y realizan dicho cartel recorriendo todas las partes del método científico utilizado. Aquí se exponen dos ejemplos de carteles de dos grupos distintos: ¿Por qué la comida rápida tarda más tiempo en pudrirse que la comida casera? y ¿Se va antes el vaho de un espejo con aire frío o con aire caliente? (ver figuras 2 y 3).

⁵ LLORENTE SEGURA, P. (2016). Efecto de las prácticas experimentales en el aprendizaje y motivación de los alumnos de la asignatura de Química de primero de Bachillerato, trabajo fin de máster, Universidad Internacional de La Rioja, pp. 30-31 [en línea], disponible en: <https://bit.ly/2A1feA0> [consultado el 22/07/2018].

El Congreso Científico

El Congreso Científico se celebra en los últimos días del mes de marzo de 2018. Se elige este momento porque se sabe que los alumnos han finalizado su 2.ª evaluación y pueden dedicar un tiempo extra a esta actividad.

Desde el primer momento, quisimos dejar clara la idea a los alumnos, y fue un punto de discusión entre los profesores que no se iba a celebrar un concurso (competitivo), sino que era una oportunidad de mostrar la buena ciencia que se hace en nuestros centros: todos ganan y nadie pierde (constructivo-colaborativo).

Los objetivos concretos que persigue la celebración de este congreso son:

- Adquirir las competencias necesarias para plantearse problemas.
- Enunciar sus propias hipótesis y diseñar experimentos que les suministren datos.
- Construir su conocimiento escolar a partir de una realidad observable.
- Compartirlo con sus padres.

Por estas razones, los grupos que participan, desde cada centro, en el congreso no son siempre los mejores en cuanto a qué resultados positivos se obtienen, sino que se plantean otros aspectos, importantes en la ciencia, a la hora de elegir a los representantes: el rigor mostrado por los alumnos, la originalidad de los trabajos y de su presentación, la capacidad de colaboración de los alumnos y de reparto de tareas, el compromiso de los alumnos (esta actividad se continuó durante tres meses y los alumnos adolescentes no suelen ser muy constantes). También nos parece interesante tener en cuenta la opinión de los propios alumnos a la hora de elegir y, de esta forma, también les preguntamos quiénes creían que deberían ser sus representantes. Ponemos una limitación de 3 grupos por centro educativo para que el congreso se realice en un periodo máximo de 3 horas (una tarde).

Para realizar el congreso tenemos en cuenta dos aspectos para que reproduzca, lo más fielmente posible, un congreso científico al uso: cómo hacerlo y cómo publicitarlo.

Cuando nos planteamos cómo realizarlo, elegimos realizarlo en el salón de actos de uno de los centros participantes, el colegio San Juan Bautista, que recogía las características adecuadas para el congreso (necesitamos un ordenador con cañón de proyección y un buen sistema de audio y un aforo de, al menos, 200 personas). Los pósteres científicos los imprimimos en las instalaciones de otro de nuestros centros que tiene una máquina para imprimir planos en tamaño grande (DIN-A0).



Figura 6. Cartel publicitario.

Como surgen diversos gastos en el camino, optamos por buscar financiación externa a nuestra actividad y conseguimos la ayuda de tres empresas:

- La editorial SM nos ayuda económicamente para hacer frente a algunos gastos. Igualmente nos regala unos *packs* de libros para todos los alumnos participantes en el congreso.
- La empresa Science4you nos proporciona unos monitores para hacer unos talleres de ciencias dirigidos a los alumnos participantes y unos kits de experimentos científicos para cada grupo.
- Big Van, Científicos sobre Ruedas, participan en el congreso con la presencia, a coste cero, de dos monologuistas científicos que desarrollan su arte durante la jornada.

En cuanto a su publicitación, seguimos cuatro vías:

- Publicitarlo en los propios centros, entre alumnos, profesores y padres: haciendo uso de las noticias en las páginas web de los colegios y creando un cartel que se puso en los diferentes centros (ver figura 6).
- Realizar una lona publicitaria en gran formato (300 x 100 cm) que se expuso en un lugar público en una pared exterior del centro, cercana a la puerta principal, donde se realizó en congreso (ver figura 7).



Figura 7. Lona publicitaria.

- Publicitarlo en redes de difusión de divulgación científica de prestigio. En concreto, surgió una noticia en la página web de la revista *Principia*, el 2 de marzo de 2018 (<http://principia.io/2018/03/02/congreso-cientifico-entre-alumnos-de-secundaria.ljczMSI/>) titulada «Congreso científico entre alumnos de Secundaria».
- En el vestíbulo de la entrada del salón de actos, colocamos los pósteres científicos de los grupos participantes para que las personas que asistían al congreso pudieran verlos en detalle mientras los alumnos realizaban los talleres científicos.



Figura 8. Presentación de un grupo de alumnos durante el congreso.

- Con todo esto, durante el mes de marzo, se eligen los siguientes trabajos a presentar por cada grupo correspondiente en el congreso:
- ¿El azúcar afecta a la fusión del hielo?
- La oxidación de la manzana y el aguacate.
- Cacao y calor:
- ¿Por qué se corta la mayonesa?
- ¿Cómo funciona el campo magnético de los imanes?
- ¿Por qué la comida rápida tarda más en pudrirse que la comida casera?
- ¿Aguanta más una flor en un jarrón si añadimos una aspirina?
- ¿Se va antes el vaho de un cristal con aire frío o caliente?
- ¿Roncan más las personas cuanto más pesan?
- Desmontando mitos: ¿hay más nacimientos durante la luna llena?

Y este es el horario que seguimos (decidimos realizarlo por la tarde para que no afectara a la jornada escolar de los alumnos):

17:00. Presentación y talleres científicos para participantes.

18:00. Inauguración del congreso.

18:15. Presentaciones de los trabajos.

19:30. Actuación de monólogos científicos.

20:00. Cierre.

Decidimos incluir los talleres previos al congreso porque pensamos que los alumnos deben emocionarse con la ciencia que descubren y porque es muy útil para que pierdan los nervios previos a su presentación.

El congreso se desarrolla según lo establecido y es un éxito que convoca a más de 100 personas, adicionales a los participantes, entre alumnos, familiares y otros profesores no implicados en el proyecto (ver *figura 9*).



Figura 9. Grupo de alumnos y profesores participantes.

III. FASE FINAL. EVALUACIÓN

Para evaluar conjuntamente el trabajo realizado por los diversos centros utilizamos un formulario consensuado. Participaron 172 alumnos, de los cuales el 93% valoró como positiva o muy positiva la experiencia. Además, cuando se les preguntó sobre objetivos concretos, estas fueron sus contestaciones (ver *figura 10*).



Figura 10. Resultados de una de las cuestiones de la evaluación realizada a los alumnos.

En las respuestas abiertas, los alumnos pudieron expresar libremente sus reflexiones sobre la propuesta educativa que les habíamos planteado:

«Me ha gustado mucho la experiencia, me ha parecido una buena forma de incentivar las vocaciones científicas, de aprender muchas cosas nuevas que desconocía y mejorar otros aspectos gracias a la realización del trabajo»

«Aunque ya tenía alguna idea, después de este congreso estoy más segura de que en un futuro escogeré alguna carrera de Ciencias, así que ¡gracias! Espero que haya más oportunidades como esta más adelante, estaría encantada de poder repetirla».

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que hemos llegado tras la realización de la experiencia son:

- Una propuesta de trabajo adecuada al contexto de secundaria y reproducible en cualquier otro centro o conjunto de centros. Los congresos forman parte de la actividad científica y podemos marcarlos como objetivo acercarlos al aula a través de experiencias como esta. Además, permite que el alumno trabaje su expresión oral, autonomía, reflexión, la relación entre conocimientos, las competencias STEM... Debe contar, no obstante, con el visto bueno del equipo directivo, porque involucra a parte de la comunidad educativa y recursos del centro.
- Un formato menos formal, que permite la participación de todos y la integración de cualquier perfil de alumno. Permite emocionar: Cambiar de entorno (clase magistral), permite que nuevos modelos de aprendizaje salgan a relucir; lo que permite que alumnos que en el contexto de aula son menos propensos a destacar lo hagan en este tipo de experiencias más creativas.
- Una experiencia fácilmente extrapolable a otras instituciones, que enriquece la identidad y la creación de comunidades de aprendizaje. En nuestro caso, hemos limitado la experiencia a nuestro entorno más cercano (cuatro centros salesianos), pero podemos proponernos una experiencia similar con otras instituciones, colegios de nuestro distrito...
- Un congreso que da visibilidad al centro en redes sociales, instituciones académicas y educativas. Si queremos educar, tenemos que traspasar las fronteras de nuestros muros y expandir nuestras propuestas educativas al entorno.

INICIANDO AL ALUMNADO EN EL TRABAJO CIENTÍFICO Y EN LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA. LA «JORNADA CIENTÍFICA», UNA EXPERIENCIA EN ESO

Adrián Gollerizo Fernández

*Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación
Universidad Autónoma de Madrid
adrian.fernandezg@estudiante.uam.es*

María Rebeca Clemente Gallardo

*Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco
C/ Francisco Tomás y Valiente, 3. 28049 Madrid
maria.clemente@uam.es*

Palabras clave: educación científica, Educación Secundaria, Física y Química, aprendizaje cooperativo, STEM.

Keywords: science education, Secondary Education, Physics and Chemistry, cooperative learning, STEM.

Resumen

En este trabajo se presenta la «Jornada científica», una experiencia didáctica que consiste en la organización de un congreso científico por parte de estudiantes de Educación Secundaria de la asignatura Física y Química. El propósito de este artículo es explicar en detalle la metodología didáctica empleada y el desarrollo de la experiencia. Para evaluar la experiencia se empleó un cuestionario estilo DAFO adaptado a las necesidades del proyecto. Esto nos permitió analizar los puntos débiles y fuertes de la propuesta, con el fin de mejorarla de cara al futuro.

Abstract

In this paper we present the “Scientific conference”, a didactic experience which consists in the organization of a scientific congress by Secondary Education students of Physics & Chemistry subject. The purpose of this paper is to describe in detail the didactic method used and the development of the experience. A SWOT questionnaire, adapted to the necessities of the project, was used to evaluate the experience. That allowed us to analyze the strengths and the weaknesses of the proposal, in order to improve it in the future.

INTRODUCCIÓN

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) del año 2006 definía la alfabetización científica como aquellas características del individuo que implicaban, entre otras, la predisposición a involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano constructivo, preocupado y reflexivo¹. Sin embargo, en los últimos años hemos asistido a un descenso en el interés del alumnado por la ciencia y, en concreto, por la ciencia que se enseña en la escuela.

El último informe PISA del año 2015 indica que, aunque la mayoría de los estudiantes europeos reconocen el papel de la ciencia en la sociedad, muy pocos se involucran en actividades de carácter científico². Por otro lado, encontramos que las actitudes hacia la ciencia varían según la disciplina. El interés sobre los temas científicos disminuye según se mueve más allá de la experiencia personal. Algunos estudios muestran que los jóvenes parecen estar más interesados por ramas científicas como la biología humana que por la física o la química, cuya relevancia es difícil de identificar^{3,4}.

No obstante, pese a la situación de crisis que vive a día de hoy la educación científica en la escuela, se ha advertido que la ciencia escolar permite despertar la curiosidad de parte del alumnado⁵. Sin embargo, para satisfacer esa curiosidad los estudiantes acuden en muchas ocasiones a entornos de aprendizaje no formal de la ciencia. Surgen así nuevos contextos y medios de aprendizaje que pueden servir como estímulo para la innovación de la enseñanza de las ciencias y como solución a la crisis de la educación científica.

Ante el éxito de algunos de los contextos de aprendizaje no formal frente a la ciencia escolar, se hace necesario plantear propuestas que permitan al alumnado involucrarse en experiencias de aprendizaje distintas a las convencionales. La experiencia educativa que aquí se presenta, «la Jornada científica», nace como un entorno de aprendizaje diferente, que permita al alumnado implicarse en una labor tan propia del trabajo científico como es la organización y puesta en marcha de un congreso.

El congreso científico escolar ya ha sido empleado por otros autores como estrategia didáctica. En Educación Secundaria cabe destacar el trabajo de Sánchez y Carretero (2008)⁶, Moreno, Delgado y Abenza (2014)⁷, Álvarez *et al.* (2016)⁸ y de Llorente *et al.* (2017)⁹.

¹ OCDE (2006). *Assesing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*, París: OCDE [en línea], DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264026407-en>.

² OCDE (2016). *PISA 2015 Resultados clave*, [en línea], disponible en: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf> [consultado el 28/05/2018].

³ OSBORNE, J., SIMON, S., y COLLINS, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1049-1079.

⁴ BYBEE, R., y MCCRAE, B. (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), pp. 7-26.

⁵ VÁZQUEZ-ALONSO, Á. y MANASSERO-MAS, M. A. (2005). La ciencia escolar vista por los estudiantes. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 57(5), pp. 125-143.

⁶ SÁNCHEZ, M. A. y CARRETERO, M. B. (2008). El alumnado como protagonista de la jornada científica sobre el agua. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), pp. 347-355.

⁷ MORENO, P. P., DELGADO, M. y ABENZA, A. C. (2014). Un congreso científico en secundaria. Una experiencia para aprender y comunicar la ciencia. *Aula de Secundaria*, 10, pp. 20-24.

⁸ ÁLVAREZ, J. A., DOMÈNECH-CASAL, J., GARROTE, A., GASCO, J., OLIVEROS, C. y RODRÍGUEZ, L. (2016). Investiguem i ens comuniquem científicament: una proposta de centre com a dinamització de la Competència Científica. *Revista Ciències*, 31, pp. 12-20.

⁹ LLORENTE, I., DOMÈNECH, X., 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. *Investigación en la Escuela*, 91, pp. 72-89.

METODOLOGÍA

La «Jornada científica» consiste en la organización y puesta en marcha de un congreso científico por parte de estudiantes de Educación Secundaria. La experiencia se llevó a cabo con un grupo de 4.º curso de ESO de la asignatura Física y Química del IES Laguna de Joatzel de Getafe (Madrid) durante el tercer trimestre del curso 2016/2017.

Para la puesta en marcha del proyecto, el grupo clase se dividió en tres grupos cooperativos, dentro de los cuales existían distintos roles: ponentes, comité científico y comité organizador. Los *ponentes* fueron los encargados de realizar un trabajo de investigación y comunicarlo públicamente el día del congreso. El *comité científico* se encargó del arbitraje y de la elaboración del libro de resúmenes. El *comité organizador* tuvo como tarea la planificación y coordinación de la jornada.

El profesor se encargó de guiar las actividades de los grupos, que trabajaron de forma cooperativa. El profesor desempeñaba, de esta manera, diversos papeles:

- Tutor de las investigaciones de los ponentes. Era el encargado de facilitar materiales y recursos, orientar la dirección del trabajo y la búsqueda de información, supervisar y asesorar al estudiante mediante retroalimentación continuada, clara y precisa.
- Coordinador del comité científico. Establecía los criterios para la valoración de las producciones de los ponentes y coordinaba el proceso de arbitraje. Además, supervisó el libro de resúmenes, para evitar la aparición de conceptos erróneos.
- Coordinador del comité organizador. El profesor era el nexo de unión entre este comité y las estructuras de organización del centro.

Además de la participación de los alumnos, se contó con ponencias impartidas por especialistas en el ámbito científico, que participaron en la jornada en calidad de invitados/as. De esta manera, la «Jornada científica» pretendía ser un punto de encuentro entre estudiantes y profesionales de distintas ramas de la ciencia.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

A continuación, se presentan las tareas que llevó a cabo el alumnado para la puesta en marcha de la propuesta, organizadas por semanas.

SEMANA 1

Tras presentar la propuesta y las tareas asignadas a cada uno de los roles, se formaron los grupos de trabajo. Para ello, se atendió a criterios de heterogeneidad en cuanto a motivación, rendimiento académico, capacidad y género. A la hora de asignar roles, se tuvo en cuenta la preferencia expresada por cada estudiante.

Se recogieron los correos electrónicos individuales para llevar a cabo la comunicación con el profesor fuera del aula, tanto individual como grupal. Surgió como iniciativa del alumnado crear grupos de comunicación informales a través de la plataforma WhatsApp. Los miembros del comité organizador eran los encargados de hacer llegar al profesor la información de las comunicaciones que se llevaban a cabo por esta vía.

SEMANA 2

En la segunda semana, los ponentes debían elegir un dominio científico o área temática general en la cual llevar a cabo su trabajo de investigación, de acuerdo con sus preferencias e intereses personales. Para ello,

el profesor planteó una serie de posibles áreas temáticas. Como era posible que algunos estudiantes no encontraran interesantes los temas propuestos para el trabajo de investigación, también se aceptaron temas propuestos por los propios estudiantes.

Se pidió a los ponentes que elaboraran una lista de tres áreas temáticas por orden de preferencia. El comité científico de cada uno de los grupos decidió qué tema se asignaría a cada ponente, dentro de los que había elegido. Los criterios para asignar el tema fueron el orden de preferencia indicado, así como la afinidad del tema con el perfil del ponente. La decisión se comunicó a los ponentes a final de semana. La tarea asignada a los ponentes fue realizar una exploración inicial basada en consulta bibliográfica de los temas que les habían sido asignados.

En esta semana, el comité organizador se encargó de llevar a cabo la fase de recopilación de información del proyecto. Para ello, se tenían que informar de cuestiones como: ¿qué es un congreso científico?, ¿cómo se organiza?, etc. Para ello, se los animó a buscar información sobre congresos científicos famosos o que se realizan actualmente. Los miembros del comité organizador accedieron a la web de distintos congresos para consultar el programa, la manera de organizarlos, la estructura de la web, la manera de promocionarlos, etc.

SEMANA 3

Una vez identificada el área temática en la que iban a trabajar, los ponentes debían definir la pregunta a investigar. En las sesiones de trabajo, se les entregó un «dossier del investigador». En ese documento se explicaba qué es una investigación y qué tipos existen, qué metodologías se pueden usar para investigar, etc. También se especificaba de forma breve el proceso a seguir y se daban orientaciones para redactar el borrador.

Una vez definida el área temática, para llegar a la pregunta investigable se siguió el proceso descrito a continuación, adaptado de Coromina, Casacuberta y Quintana (2002)¹⁰ y Alonso (2016)¹¹:

1. Dividir el área temática general en temas particulares. Para ello, una técnica útil es hacer un diagrama de árbol del que salgan varios temas particulares, dentro la temática general.
2. Dentro del área temática elegida, nos centramos en una cuestión o tema específico que deseemos conocer, explicar o interpretar. El tema debe ser lo suficientemente «abierto» como para iniciar una investigación, pero no tanto como para que esta investigación sea inabarcable.
3. Etapa de *cluster*. Nos planteamos la pregunta: ¿qué sabemos sobre el tema escogido? Para ello, cada estudiante debe escribir todo lo que sabe del problema en pósts o elaborando una lista. Esto nos permite organizar la información recogida durante la fase de exploración previa. Después, se organiza la información según las relaciones que se aprecien. De esta manera aparecen agrupaciones que reflejan aspectos clave del tema.
4. A partir de la etapa anterior, elaboramos una lista de palabras clave. Una vez que tengamos elaborada la lista de palabras clave, hemos reducido el alcance del tema y nos podemos centrar en dos o tres aspectos del mismo.
5. Elaboración de preguntas destinadas a obtener información. Son preguntas del tipo ¿qué?, ¿quién?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿por qué?, ¿para qué?, ¿para quién? Estas preguntas iniciales indican lo que se pretende saber, aclarar o descubrir sobre el tema.

¹⁰ COROMINA, E., CASACUBERTA, X. y QUINTANA, D. (2002). *El trabajo de investigación*. Barcelona. Eumo Octaedro.

¹¹ ALONSO, N. (2016). *Solución creativa de problemas. Una guía para empezar* [material de clase]. Innovación docente e iniciación a la investigación educativa en Física y Química. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid.

6. Seleccionamos las mejores preguntas. Los criterios para que una pregunta sea buena son su pertinencia, realismo, claridad y la viabilidad para llevar a cabo su investigación.
7. Otro *cluster* para identificar un posible tema, ahora más concreto. Aparte de concretar más el tema elegido, esto nos permitirá tomar tiempo para pensar en las posibles maneras de enfocarlo: hablar con personas acerca de él, hacer una lectura general y pensar qué aspectos del tema te atraen más.
8. Finalmente, se enuncia el tema en forma de pregunta investigable que dé respuesta a ¿qué quiero investigar?, ¿qué pregunta quiero responder y por qué?

Como podemos comprobar, el proceso para llegar a la pregunta investigable resulta largo, iterativo y laborioso. Partimos de un ámbito muy amplio y vamos decidiendo gradualmente qué dirección va a tomar el trabajo. Por ese motivo, el proceso de formulación de la pregunta investigable fue trabajado en distintas sesiones de manera grupal e individual.

Durante esta semana, los miembros del comité organizador se dedicaron a la fase de planificación del proyecto. Elaboraron un plan de trabajo teniendo en cuenta los recursos humanos y materiales de los que se disponía. Se pusieron en contacto con la dirección del centro para reservar el salón de actos y se coordinaron para buscar una fecha adecuada para el evento.

SEMANA 4

Durante esta semana, los ponentes siguieron trabajando en la definición de la pregunta a investigar. Una vez planteada las preguntas, estas se comunicaron a los miembros del comité científico, que se encargaron de aceptarlas o de rechazarlas, indicando propuestas de mejora o recomendaciones para definirla mejor; bajo la supervisión del profesor. Las preguntas que finalmente plantearon los ponentes fueron las siguientes:

- ¿Qué pasaría si sustituyéramos los medicamentos por tratamientos homeopáticos?
- Si le doy al *pause*, ¿puedo predecir lo que va a pasar en una película?
- ¿Cómo se podría construir una central nuclear en Getafe?
- Y a mí, ¿qué me importa la mecánica cuántica?
- ¿Qué pasaría si un día al despertar no existiera la Química?
- ¿Qué pasa con las mujeres en la ciencia?
- ¿Hay alguien ahí?
- ¿Qué pasaría si el Sol desapareciera?
- ¿Qué es la ciencia?
- ¿Dónde está la física de mi *spinner*?

Una vez decidida la pregunta, se pidió entregar un el esquema y la planificación de la investigación para final de la semana. Una vez entregado el esquema y la planificación al comité científico, este debía evaluar la adecuación de estos a la investigación planteada. Con el esquema definitivo, elaborado a partir de las recomendaciones y orientaciones del comité científico, los ponentes estaban preparados para comenzar la tarea de recogida de información para dar respuesta a la pregunta planteada.

La primera tarea encomendada al comité organizador durante esta semana fue la de encontrar un lema para el congreso. Además, se les encargó el diseño y realización de una página web, a través de la plataforma de trabajo colaborativo en la nube Google Sites. El trabajo se realizó tomando como modelo webs de otros congresos científicos.

SEMANA 5

Durante esta semana, los ponentes se dedicaron a la labor de documentación y las actividades de recogida de información. Para ello, usaron diversas fuentes de información como libros y revistas disponibles en la biblioteca del centro, información en línea, etc. Además, el profesor proporcionó materiales en forma de artículos, libros y ofreció tutorías personalizadas. Gran parte del alumnado optó por realizar actividades de observación y por la realización de entrevistas.

Se pidió a los ponentes el envío de un primer borrador a finales de la semana. La fecha límite para el envío se estableció a través de la página web, a modo de *call for papers*. Con ese primer borrador, se pretendía que el estudiante ponga por escrito la información que ha recogido, con cierto orden. Por otro lado, esto permitió a los miembros del comité científico de cada uno de los grupos ir evaluando el trabajo de sus compañeros.

Durante el fin de semana, los miembros del comité científico se encargaron de arbitrar las producciones de los ponentes, es decir, evaluarlas en función de criterios como: claridad en las explicaciones, jerarquía y orden en los conceptos, completitud y lógica interna de las explicaciones. Para llevar a cabo esa evaluación se hizo necesario que los miembros del comité hubieran realizado una lectura previa comprensiva de los temas a valorar. Propusieron a los ponentes de su grupo modificaciones y propuestas de mejora, para lo que contaron con la supervisión y la retroalimentación del profesor.

El comité organizador fue encargado de informar a los profesores de la celebración de la jornada y de configurar el programa. Se establecieron, con ayuda del profesor, las clases que asistirían como público, adaptando la temática de las ponencias al público asistente y a la modalidad de los estudios de este público. Se solicitó al centro la difusión de información de la jornada a través de sus plataformas institucionales como la web del IES o la plataforma Twitter. Además, se facilitó al comité organizador una dirección de correo oficial para atender a la gente interesada en contactar con la organización del evento.

SEMANA 6

El comité científico notificó a los ponentes los resultados de la primera revisión. Se abrió así la última etapa del trabajo de investigación que implica revisar la información obtenida, interpretarla, obtener relaciones entre la información y conclusiones. Se pidió a los ponentes el envío de un segundo borrador, que tenía que ser casi un guion de lo que se iba a contar en la conferencia.

Estos segundos borradores pasaron por una segunda fase de arbitraje, algo menos exhaustiva que la primera. Los miembros del comité científico, en esta segunda fase de revisión, hicieron modificaciones y recomendaciones orientadas, principalmente, a mejorar la comunicación oral de las investigaciones.

Durante esta semana, los miembros del comité organizador ultimaron los preparativos de la «Jornada científica». Para ello prepararon carteles informativos, invitaciones y diplomas para los asistentes. Se imprimieron carteles en formato póster, que fueron colgados en los tabloneros de anuncios y en los pasillos del centro. Las invitaciones se dejaron en la sala de profesores. Además, se decidió proveer a los asistentes de un «pack del congresista», que incluía: botella de agua, lápiz y cuaderno, acreditación y programa.

SEMANA 7

Los ponentes enviaron sus borradores definitivos. Tuvo lugar con ellos una sesión de trabajo en la que se explicaron las técnicas para hacer una buena defensa oral de un proyecto. Se hizo especial hincapié en la estructura que esta debía tener, en la postura a la hora de hacer una presentación, la expresión oral, el uso de material audiovisual, etc.

En cuanto a los miembros del comité organizador, esta semana ultimaron los detalles para que todo estuviera listo el día de la jornada. A través del correo oficial enviaron invitaciones de participación a los científicos/as invitados. El día de la jornada desempeñaron un papel fundamental: apoyo con aspectos logísticos

(funcionamiento de los cañones de proyección, sonido, etc.), realización de un reportaje fotográfico, dirección de turnos de ruegos y preguntas, etc.

La «Jornada científica» discurrió con éxito rotundo. La bienvenida y la clausura corrieron a cargo de la alumna que dio la charla inaugural. Además, uno de los invitados cedió vídeos cortos de temas de divulgación científica de su canal de YouTube. Esos vídeos se proyectaron en los intermedios y en los descansos para hacer más dinámico el evento. La asistencia de público fue fluida y se turnaron profesores, alumnos y también familiares de los estudiantes que participaban en la actividad.

SEMANA 8

En esta semana se evaluó el trabajo realizado y los objetivos conseguidos. Por su parte, los miembros del comité científico trabajaron en el libro de resúmenes, para dejarlo a disposición de la biblioteca del centro.

EVALUACIÓN

Para la evaluación de la propuesta didáctica se empleó un cuestionario estilo DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), adaptado a las necesidades del proyecto. El cuestionario fue respondido por alumnos y profesores. Se eligió un cuestionario de este estilo para evaluar el proyecto ya que nos permite analizar los puntos débiles y fuertes de la propuesta, y mejorarla para su futura implantación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ALUMNADO

Los resultados del cuestionario para el alumnado que participó en la experiencia son los que se muestran en la *figura 1*.

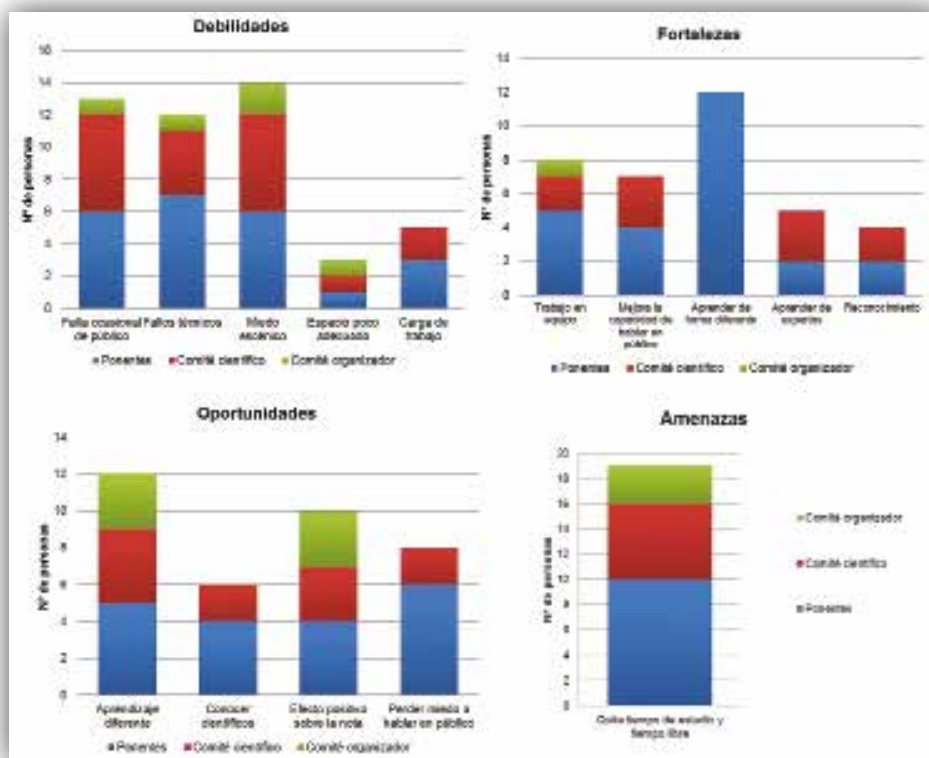


Figura 1. Resultados del cuestionario DAFO para el alumnado.

Las conclusiones que podemos sacar es que la propuesta resultó interesante y motivadora ya que permitía, en palabras de los propios alumnos, «sentirse como auténticos científicos». Lo que más valoraron fue que el aprendizaje era diferente y que permitía «perder el miedo a equivocarse y hablar en público». Uno de los puntos fuertes señalado fue que permitía adquirir «confianza en ti mismo».

En cuanto al trabajo cooperativo, valoraban el hecho de que durante todo el proceso el grupo se había comportado como «una piña». Por otro lado, el contacto con profesionales del mundo de la ciencia fue muy positivo. Como ellos mismos indicaban, una de las fortalezas es que mediante la jornada han podido «conocer a gente muy famosa», refiriéndose a los científicos y científicas que asistieron al evento.

También recibió una valoración positiva el reconocimiento que se le había dado a la actividad. Lo que a ojos externos pueden parecer detalles menores (los carteles, las acreditaciones, hablar con micrófono, usar un puntero láser, etc.), tuvo gran importancia para los alumnos. Se encuentran valoraciones del estilo: «me ha gustado ser el centro de atención y que todo el mundo me escuchara» o «me he sentido mayor».

Los puntos débiles identificados fueron principalmente el público y la carga de trabajo. En cuanto el público, los alumnos manifestaron que «hubo gente que no fue vista por sus profesores y familiares». Respecto a la carga de trabajo, consideran que «todo el mundo debería poner el mismo esfuerzo». Al ser un trabajo que fomenta la autonomía, es posible que muchos alumnos sintieran que habían dedicado más tiempo que otros. En cuanto al tiempo, se indicaba que se realizó en una «mala época» ya que eran fechas de exámenes. La mayor parte del alumnado expresó haber tenido la sensación de haber aprendido más que en una «clase normal».

PROFESORADO

Tan solo nueve profesores respondieron el cuestionario DAFO. Por tanto, la muestra no es lo suficientemente significativa como para poder extraer conclusiones generales. Sin embargo, las opiniones del profesorado son interesantes porque incluyen, de manera implícita, posibles propuestas de mejora.

- **Debilidades:** la principal debilidad que los profesores ven al proyecto es la dificultad para integrarlo en el desarrollo de las actividades programadas por el centro. Además, también encuentran que hay poco tiempo para enseñar a los alumnos a trabajar de esta manera.
- **Fortalezas:** las principales fortalezas encontradas son que la actividad fomenta la motivación del alumnado, enseña a trabajar en grupo y permite el desarrollo de competencias como trabajo autónomo, comunicación oral, etc. Se destaca la buena organización de la actividad y la variedad temática.
- **Oportunidades:** la principal oportunidad encontrada por el profesorado es la motivación y puesta en valor de la cultura científica. También se destaca que supone una oportunidad para el desarrollo de distintas competencias al mismo tiempo.
- **Amenazas:** la principal amenaza encontrada es la dificultad de integrar la actividad con el resto de actividades del centro. Además, se indica que puede suponer una sobrecarga de trabajo para el alumnado y para los profesores.

En cuanto a la propuesta, lo que más ha gustado entre el profesorado es la metodología del proyecto: el hecho de empezar las investigaciones con una pregunta, la división por roles «no forzando a los más tímidos a exponer», los «detalles» de la organización como los diplomas, acreditaciones, etc. Otros de los aspectos más valorados fueron la diversidad temática, el desarrollo de distintas competencias y el planteamiento de combinar las charlas de alumnos con charlas de científicos.

La puesta en marcha de la jornada también gustó mucho. El evento «tuvo ritmo y agilidad» y fomentó un «clima de compañerismo entre alumnos que de otra manera se relacionan poco», aprendiendo mu-

chas cosas no solo a nivel académico. Se destaca la implicación del alumnado. Para ellos este trabajo es un «gran recuerdo y orgullo».

Como desventaja, señalan el problema de hacerlo en una época «tan estresante del curso» y la dificultad de integrar estas actividades en la programación del centro. No se trata solo de la propuesta, sino de aprender a trabajar de otra manera.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados de la evaluación de la experiencia didáctica planteada, podemos concluir que la propuesta resultó interesante y motivadora tanto para el alumnado como para el profesorado del centro. Los estudiantes que participaron en la actividad la apreciaron como una forma de aprender diferente y, lo que es más importante, como una experiencia de aprendizaje «en común». Por otro lado, tanto alumnado como profesorado mostraron interés porque este tipo de actividades se realizarán con mayor frecuencia.

CONGRESO CIENTÍFICO ESCOLAR EN EL MNCN

Rocío de Iriarte Rodríguez, Luis Barrera Picón, Pilar López García-Gallo

Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC)

C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid (España)

rociodeiriarte@mncn.csic.es

Palabras clave: museo, divulgación, congreso, alumnos de Secundaria, cultura científica.

Keywords: museum, dissemination, workshop, High school students, scientific culture.

Resumen

El Departamento de Comunicación y programas públicos del Museo Nacional de Ciencias Naturales ofrece una amplia programación de actividades de divulgación científica. Una de las propuestas que mejor funcionan entre el alumnado de Secundaria es el Congreso Científico para Escolares. Se centra en la organización de un congreso para alumnos, como los que se realizan en la comunidad científica, contando con la participación de educadores, conservadores e investigadores del museo. Los objetivos son acercar el trabajo de investigación a los jóvenes, favorecer la interrelación museo-escuela, potenciar la cultura científica y ofrecer apoyo a los profesores para mejorar su desarrollo profesional.

Abstract

Communication and Public Programs Department of the National Museum of Natural Sciences located in Madrid offers a wide program of scientific dissemination activities. One of the most popular proposals among high school students is the "Scientific workshop for students". It focuses on the organization of a workshop, as similar as the scientific community ones, with the participation of educators, curators and researchers. The aims are approaching young people to the research work, to encourage the relationship between school-museum, promoting scientific culture and offer tools to teachers to enhance their professional development.

INTRODUCCIÓN

Desde 1990, fecha en la que fue creado el Departamento de Programas Públicos, el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC) ofrece una amplia programación de actividades de divulgación científica

como complemento dinamizador de las exposiciones. El objetivo es dar a conocer a todos los visitantes, desde los más pequeños hasta el público adulto, las colecciones de historia natural y las investigaciones que desarrollan los científicos del museo.

Nuestro público escolar más habitual está formado por alumnos de Educación Infantil y Primaria. Por ello, seguimos trabajando para hacer propuestas más atractivas que acerquen el museo a los alumnos de Educación Secundaria y fomentar la creación de nuevas vocaciones científicas entre los adolescentes. Actualmente, en nuestro programa educativo se pueden encontrar más de 20 actividades dirigidas a estos alumnos, entre las que se encuentra el **Congreso Científico para Escolares**, una propuesta con una gran aceptación por parte de profesores y alumnos.

¿EN QUÉ CONSISTE EL CONGRESO CIENTÍFICO PARA ESCOLARES?

El Congreso Científico para Escolares comenzó en 2008 y, a día de hoy, sigue siendo una de las propuestas que mejor funcionan entre los alumnos de Secundaria. Se centra en la organización de un congreso para escolares que sigue las pautas de los que se realizan habitualmente en la comunidad científica, con el objetivo de acercar la realidad del trabajo de investigación a los jóvenes. En este congreso, los alumnos presentan, mediante comunicaciones orales de 10 minutos, los proyectos científicos que han realizado en sus centros. Además de estas intervenciones, los alumnos hacen otras actividades complementarias durante su estancia en el museo como la visita a exposiciones, la participación en talleres y la asistencia a una ponencia de un investigador de la institución.

Para llevar a cabo este evento contamos con la colaboración de educadores, conservadores e investigadores del museo.

¿CUÁLES SON NUESTROS OBJETIVOS?

- Potenciar el desarrollo de una cultura científica a través de proyectos de investigación escolar usando como referente el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC).
- Favorecer la interrelación museo-escuela a través del desarrollo de programas participativos.
- Ofrecer apoyo a los profesores de Ciencias para que mejoren su desarrollo profesional y para transmitir la materia de una forma competente y cualificada, que también revierte en la formación de los alumnos.
- Fomentar las vocaciones científicas entre los alumnos, acercando la realidad del trabajo de investigación de los científicos a los escolares de enseñanzas medias.

UN POCO DE HISTORIA...

El proyecto del Congreso Científico para Escolares realizado en el museo se basó en el I encuentro de experiencias de investigación en el aula, organizado del 21 al 23 de abril del 2008 en el Teatro de Las Lagunas (Mijas-Costa, Málaga). También se utilizaron como referencia las experiencias llevadas a cabo en Cádiz (I, II y III Encuentros de Alumnos investigadores).

Para desarrollar el proyecto del I Congreso Científico para Escolares en el MNCN se presentó una propuesta a la Convocatoria de ayudas para el fomento de la Cultura Científica y Tecnológica 2008 de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT). Se obtuvo la aprobación de la acción, con referencia FCT-08-1043, que fue financiada con 15 000 euros. La segunda edición de este congreso también recibió financiación por el mismo importe que la anterior.

¡ACABAMOS DE CUMPLIR EN 2018 NUESTRA DÉCIMA EDICIÓN!

En la última edición, que tuvo lugar los días 18 y 19 de abril de 2018, participaron 6 centros educativos de la Comunidad de Madrid y Castilla-La Mancha con un total de 37 alumnos y 8 profesores.

Los alumnos presentaron trabajos tan interesantes como «Potencial del cerebro humano», en el que demostraron que el mito de que solo utilizamos un 10% de nuestras capacidades no es correcto. También expusieron el trabajo titulado «¿Sentimos antes de nacer?», basado en una investigación sobre si el bebé dentro del vientre de la madre percibe los estímulos externos e internos y cómo responde a dichos estímulos. Otro de los proyectos que más éxito tuvo entre los asistentes fue «Osos marcianos», en el que hablaron de los increíbles osos de agua y su capacidad de vivir, por ejemplo, en un volcán o en Marte. Y el trabajo «Asesinos en serie: ¿nacen o se hacen?», donde tres alumnas investigaron las historias de los asesinos seriales más espeluznantes llegando a una interesante conclusión.

Relacionados con el medioambiente los alumnos nos sorprendieron con trabajos como «¿Por qué lo tiras si no es basura?», en el que trataron de concienciar a los jóvenes acerca de la importancia del cuidado del medioambiente. Para ello, realizaron un estudio de la cantidad y tipo de residuos que se producen en la Comunidad de Madrid y el tratamiento que reciben. También «Influencia del viento en el modelado de un paisaje» un estudio en el que midieron la velocidad del viento y cómo se comporta, éste en diferentes situaciones y lugares de un paisaje. Otra conferencia muy interesante acerca de las causas de la contaminación atmosférica en ciudades como Madrid llevaba por título «El aire que respiras».

Estos son solo algunos de los trabajos presentados en la décima edición del Congreso Científico para Escolares (figura 1).



Figura 1. Alumnos realizando la presentación de sus proyectos científicos escolares.

El evento comenzó con una conferencia marco impartida por el investigador del MNCN Andrés Barbosa Alcón titulada 'La Antártida, el gran laboratorio natural del planeta'. Los alumnos pudieron conocer de primera mano los trabajos de investigación que se están realizando actualmente en el continente más austral de la Tierra y cuáles son la fauna y la flora capaces de vivir en ese clima (*figura 2*).



Figura 2. Presentación del Congreso Científico para Escolares 2018 con Santiago Merino, director del museo, Pilar López, directora de Comunicación y Programas Públicos, y Andrés Barbosa, investigador del museo.

Además, los alumnos y profesores pudieron disfrutar de visitas guiadas, por educadores del Museo, por exposiciones como «Biodiversidad», que tiene el objetivo de dar a conocer el concepto de biodiversidad y sensibilizar a los visitantes acerca de su importancia y la necesidad de su conservación. Otra de las muestras visitadas fue «Mujeres Nobel», que recorre la vida y la obra de doce mujeres galardonadas con el Premio Nobel: María Skłodowska-Curie, Irène Joliot-Curie, Wangari Maathai, Bertha von Suttner, Selma Lagerlöf, Rita Levi-Montalcini, May-Britt Moser, Elizabeth Blackburn, Carol Greider, Ada Yonath, Nelly Sachs y Teresa de Calcuta; así como de Alfred Nobel, creador del famoso premio, y de dos mujeres que estuvieron a punto de lograr el galardón: la española Concha Espina y la polaca Irena Sendler.

Para finalizar su estancia realizaron el taller «Paleontólogos, dinosaurios y evolución humana», en el que los alumnos aprendieron de forma amena los métodos de trabajo de los paleontólogos como, por ejemplo, la medición de cráneos de homínidos y la toma de datos y obtención de restos de dinosaurios.

EVALUACIÓN

Esta actividad se evalúa mediante encuestas que recogen las opiniones de los profesores y alumnos participantes. Se plantean preguntas como: ¿qué le parece la organización del congreso?, ¿qué es lo que más y lo que menos te ha gustado del congreso? o ¿te gustaría participar en más actividades de este tipo?,

entre otras. Los resultados obtenidos durante el año 2018 de las encuestas realizadas por los alumnos son los siguientes:

A la pregunta ¿Qué le ha parecido la organización? (figura 3), el 79% de los asistentes contestó que les había parecido buena o muy buena mientras que el 21% de los asistentes opinó que la organización había sido adecuada.

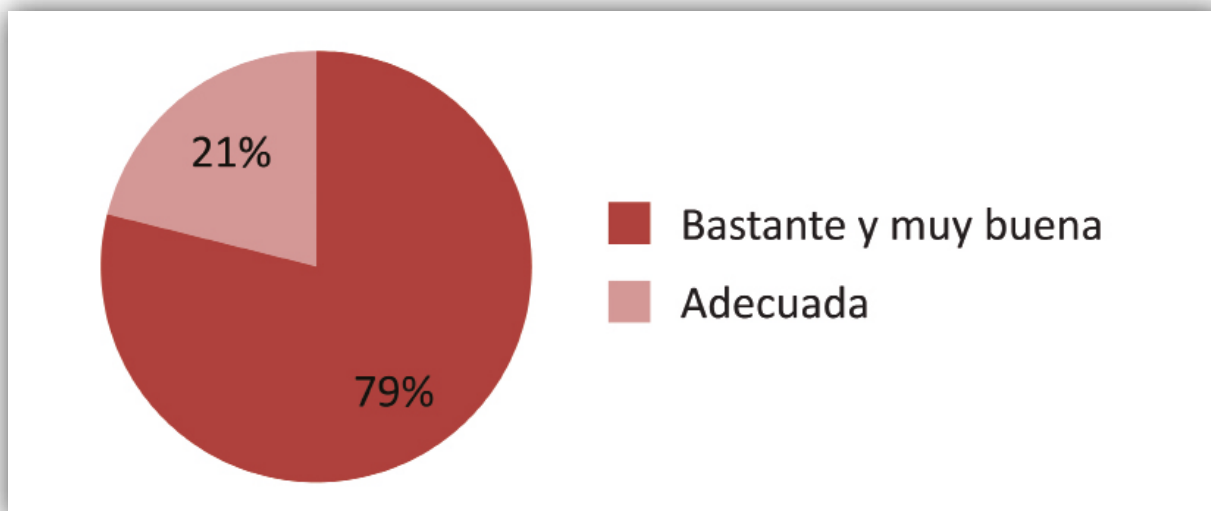


Figura 3. En esta figura se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de los alumnos a la pregunta ¿Qué le ha parecido la organización?

Otra de las preguntas planteadas en la evaluación fue ¿Qué es lo que más le ha gustado? (figura 4). El 52% de los alumnos opinó que lo más positivo del evento fueron las presentaciones de los proyectos escolares. Un 17% contestó que lo mejor del congreso fueron las visitas guiadas y el taller educativo. Otro 17% indicó que lo que más les había gustado era la visión positiva de la ciencia que generan este tipo de encuentros. Por último, un 14% consideró que el desayuno fue lo más interesante, puesto que era un lugar de encuentro entre los distintos centros escolares.

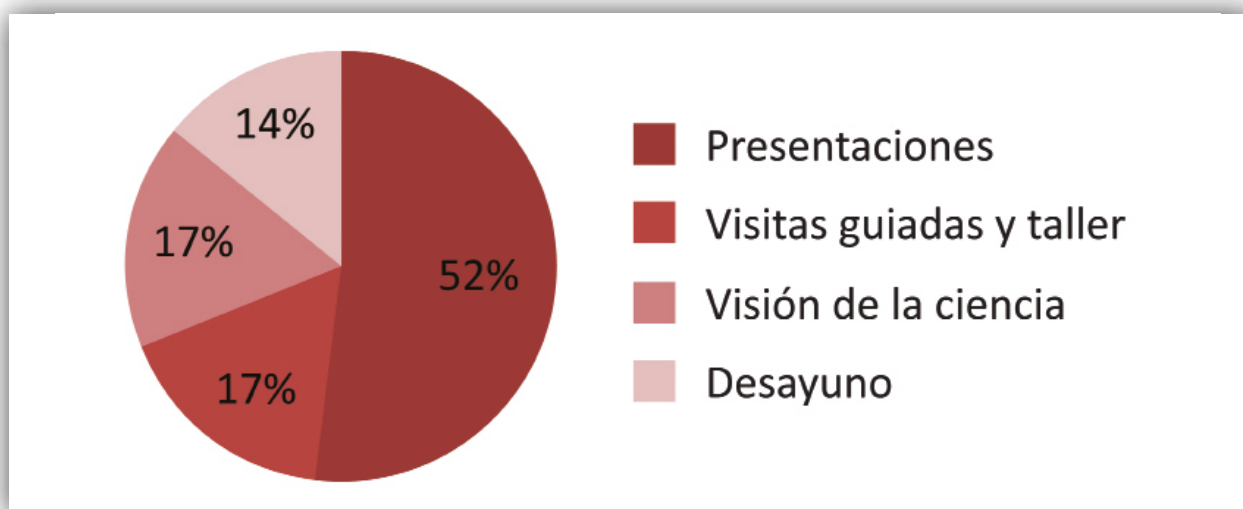


Figura 4. En esta figura se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de los alumnos a la pregunta ¿Qué es lo que más le ha gustado?

A la pregunta ¿Qué es lo que menos le ha gustado? (figura 5). También hubo diversidad de opiniones. El 59% de los alumnos indicó que no les gustó la conferencia marco. Como se ha comentado a lo largo del artículo, esta conferencia la imparten investigadores del propio museo. Este resultado puede estar indicando que las presentaciones son muy específicas y poco divulgativas. Un 24% contestó que lo menos positivo fue el horario porque les hubiera gustado que el congreso hubiera durado más tiempo. El 14% no respondió a esta pregunta y el 3% consideró que lo más negativo fueron los nervios que pasaron antes de realizar sus presentaciones porque en la mayoría de los casos es la primera vez que hablaron en público.

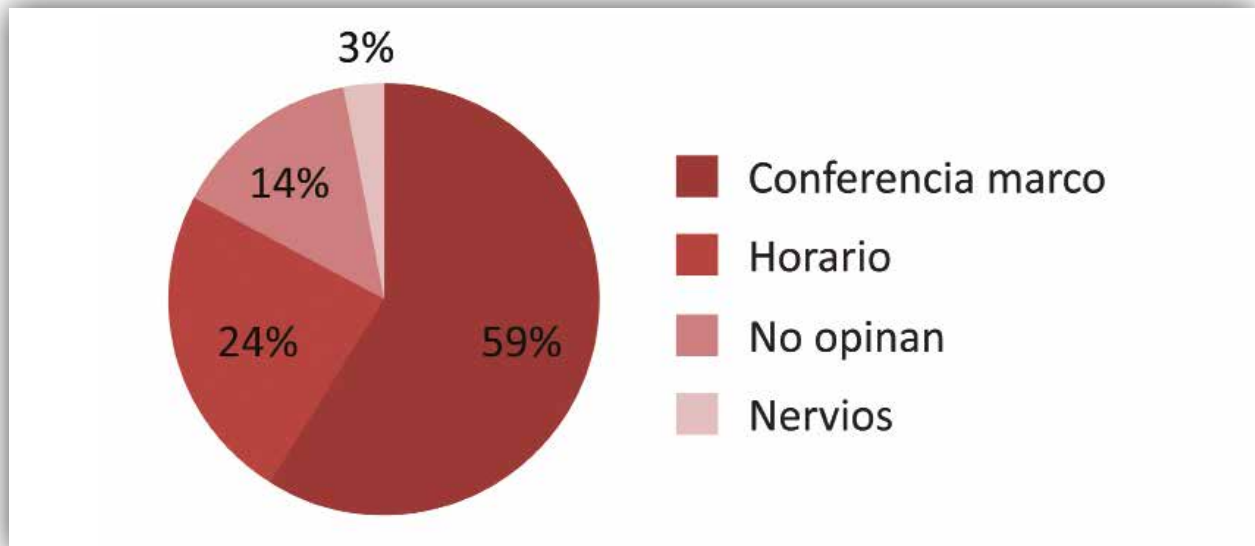


Figura 5. En esta figura se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de los alumnos a la pregunta ¿Qué es lo que menos le ha gustado?

Por último, a la pregunta ¿Te gustaría participar en actividades de este tipo? (figura 6), el 96% de los alumnos contestó de forma afirmativa mientras que el 4% lo hizo de forma negativa.

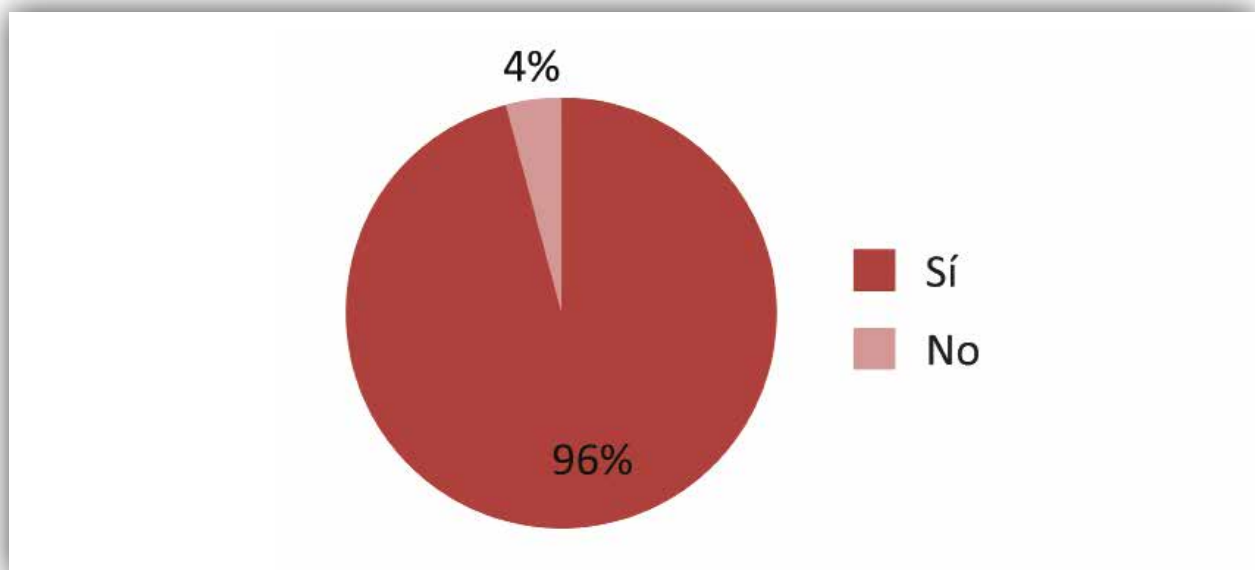


Figura 6. En esta figura se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de los alumnos a la pregunta ¿Te gustaría participar en más actividades de este tipo?

Los resultados obtenidos durante el año 2018 de las encuestas realizadas por los profesores son los siguientes:

Una de las preguntas en la evaluación fue ¿Qué le ha parecido la organización? (figura 7). A esta cuestión un 50% contestó que la organización había sido buena y otro 50% muy buena. No obtuvimos ninguna respuesta negativa por parte de los profesores.

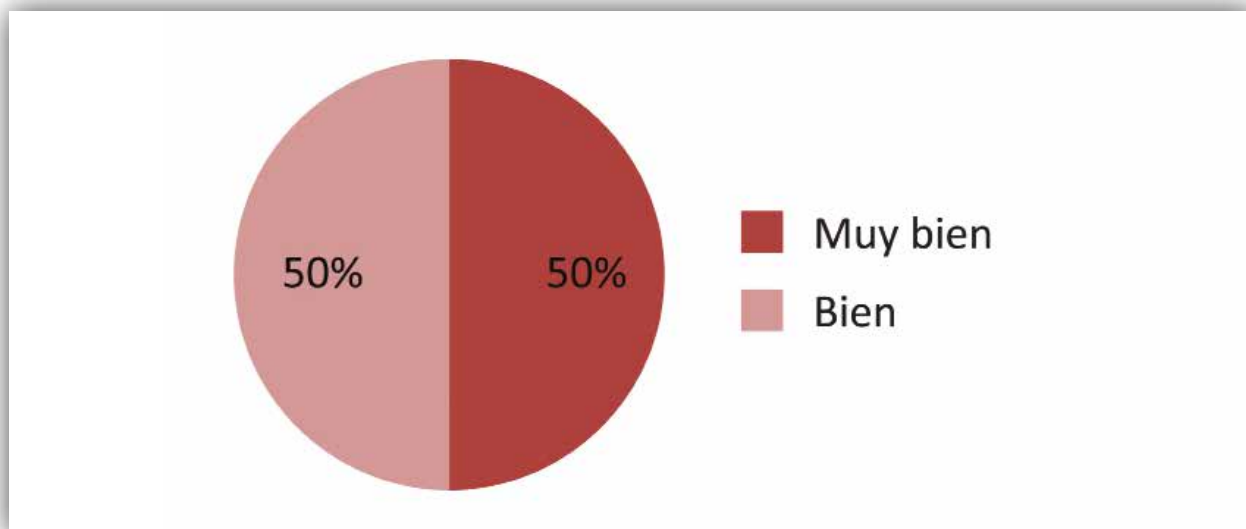


Figura 7. En esta figura se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de los profesores a la pregunta ¿Qué le ha parecido la organización?

También se planteó la pregunta ¿Cómo cree que ha sido el aprovechamiento por parte de los alumnos? A esta pregunta hemos tenido respuestas diversas que podríamos englobarlas en estos cuatro grupos:

- Creen que ha sido muy bueno y positivo.
- Les ha parecido una experiencia muy interesante para el alumnado.
- Creen que ha sido bueno hablar en público y ver cómo se trabaja en otros institutos.
- Creen que ha sido una experiencia positiva para despertar la curiosidad científica desde pequeños.

Este análisis pone de manifiesto que se logra la consecución de objetivos propuestos y que el proyecto se puede considerar un éxito por el grado de implicación y satisfacción mostrada por los profesores y alumnos participantes.

¡Ya estamos preparando la siguiente edición!

LA UTILIZACIÓN DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO EDUCATIVO COMO ITINERARIO BOTÁNICO

Marina Magaña Ramos

*Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas
Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid
C/ Rector Royo Villanova, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid
mmaganar@edu.ucm.es*

Palabras clave: itinerario, recurso didáctico, aprendizaje, árboles, ciencia.

Keywords: itinerary, resource teaching, learning, trees, science.

Resumen

La incorporación de actividades en un itinerario permite al alumnado integrar sus aprendizajes, ponerlos en relación con distintos tipos de contenidos y utilizarlos de manera efectiva en estos contextos, involucrando a los estudiantes en su propio proceso formativo.

Los alumnos trabajaron en grupos desarrollando diversas actividades del itinerario botánico. Tras el desarrollo de estas se consiguió cumplir los siguientes objetivos:

- Aprender a utilizar cartografía para obtener información de un espacio.
- Aprender a buscar información con ayuda de las TIC.
- Conocer los árboles que forman parte de los alrededores del centro educativo.
- Valorar las zonas verdes en la ciudad, su importancia y aportación a la mejor calidad de vida.
- Elaborar informes, comunicar y difundir resultados.

Abstract

The incorporation of activities in an itinerary allows the students to integrate their learning, to put them in relation with different types of contents and to use them effectively in these contexts, involving the students in their own formative process.

The students worked in groups developing several activities of the botanical itinerary, after of the develop of these activities, the students got achieve the following aims.

- Learning to use cartography to obtain more information about a space.
- Learning to look for information with help of TIC.
- Knowing the trees surrounding the education center.
- Appreciating green areas in the city, their importance and support of the best quality of life.
- Creating reports, communicate and spread results.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevos materiales, nuevos comportamientos y prácticas de enseñanza son cambios que están relacionados con los procesos de innovación que tratan de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Actualmente, en la metodología predominante, los contenidos de ciencias son tratados como compartimentos estancos y el alumno es quien debe integrarlos. Por eso debería ser una labor importante del profesorado enseñar a nuestros educandos a reelaborar estos conocimientos para explicar la realidad circundante. Y, tal vez más importante, para hacer del entorno que nos rodea un lugar lleno de retos y curiosidades, plagado de juegos y desafíos.

Los árboles de nuestras ciudades constituyen un valioso elemento que no debemos de desperdiciar para acercar a nuestros alumnos al descubrimiento del reino de las plantas. Para educar en el respeto y en la conservación de la naturaleza, es necesario que enseñemos a los más pequeños a apreciar todo aquello que los rodea y ese aprecio parte del conocimiento de los elementos que conforman nuestro entorno.

La intención es hacer que nuestro alumnado vea el entorno de sus centros como un contexto de aprendizaje. Para ello se diseñó una salida fuera del aula enmarcada dentro de un itinerario científico. Los posibles itinerarios científicos que pueden arrancar en un centro educativo son muchísimos.

Mediante la creación de itinerarios científicos se favorece el contacto directo con la realidad y se facilita que el alumnado elabore sus propios conocimientos a partir de la observación, la experiencia, la manipulación y la comprobación directa. Los alumnos son investigadores organizados en grupos de trabajo y la resolución de la situación requiere analizar, descubrir, elaborar hipótesis, reflexionar, establecer conclusiones y enseñar a otras personas lo que han aprendido. Además, este tipo de actividades promueven el desarrollo personal.

El escenario principal en el que se desarrolló el itinerario que se plantea en este trabajo fue la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. El conjunto de actividades desarrolladas por los estudiantes de Magisterio en el itinerario botánico es trasladable al entorno de cualquier centro educativo, sea del nivel que sea, tan solo habría que ajustar la dificultad de los contenidos que se estudian al nivel educativo que se aplican.

OBJETIVOS

Los objetivos generales que se pretenden cubrir con la realización de itinerarios científicos son los siguientes:

- Conocer los elementos que componen nuestro entorno; el paisaje se convierte en un recurso didáctico de primer orden, despertando el interés natural de los alumnos, ya que abarca elementos de estudio que forman parte de nuestro día a día, demostrando que es posible entender todo aquello que nos rodea y disfrutar conociendo su funcionamiento.
- Aportar una herramienta de trabajo multidisciplinar en el marco del aprendizaje significativo.
- Proporcionar una metodología de trabajo que permita interactuar con el alumno, fomentando su desarrollo personal y social.
- Plantear, planificar y elaborar estrategias de indagación.
- Diseñar y llevar a cabo un proyecto utilizando los recursos que suministra el entorno.
- Desarrollar destrezas de trabajo en equipo.

Los objetivos específicos de este itinerario fueron:

- Aprender a utilizar cartografía para obtener mayor información de un determinado espacio.
- Aprender a buscar información con ayuda de las TIC.

- Conocer los árboles que forman parte de los alrededores del centro educativo.
- Valorar las zonas verdes en la ciudad, su importancia y aportación a una mejor calidad de vida.
- Elaborar informes, comunicar y difundir resultados.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la actividad se organizó a los alumnos en grupos de 5 personas. En cuanto a la idoneidad para su desarrollo, puede realizarse en todas las estaciones del año; no obstante, es preferible en primavera u otoño pues así evitamos las bajas temperaturas que durante el invierno pueden alcanzarse en la zona. El itinerario que aquí se describe fue realizado en otoño, por lo que se utilizaron para la identificación de los árboles los frutos y las hojas que empezaban a caer. Es importante educar a los alumnos en un comportamiento respetuoso con el medioambiente, por lo que esta actividad no debe de incitar a actos que puedan dañar a los árboles.

El recorrido estuvo compuesto de diferentes estaciones, y los alumnos desarrollaron la temática de cada estación a través de la realización de diversas actividades, en las cuales ellos mismos fueron partícipes de la preparación y ejecución de las mismas.

PRIMERA ESTACIÓN: ¿DÓNDE ESTAMOS Y CÓMO SE LLAMAN ESOS ÁRBOLES?

En esta primera estación se propuso a los alumnos que descubriesen el nombre de cinco especies de árboles. El profesor facilitó a los alumnos un croquis de los alrededores del centro educativo y cinco sobres numerados, en cuyo interior había cinco tarjetas.

Los árboles que debían identificar estaban localizados a lo largo de un recorrido, cuyo trayecto estaba dibujado en el croquis. A cada árbol le correspondía un número, que coincidía con el número de un sobre. La tarjeta que encontraron en su interior describía las características más llamativas del árbol que estaban buscando. Por ejemplo, si el primer árbol que tenían que identificar era un pino piñonero marcado con el número 1 en el croquis (*figura 1*), los alumnos tuvieron que situarse en el lugar que les indica el croquis para ese ejemplar, y una vez allí abrir el sobre rotulado con el número 1. En el interior del sobre había una tarjeta con las siguientes indicaciones: 1. Hojas en forma de aguja 2. Presencia de piñas 3. Corteza dividida en grandes placas gruesas y rojizas. Estos rasgos, son suficientemente visibles y característicos como para poder garantizar al alumno que se encuentra frente al árbol número 1 y no frente a otro. Además de contar con los datos facilitados por la posición señalada en el croquis, donde cuentan con elementos arquitectónicos reconocibles en los alrededores para poder reconocer la ubicación marcada.



Figura 1. Detalle del croquis entregado a los alumnos donde se ve el ejemplar número 1 para identificar.

Actividad 1. Aprender a orientarse

Para ubicar las especies que formaban parte del recorrido, fue necesario que los alumnos siguiesen las indicaciones marcadas en el croquis. En este croquis estaban representados: 1. Todos los ejemplares que formaban parte del itinerario, cuya ubicación exacta estaba señalada con un número que correspondía con el número del sobre que contenía las características de ese árbol; 2. El centro educativo, que fue el punto de partida del itinerario, y 3. Otros elementos que estaban localizados a lo largo del recorrido y que facilitaban a los alumnos la orientación y el seguimiento del trayecto trazado para descubrir los árboles.

Lo primero que tuvieron que hacer los alumnos para poder trabajar con el croquis que se les facilitó fue marcar la posición de los puntos cardinales. Les enseñamos a manejar la brújula como instrumento de ciencia para que aprendiesen a orientarse. Para ello, primero tuvieron que ubicarse, situándose en el inicio del trayecto y señalando su posición exacta en el croquis con una cruz.

Actividad 2. Identificación de árboles

Una vez que los alumnos se habían ubicado dentro del croquis y se habían orientado, tuvieron que intentar llegar al primer ejemplar de árbol que estaba señalado, siguiendo el trayecto que indicaba el plano.

Situados en el lugar donde se encontraba ese árbol leyeron la tarjeta que tenía el número que correspondía a ese árbol. Si ellos pensaban que las características descritas en la tarjeta coincidían con el árbol que estaban viendo, entonces tenían que recoger del suelo unas hojas y unos cuantos frutos, además utilizarían un móvil para realizar fotografías del porte, una hoja en detalle y el fruto.

Uno de los componentes del grupo debía utilizar nuevamente el móvil para introducirse en la *app* Arbolapp (figura 2). Pulsando en la primera pantalla «búsqueda guiada», llegaban a una clave de clasificación, donde seleccionando la ruta a partir de las características de las hojas y frutos que habían recogido lograban identificar el árbol. Luego, procedían de esta misma forma con todos los ejemplares que formaban parte del itinerario.



Figura 2. Pantalla inicial de la aplicación para el móvil Arbolapp.

SEGUNDA ESTACIÓN: ORDENO LA INFORMACIÓN

Actividad 1. Elaboración de una ficha descriptiva

Una vez reconocidas todas las especies de árboles que formaban el itinerario, fue el momento de trabajar en el aula. Los alumnos volvieron a meterse en la aplicación Arbolapp, ahora desde la opción «listado

de especies» (figura 3). Desde esta pantalla pudieron buscar la información de cada árbol que habían identificado en el itinerario, utilizando su nombre común.

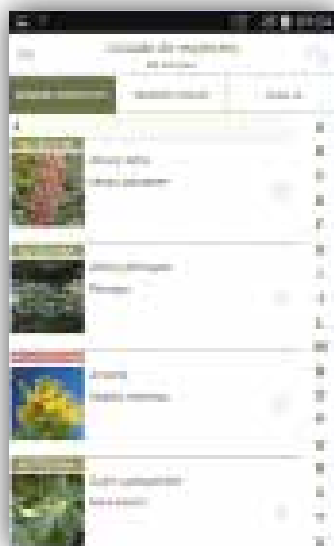


Figura 3. Pantalla de la opción «listado de especies» de la aplicación para el móvil Arbolapp.

En una cartulina de color apuntaron los datos que cada grupo consideró más relevantes, para poder conocer las características de cada ejemplar. Con las fotografías que tomaron durante la actividad de identificación de árboles impresas y los datos que habían recogido de la aplicación, cada grupo construyó una ficha descriptiva por árbol (figura 4), organizando los componentes según su propio criterio.



Figura 4. Ejemplo para la construcción de la ficha descriptiva.

TERCERA ESTACIÓN: ELABORACIÓN DE UN MAPA CON EL ITINERARIO

Esta estación fue efectuada en el aula de informática, donde se utilizó el programa Google Maps que dispone de la posibilidad de ver el área donde está ubicado el centro educativo, a través de una fotografía aérea (figura 5).



Figura 5. Fotografía aérea de la Facultad de Educación.

Actividad 1. Elaboración de una ficha descriptiva

Cada grupo de alumnos dibujó el itinerario realizado y rotuló la ubicación de los árboles sobre la fotografía. Para localizar todos los elementos correctamente se ayudaron del croquis que habían utilizado inicialmente. La numeración de las fichas realizadas en la estación anterior fue la misma que la establecida en la fotografía aérea para el ejemplar de árbol que describe. De esta forma se facilita la identificación de los ejemplares en el mapa.

CUARTA ESTACIÓN: COMPARTIR EL TRABAJO REALIZADO CON LOS COMPAÑEROS

Actividad 1. Identificación de cada árbol con su nombre y su ficha

Por último, de nuevo en el entorno del centro educativo, cada grupo recorrió de nuevo su itinerario colocando las fichas descriptivas pegadas a un tablero clavado en la tierra a los pies de cada árbol.

Actividad 2. Ejercicio de guía botánico con mis compañeros

Se crearon turnos donde cada grupo de trabajo actuó de guías de excepción con el resto de los compañeros hablándoles de todo lo que habían aprendido de cada árbol. Estos itinerarios quedaron disponibles para poder ser visitados por el resto de los alumnos del centro, con las fichas descriptivas en el lugar

de localización de cada ejemplar estudiado y los senderos rotulados en las fotos aéreas; de esta manera los estudiantes podrán seleccionar el itinerario que más les guste.

CONCLUSIONES

Las salidas fuera del aula, enmarcadas en itinerarios didácticos, son un recurso didáctico y pedagógico sustancial que aporta unos contenidos diferentes a los habituales.

Este proyecto buscó transformar el entorno del centro educativo en un contexto de aprendizaje utilizando los recursos disponibles en los alrededores.

La incorporación de actividades en un itinerario permite al alumnado integrar sus aprendizajes, ponerlos en relación con distintos tipos de contenidos y utilizarlos de manera efectiva en estos contextos, involucrando a los estudiantes en su propio proceso formativo.

Este tipo de actividad fomenta las capacidades de observación, análisis e interpretación del alumno, para entender la realidad en la que vive y hacer del entorno un núcleo cultural para el aprendizaje de las ciencias.

LOS PARQUES Y JARDINES, UN LUGAR PARA LA INVESTIGACIÓN Y EL APRENDIZAJE-SERVICIO

Sofía Martín Nieto, Carlos J. Martín-Blanco

IES Maestro Matías Bravo

Avda. Mar Egeo, s/n

biologia.mmb@gmail.com

Palabras clave: parques, clave dicotómica, aprendizaje-servicio, árboles, Botánica.

Keywords: parks, dichotomical key, learning-service, trees, Botany.

Resumen

El uso de parques y jardines tiene un potencial didáctico importante. Algunas entidades (por ejemplo, los jardines botánicos) diseñan actividades para dar a conocer los árboles, la historia o los monumentos. El valor de esta metodología activa es indiscutible, pero en ella el alumno es receptor de una actividad diseñada por educadores. Nuestra propuesta pretende ir más allá y hacer que el alumno se plantee preguntas y, a través de la investigación, adquiera contenidos biológicos y medioambientales con una finalidad de servicio a la comunidad.

El punto de partida es en todos los casos aprender a utilizar una sencilla clave de identificación de árboles y a partir de aquí desarrollar diversas actividades de investigación y aprendizaje-servicio. Los recursos a utilizar son múltiples: claves, guías o mapas, tanto en soporte físico como digital, así como la posibilidad de elaboración de materiales físicos (láminas, mapas o dípticos) y digitales (códigos QR o páginas web). Estas actividades permiten no solo la adquisición de contenidos, sino la aplicación de los mismos y el desarrollo de habilidades, a la vez que se favorece el compromiso social a través de un servicio a la comunidad.

Abstract

Parks and gardens could be used as a very important didactic tool. Some institutions (i.e. botanical gardens) design activities to teach about trees, history, and monuments. This active methodology is undoubtedly worth although students only become receptors of these activities. Our proposal aim is that students ask for questions and inquire to acquire biological and environmental contents in order to develop a community service.

The starting point is learning to use an easy key to identify trees and then develop several research activities or learning-service activities. There are many resources: keys, handbooks, maps..., both physical as digital, besides the possibility to make physical (plates, maps, leaflets...) or digital products (QR codes, web pages). These activities develop getting knowledge, its application and developing skills at the same time that it favors social compromise through a community service.

INTRODUCCIÓN

La existencia de parques y jardines está acreditada desde las primeras civilizaciones humanas. Los primeros jardines botánicos fueron creados en Europa durante los siglos XV y XVI con el objetivo de propagar plantas medicinales y especias. El jardín más antiguo del que tenemos representación es el Jardín Real de Tutmés III (1000 a. C.) diseñado por Nekht, el jardinero jefe de los jardines del templo de Karnak.

El papel de estas instituciones ha cambiado enormemente y en la actualidad se conciben como centros de investigación, conservación *ex-situ* y divulgación de la biología vegetal¹. Muchos de ellos han creado departamentos especializados en los aspectos educativos y divulgativos². Una estrategia común a todos los jardines botánicos es la organización de visitas guiadas y talleres específicos realizados en sus instalaciones (por ejemplo, en el de Kew, Reino Unido) o la creación de centros de visitantes³. En otros centros dan un paso más allá y elaboran, además, materiales disponibles en línea en sus páginas web. Finalmente, hay instituciones que realizan un esfuerzo educativo con programas engranados en el currículo de la Educación Secundaria reglada⁴. En esta última línea, el Jardín Botánico de Brooklyn ha desarrollado un programa con fines sociales destinado a familias desfavorecidas⁵ utilizando un enfoque constructivista basado en la indagación⁶.

Las instalaciones de los jardines botánicos son ideales para la divulgación de la botánica, ya que están concebidas precisamente para ello, pero no siempre los centros educativos tienen la posibilidad de visitar con frecuencia estas instituciones. Su alternativa más lógica (sobre todo en los medios urbanos) son los parques y jardines de nuestras ciudades, cuyo acceso tenemos asegurado en cualquier centro educativo. La importancia del aprendizaje fuera de las aulas fue puesta de manifiesto por el filósofo americano John Dewey⁷. En particular, resulta especialmente interesante el uso del entorno más inmediato a los alumnos⁸ desde las fases más tempranas del aprendizaje⁹. Uno de los beneficios que puede aportar este tipo de metodologías es que permite combatir la crisis de vocaciones científicas¹⁰ que muchos autores han puesto de manifiesto entre los alumnos¹¹.

¹ WYSE JACKSON, P. y SUTHERLAND, L. (2000). *International agenda for Botanic Gardens in conservation*. Botanic Gardens Conservation International. London.

² BELLET, M. y GARCÍA GUILLÉN (2012). El papel del Real Jardín Botánico: CSIC en la sociedad. *Educación y Futuro*, 27, pp. 81-92.

³ HE, H. y CHEN, J. (2012). Educational and enjoyment benefits of visitor education centers at botanical gardens. *Biological Conservation*, 149, pp. 103-112.

⁴ GARCÍA GUILLÉN, E. y MONGE, C. (2008). El Real Jardín Botánico de Madrid como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Memorias Real Sociedad Española Historia Natural*, 2.ª época, 5, pp. 63-83.

⁵ CONLON, S., HAMILTON, S. L., BENTLEY, M. L. y MYRIE, S. (2007). Environmental education in botanic gardens: exploring Brooklyn Botanic Garden's Project Green Reach. *The Journal of Environmental Education*, 40(4), pp. 35-52.

⁶ BENTLEY, M. L., EBERT, E. y EBERT, C. (2007). *Teaching constructivist science, K-8: Nurturing natural investigators in the standards-based classroom*. Corwin Press. Thousand Oaks.

⁷ DEWEY, J. (1938). *Experience and education*. Free Press. New York.

⁸ VERDE, A., CAMPOS, A. FERNÁNDEZ, A. CIUDAD, R. y VALDÉS, A. (2004). El jardín escolar como recurso didáctico para atender la diversidad. *Educación en Castilla-La Mancha*, 25, pp. 1-4.

⁹ HACHEY, A. C. y BUTLER, D. L. (2009). Seeds in the window, soil in the sensory table. Science education through gardening and nurture-based play. *Young Children*, 64(6), pp. 42-48.

¹⁰ BRAND, M. y REISS, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), pp. 1373-1388.

¹¹ LAZAROWITZ, R., BAIRD, J. H. y ALLMAN, V. (1981). Reason why elementary and secondary students do and don't like science. Brigham Young University. Provo. Utah.

Los profesores tienden a considerar los parques y jardines como lugares agradables en los que realizar ciertas actividades, pero no el objeto principal¹². Pese a ello, se han publicado trabajos sobre el uso de parques y jardines como lugares de aprendizaje en diversos ámbitos: geográfico¹³, psicológico¹⁴, biodiversidad¹⁵... Sin embargo, pese a que los protagonistas principales de los parques y jardines son los árboles, no hay trabajos centrados en su uso desde un punto de vista botánico, aunque sí se han hecho estudios histórico-políticos¹⁶ y zoológicos¹⁷.

Por ello nos parece de gran importancia reclamar la importancia de las zonas verdes urbanas como espacios educativos de primer nivel que reúnen gran cantidad de especies con las que conviven diariamente nuestros alumnos y que suponen un recurso educativo muy accesible y altamente motivador. En esta línea hemos desarrollado una serie de trabajos con nuestros alumnos de distintos niveles de la Educación Secundaria y bachillerato, centrados en el estudio de los árboles de los parques y jardines.

EL CURRÍCULO DE BOTÁNICA EN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

Las *figuras 1 y 2* recopilan los estándares de aprendizaje relacionados con la Botánica que forman parte del currículo vigente para Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato¹⁸.

ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE DE SECUNDARIA
<ul style="list-style-type: none"> • Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando plantas más comunes con sus grupos taxonómicos.
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica y reconoce ejemplares característicos de cada uno de estos grupos, destacando su importancia biológica.
<ul style="list-style-type: none"> • Discrimina las características generales y singulares de cada grupo taxonómico.
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica ejemplares de plantas propios de algunos ecosistemas o de especial interés por ser especies en peligro de extinción o endémicas.
<ul style="list-style-type: none"> • Clasifica plantas a partir de claves de identificación.

Figura 1. Estándares de aprendizaje del currículo de ESO que se pueden abordar mediante actividades desarrolladas en parques y jardines.

¹² MOLINA RUIZ, E. (2007). Escuela y educación fuera del aula: contribución de los escenarios exteriores al aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44(4), pp. 1-12.

¹³ DELGADO, C.R. y CAVERO, C. G. (2016). Los espacios públicos urbanos: lugares para el aprendizaje geográfico. *Hábitat y Sociedad*, 9: 157-174.

¹⁴ PÁRAMO, P. y MEJÍA, M. A. (2004). Los parques urbanos como oportunidades para la interacción de los niños con los animales. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 36(1): 73-84.

¹⁵ GODDARD, M. A., DOUGILL, A. J. y BENTON, T. G. (2010). Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(2): 90-98.

¹⁶ DIAZ ALANDI, E. M. (2006). Las secuelas de la ciudad negocio: los parques urbanos de Madrid. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. Alicante.

¹⁷ MURGUI, E. y VALENTÍN, A. (2003). Relación entre las características del paisaje urbano y la comunidad de aves introducidas en la ciudad de Valencia (España). *Ardeola*, 50(2): 201-214.

¹⁸ MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (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, 3: 169-549.

En las tablas se recogen los estándares de aprendizaje directamente relacionados con la botánica, en el currículo aparecen otros estándares de tipo procedimental que se pueden desarrollar en actividades en parques y jardines: desarrollo de habilidades de investigación, desarrollo de proyectos, trabajos colaborativos y comunicación de resultados. El actual currículo hereda de sus predecesores¹⁹ el interés por los contenidos moleculares y celulares respecto a los sistemáticos. Estos últimos quedan confinados a unas cuantas nociones (más anatómicas que sistemáticas) en el primer curso de Secundaria y unos cuantos destellos de anatomía comparada en el primer curso de Bachillerato. La invisibilidad de las plantas en el currículo se extrema dando mayor peso a la sistemática de los animales que a la de los grupos vegetales (los hongos y las algas son casi unos desconocidos en el currículo).

ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE DE BACHILLERATO
<ul style="list-style-type: none"> • Aprecia el reino vegetal como desencadenante de la biodiversidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y utiliza claves dicotómicas u otros medios para la identificación y clasificación de diferentes especies de plantas.
<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas de cálculo de índices de biodiversidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta mapas biogeográficos y de vegetación.
<ul style="list-style-type: none"> • Define el concepto de endemismo o especie endémica.
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica los principales endemismos de plantas de España.
<ul style="list-style-type: none"> • Distingue los mecanismos de diseminación de las semillas y los tipos de germinación.
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica los mecanismos de propagación de los frutos.
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona las adaptaciones de los vegetales con el medio en el que se desarrollan.

Figura 2. Estándares de aprendizaje del currículo de Bachillerato que se pueden abordar mediante actividades desarrolladas en parques y jardines.

LA INVESTIGACIÓN EN LOS PARQUES

La investigación científica es un proceso complejo, pero que puede ser adaptado para ser implementado por alumnos de Secundaria de forma accesible, de manera que el proceso se convierte en el objetivo principal a través del planteamiento de una pregunta de investigación precisa, la observación, la recogida de datos y la interpretación. Si la implementación es realizada por alumnos de Bachillerato, las conclusiones adquieren mayor importancia y pueden conducir a resultados más significativos y relevantes. Preten-

¹⁹ GARCÍA GUILLÉN, E. y MONGE, C. (2008). El Real Jardín Botánico de Madrid como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Memorias Real Sociedad Española Historia Natural*, 2.ª época, 5, pp. 63-83.

demos mostrar tres experiencias realizadas con nuestros alumnos en los parques de tres municipios distintos y que pueden ser repetibles en otros entornos o servir de modelo para otras posibles actividades.

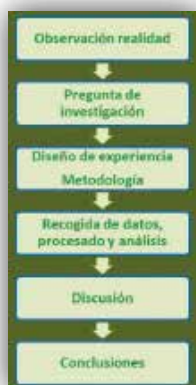


Figura 3. Diagrama de flujo mostrando las fases del método científico utilizadas en las investigaciones.

CASO 1: ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD DE ÁRBOLES DEL PARQUE JUAN CARLOS I DE PINTO (MADRID)

El estudio de la biodiversidad se abordó a través de la utilización de índices de biodiversidad que requieren de la identificación de todas las especies y la determinación del número de individuos de cada especie. Disponer de un mapa del parque permite realizar secciones de muestreo en las que se identifican las especies y se cuantifican los individuos de cada una de ellas.

Planteada la pregunta de investigación y determinadas las variables de muestreo, tipo de árboles y número de ejemplares, comienza la identificación de todas las especies mediante la utilización de claves sencillas^{20, 21}. Posteriormente se realizó un recuento de individuos de cada una de las especies que permite la elaboración de un censo.

Estos datos permitieron el cálculo de los índices de biodiversidad de:

Shannon-Weaver: $H = -\sum(p_i \cdot \ln p_i)$

Simpson: $D = \frac{\sum n_i \cdot (n_i - 1)}{N \cdot (N - 1)}$

La interpretación de los datos obtenidos mediante estos índices muestran valores de elevada biodiversidad, para el índice de Shannon-Weaver 3,08 sobre un valor máximo de 5, y para el índice de Simpson 0,073 para valores entre 0 y 1, siendo 0 el máximo de biodiversidad.

CASO 2: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS PARQUES DEL MUNICIPIO DE TORREJÓN DE LA CALZADA (MADRID)

La metodología utilizada en este caso fue la misma que en la investigación anterior, pero como la finalidad era comparar las diferentes zonas verdes de la localidad solo se utilizó el índice de Simpson. En este caso

²⁰ LÓPEZ LILLO, A. (2000). *Árboles de Madrid*. Mundi-Prensa. Madrid.

²¹ REAL JARDÍN BOTÁNICO-CSIC (2018). Arbolapp. Guía de árboles silvestres de la Península Ibérica y las Islas Baleares. <http://www.arbolapp.es/> [consultado en junio de 2018].

es muy útil utilizar la fracción inversa que proporciona siempre números positivos, donde el valor 1 corresponde al mínimo de biodiversidad (solo una especie presente), lo que facilita las comparaciones.

$$D = \frac{N \cdot (N - 1)}{\sum n_i \cdot (n_i - 1)}$$

Este municipio cuenta con nueve zonas verdes de tamaño, origen y distinta antigüedad (figura 4).

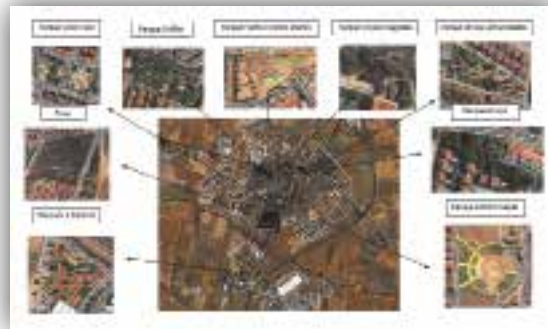


Figura 4. Localización en la imagen de satélite de los parques estudiados en el municipio de Torrejón de la Calzada.

Los datos obtenidos concluyen que el parque más biodiverso es el de Las Comunidades, que se encuentra en la periferia y que son los parques periféricos los que cuentan con mayor biodiversidad frente a los del casco urbano (figura 5).

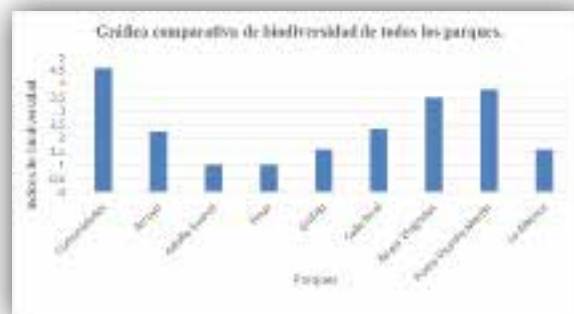


Figura 5. Gráfico de barras en el que se representan los índices de biodiversidad de los parques de Torrejón de la Calzada.

CASO 3: LOS LÍQUENES COMO INDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Esta investigación se concibió para abordarse en grupo y fomentar el trabajo y la evaluación cooperativos. La metodología del estudio requiere una estimación de su abundancia en las cortezas de los árboles y la selección de los puntos de muestreo, repartidos por el municipio de Valdemoro (Madrid). En cada uno se hizo una estimación de la exposición a contaminantes realizando conteos de los vehículos circulantes en distintos momentos del día.



Figura 6. Proceso de muestreo de la cobertura líquénica.

Como resultado, se clasificaron las estaciones en tres niveles de contaminación: alto, medio y bajo. En cada uno de los puntos de muestreo se realizaron 10 inventarios en otros tantos árboles utilizando rejillas de 1 x 1 cm dibujadas en un acetato para poder determinar en cuántas celdas de la cuadrícula de 10 x 10 cm se encontraba cada especie líquénica, aunque también puede optarse, si la identificación de los líquenes es muy difícil, por utilizar la cobertura líquénica total (figura 6).

EL APRENDIZAJE-SERVICIO EN LOS PARQUES

Hemos visto cómo los parques son lugares idóneos para el aprendizaje de contenidos y habilidades propios del currículo de la asignatura de Biología, tanto en Secundaria como en Bachillerato a través de una experiencia real que también aporta valores de respeto a otras especies que comparten nuestro entorno próximo. Creemos que este es un excelente punto de partida para que los alumnos puedan compartir y transmitir lo adquirido, conocimientos, habilidades y valores, lo que aporta un servicio a la comunidad y también la satisfacción personal de que el esfuerzo realizado pueda ser útil a otros (figura 7.A).

Los parques como lugar donde aprender a manejar sencillas claves de identificación de árboles son el punto de inicio de la elaboración de recorridos didácticos, que pueden ser utilizados por otros grupos de alumnos, familias o cualquier persona interesada en conocer otras especies de nuestro entorno.



Figura 7.A) El aprendizaje-servicio integra el desarrollo de elementos curriculares con la transmisión de conocimientos, adquisición de habilidades y el servicio comunitario. B) Carteles provisionales colocados por los alumnos durante la Semana de la Ciencia 2017 en la Ciudad Universitaria.

CASO 1: BIODIVERSIDAD DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

En colaboración con la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, desarrollamos un proyecto enmarcado en la Semana de la Ciencia 2017. El proyecto consistió en la identificación de árboles de la Ciudad Universitaria para su posterior etiquetado mediante carteles provisionales. Los carteles aportan, además del nombre del árbol, la familia a la que pertenece y algunos datos curiosos relacionados con su uso o algún aspecto histórico (*figura 7.B*). Estos carteles provisionales serán reemplazados por otros definitivos con el mismo formato e información que se clavarán en el suelo para que sirvan de identificadores permanentes.

CASO 2: ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LOS ÁRBOLES DE PARQUES

Esta última actividad se programa como un proyecto colaborativo en el que se han involucrado grupos de 20 alumnos repartidos en equipos de 4 componentes cada uno. El proyecto se lleva a cabo gradualmente a lo largo de todo un curso. Hasta el momento se han llevado a cabo los estudios de dos parques en Valdemoro (Europa y Tierno Galván) y otro en Pinto (Juan Carlos I).

Dada su complejidad, se desarrolló en varias fases que se plantean como tareas parciales cuyas aportaciones se van sumando:

- A. Asignación de zonas a los grupos (*figura 8.A*).
- B. Recolección de pliegos con hojas, flores y frutos (*figura 8.B*).
- C. Identificación con claves dicotómicas.
- D. Búsqueda de información de las especies.

El proyecto simula todas las fases que llevaría a cabo un botánico en la ejecución de un proyecto de estas características, comenzando con la recolección de material para el estudio de muestras de las diferentes especies. Todo este material sirve de base para la identificación de los árboles muestreados. La identificación se realiza con material adaptado a las necesidades y conocimientos de los alumnos^{22,23}. Una vez identificadas todas las especies, el siguiente trabajo es la elaboración de fichas con los datos más significativos de cada árbol: descripción, distribución geográfica, ecología, usos conocidos y, por supuesto, el nombre científico aceptado y los nombres vulgares más comunes. Para asegurar la utilización de fuentes de información fiables, se proporcionó a los alumnos una lista con las fuentes más adecuadas para este propósito además de las utilizadas para la identificación.



Figura 8. A) Mapa del parque Tierno Galván con los sectores numerados para asignar a los grupos de trabajo. B) Hojas recolectadas por los alumnos para la identificación de los árboles. Como material auxiliar, se pueden componer láminas ilustrando los tipos de hojas que pueden utilizarse con fines pedagógicos.

²² REAL JARDÍN BOTÁNICO-CSIC (2018). Arbolapp. Guía de árboles silvestres de la Península Ibérica y las Islas Baleares. <http://www.arbolapp.es/> [consultado en junio de 2018].

²³ LÓPEZ LILLO, A. (2000). *Árboles de Madrid*. Mundi-Prensa. Madrid.

En la elaboración de las fichas (*figura 9.A*) se aportan materiales gráficos originales: las fotografías son originales de los alumnos y los mapas de distribución también, elaborados utilizando la aplicación en línea gratuita Mapchart. Finalmente, uno de los elementos más importantes creados por los alumnos es un mapa colectivo con la ubicación de cada especie en el parque (*figura 9.B*). Cada especie es identificada por medio de un número, de modo que la utilización por parte de los posibles usuarios es muy sencilla y cómoda.

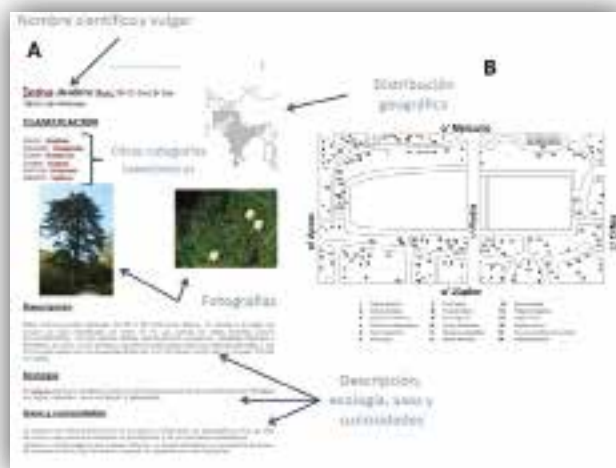


Figura 9.A) Ficha de uno de los árboles mostrando los campos utilizados y las fotografías y mapas originales de los alumnos. *B*) Mapa de la ubicación de especies del Parque Europa (Valdemoro).

USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

La utilización de las nuevas tecnologías está presente en todas las actividades en mayor o menor medida, pero puede potenciarse especialmente mediante la elaboración de guías digitales de los trabajos. En los trabajos anteriores hemos visto como los alumnos hacen uso de aplicaciones móviles, recursos web, cámaras fotográficas de los móviles, etc. Pero se puede ir un poco más lejos elaborando un blog cuyas entradas sean las fichas de los árboles y creando códigos QR para etiquetar los árboles. Dichos códigos se instalan en los árboles de modo que puedan ser escaneados y que permitan redireccionar a los usuarios a la página del blog correspondiente. Este proyecto puede iniciarse a pequeña escala, por ejemplo, con los árboles del instituto.

PROGRAMA NUESTRO MEDIO. RED MUNICIPAL DE INDICADORES MUNICIPALES CON PARTICIPACIÓN EDUCATIVA

Pablo Refoyo Román, Ana García Moreno, Benito Muñoz Araujo

Universidad Complutense de Madrid

Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas,

Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais, 12, 28040 Madrid

pa.refoyo@bio.ucm.es, agmoreno@ucm.es, titomu@ucm.es

Palabras clave: programa Nuestro Medio, medioambiente, indicadores ambientales, calidad ambiental, educación

Keywords: program Our Environment, environment, environmental indicators, environmental quality, teaching.

Resumen

El programa Nuestro Medio (<https://www.ucm.es/nuestromedio/>), implantado en algunos centros educativos, permite a los alumnos ser generadores de la información de la situación del medioambiente en su entorno y sirve para profundizar en los conocimientos que deben adquirir. Para ello se han establecido 49 indicadores ambientales, cuyos valores son obtenidos por los estudiantes. La información se integra en una aplicación informática que permite la emisión de un informe técnico que valora la calidad ambiental del entorno estudiado convirtiéndose así en una excelente herramienta de gestión medioambiental. Los resultados tienen aplicaciones docentes para estudiantes de todos los niveles educativos y ambientales.

Abstract

The program Our Environment (<https://www.ucm.es/nuestromedio/>), implemented in some educational centers, allows students to generate information on the environmental situation in their environment and serves to deepen knowledge that they must acquire. For this, 49 environmental indicators have been established, whose values are obtained by the students. The information is integrated into a software application that allows the issuance of a technical report that assesses the environmental quality of the studied environment, thus becoming an excellent environmental management tool. The results have teaching applications for students of all educational and environmental levels.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La calidad del entorno y su preservación es básica para el ser humano. La obtención de indicadores que permiten conocer el estado del medioambiente en un lugar determinado es una política que, a nivel europeo, nació con la Red Europea de Afección y Observación del Medio Ambiente (EIONET) y se ha reflejado a nivel nacional con el Banco Público de Indicadores Ambientales (BPIA). Habitualmente, esta información

es obtenida por personal cualificado y permite obtener datos precisos a nivel nacional; sin embargo, a nivel municipal, estos datos son demasiado globales, por lo que resultan poco útiles para su análisis a esta escala.

Por otro lado, la enseñanza de los ecosistemas y el impacto que el ser humano produce en ellos es una parte de las enseñanzas de Biología y Geología de 3.º y 4.º de la ESO. Dicha docencia suele basarse en contenidos teóricos de la composición de las biocenosis y la modificación del medioambiente por parte del ser humano, pero carece de actividades prácticas de posterior aplicación para la sociedad y los estudiantes no se sienten implicados en ello.

El Programa Nuestro Medio (Aula Verde) (<https://www.ucm.es/nuestromedio/>), (figura 1), surgió como un intento de aunar los esfuerzos institucionales y las actividades educativas, con el fin de involucrar a los ciudadanos en el conocimiento preciso de su medioambiente y en la recogida y análisis de los datos ambientales. Este proyecto se desarrolló en el marco de los Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente, proyecto 73, de la Universidad Complutense de Madrid, en la convocatoria de 2014. Además de los firmantes de esta comunicación, también han intervenido en su desarrollo: José María Hernández de Miguel, Félix de Caso López, Eduardo Ruíz Piña, Javier Camilo Barriga Bernal y Elena Moreno González de Eiris.



Figura 1. Acceso a la página web del programa Nuestro Medio (Aula Verde).

La base del proyecto fue el establecimiento de una serie de indicadores ambientales, que permitiera crear una red municipal de indicadores adecuados y adaptados a esta escala para evaluar el estado del medioambiente a través de los datos recogidos por el colectivo educativo local durante las actividades docentes programadas específicamente para ello. Los indicadores deberían ser suficientemente eficientes para reflejar la situación ambiental del municipio y, a la vez, de fácil obtención ya que debía ser realizada por los alumnos de institutos de Educación Secundaria como complemento práctico de sus clases teóri-

cas de Biología y Ciencias de la Tierra y Medioambientales. Los docentes responsables de las materias pertinentes participan en el proyecto asegurando la correcta ejecución de los trabajos realizados y la transmisión de los datos obtenidos. Los indicadores medidos en localidades diferentes son perfectamente comparables, de modo que se puede generar una evaluación precisa y continuada en el tiempo de la calidad ambiental a nivel regional.

En todo caso, dichos indicadores deben ser capaces de medir, de forma más o menos precisa, el estado del medioambiente municipal, por lo que deben cumplir los siguientes criterios: 1. Ser representativos de la calidad ambiental de los territorios analizados, abarcando todos los aspectos relevantes (agua, aire, biodiversidad, influencia social, usos del suelo, etc.). 2. Ser indicadores fácilmente medibles facilitando la toma de datos por estudiantes. 3. Ser equiparables en diferentes ambientes y lugares para permitir un análisis comparado entre zonas. 4. Ser accesibles a las personas participantes a través de la base de datos, diseñada específicamente para el proyecto, con la información obtenida y con georreferenciación apoyada en Google Earth y en el banco de indicadores ambientales.

Aunque el objetivo principal del proyecto está relacionado con el medioambiente y consiste en la obtención de información precisa sobre las variables ambientales para entornos municipales, existen otros objetivos relacionados con una actividad educativa, ya que permite desarrollar a estudiantes de Secundaria una metodología científica para el estudio de la calidad ambiental de su entorno más inmediato.

Estos objetivos de carácter meramente educativo son: la integración del problema medioambiental en el proyecto curricular del centro; potenciar la reflexión científica sobre los problemas medioambientales; la aplicación de modelos teóricos y procedimientos científicos para el análisis de las características ambientales; la aplicación práctica de los contenidos teóricos; favorecer el entendimiento del funcionamiento natural para su aprovechamiento sostenible; y, por último, que los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de las diferentes materias se afiancen y resulten más atractivos para el alumnado.

En definitiva, mediante este programa se permite a los alumnos ser los generadores de la información de la situación del medioambiente en su entorno y sirve como herramienta para profundizar en los conocimientos que deben adquirir, al mismo tiempo que facilita la impartición de dicha docencia mediante una práctica continuada basada en la toma de datos y análisis de la situación ambiental.

Además, logra aumentar la concienciación medioambiental a través de la implantación de contenidos prácticos. Con ello también se consigue alentar a los estudiantes para una futura dedicación en el campo de la Biología ambiental. Durante su ejecución aprenden de primera mano el estado del medioambiente que los rodea y la valoración del entorno más próximo. Se hacen conscientes de los posibles problemas presentes o que puedan darse en un futuro próximo y se transforman en eficaces transmisores de la situación ambiental a su entorno más cercano.

Por otro lado, aumenta la estima personal del alumnado, al participar de una forma activa en el desarrollo de un proyecto de gran utilidad y eficacia para toda la sociedad, otorgándole confianza y compromiso en el trabajo realizado. El reconocimiento mediante un diploma de participación en tal actividad, así como la publicación de un libro resumen de las tareas realizadas con los consiguientes resultados, resulta de especial orgullo y motivación para ellos.

Su ejecución mejora la asimilación de conceptos. Desde un punto de vista educativo, la aplicación práctica de los contenidos teóricos de las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza (3.º de ESO), Biología y Geología (4.º de ESO), y Ciencias de la Tierra y Medioambientales (2.º Bachillerato) afianza los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del temario y resulta más atractivo para el alumnado. El estudio de estas materias promueve un amplio conocimiento sobre el medioambiente y una reflexión científica sobre los problemas medioambientales; la aplicación de modelos teóricos y procedimientos científicos de análisis, proporciona una visión objetiva que ayudará a mitigar los riesgos y el aprovechamiento eficaz de los recursos en un contexto de sostenibilidad.

METODOLOGÍA

Para la puesta en marcha del proyecto se ha establecido una estrecha colaboración con instituciones educativas regionales, así como con el Centro de Formación del Profesorado de la Comunidad de Madrid. La obtención de los datos de campo es realizada por los estudiantes de los institutos de enseñanza secundaria participantes en el proyecto y los resultados se incluyen en una base de datos, a la que se accede a través de una aplicación desarrollada con ese fin.

Evidentemente, la parte más importante del proyecto es la selección de indicadores, ya que no solo deben ser representativos de la calidad ambiental, sino que deben ser de fácil obtención, adaptados a la docencia impartida en los diversos cursos y cuya toma de datos deber ser adaptable tanto a los conocimientos de los alumnos como a la organización de los propios cursos.

Tras analizar las posibles variables, se han establecido un total de 50 indicadores distribuidos en seis variables diferentes: Agua, Aire, Biodiversidad, Consumo, Ecología cultural y Usos y Recursos (*figura 2*).

Para facilitar su comprensión y la realización de cada uno de estos indicadores se ha diseñado una ficha explicativa (*tabla 1*), incorporada a la propia aplicación informática, que facilita, tanto a los profesores como a los propios alumnos, la toma de datos (periodicidad, unidad de medida, metodología), así como su justificación, bibliografía recomendada y su utilidad en la docencia a impartir.

Una vez obtenidos los indicadores se incorporan a una página web (<https://www.ucm.es/nuestromedio/>) (*figura 3*) que, además de contener la información general, incorpora el acceso a las cuentas de las instituciones implicadas y la base de datos con los valores obtenidos en cada municipio. Dichos valores serán procesados y analizados a través de la propia aplicación y proporcionará información pública sobre los datos ambientales de las zonas estudiadas.

Elemento	Indicador	Elemento	Indicador
Agua	Dureza	Aire	Co2
	Estructura de la ribera		Nivel acústico
	Macroinvertebrados		No2
	Nitratos		O3
	O2 disuelto		Pm10
	Ph		So2
	Porcentaje de saturación		Electricidad por habitante
	Temperatura		Agua por habitante
Biodiversidad	Turbidez	Consumo	Combustible por habitante
	Abundancia de árboles		Nº contenedores
	Abundancia de arbustos		Parque automovilístico
	Especies de árboles		Vehículos por habitante
	Especies de arbustos	Ecología cultural	Residuos por habitante
	Número espacios protegidos		Razas autóctonas
	Número especies protegidas		Superficie dedicada a razas autóctonas
	Número especies vertebrados		Superficies dedicadas a recursos agroforestales
	Número especies invasoras fauna		Cabezas de ganado
	Número especies invasoras flora		Cotos de caza
	Número de especies invertebrados		Cotos de pesca
	Número nidos detectados		Licencia caza
Número unidades hábitat	Usos y recursos	Licencia pesca	
Superficie espacios protegidos		Escombreras/vertederos	
Superficie incendiada		Superficie sector industrial	
Superficie reforestada		Superficie suelo rústico agrícola	
			Superficie suelo urbano
			Especies forestales

Figura 2. Indicadores ambientales.

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES COBCM/COBCLM	
INDICADOR	
Estructura de la ribera	
JUSTIFICACIÓN	<p>El ecosistema fluvial es una singularidad ambiental y paisajista respecto a su entorno más próximo. Esta singularidad está causada por la modificación de varios parámetros ambientales que determinan la vida vegetal y animal.</p> <p>Un curso fluvial provoca cambios en su entorno: mayor disponibilidad hídrica respecto a las áreas no ribereñas, mayor humedad ambiental y temperaturas más suaves causadas por los procesos de evotranspiración.</p> <p>En términos generales, el entorno de un curso fluvial significa un medio más húmedo (suelo y aire) y más fresco que el espacio no ribereño.</p> <p>El ecosistema fluvial tiene dos dimensiones, terrestre y acuática, en íntima relación. Además, los sistemas fluviales tienen tres dimensiones espaciales: longitudinal, transversal y vertical.</p> <p>La primera representa el eje central a través del cual se mantiene la continuidad de los flujos, se modifica la energía potencial desde las partes altas a las bajas y se distribuyen las comunidades biológicas según factores físicos.</p> <p>La dimensión transversal surge en las zonas donde el valle se ensancha y las aguas ocupan periódicamente un espacio mayor que el del canal fluvial, desbordándose y moviéndose lateralmente. A través de esta conexión se produce un intercambio de agua, sedimentos y nutrientes entre el cauce y las riberas.</p> <p>Y la dimensión vertical, que tiene lugar entre el sustrato del lecho del cauce. A través de este sustrato se producen una serie de flujos subterráneos de agua, nutrientes y organismos de gran importancia en el funcionamiento e integridad de los ecosistemas fluviales.</p> <p>En las riberas es donde encontramos formaciones vegetales, bosques riparios formados por comunidades biológicamente diversas y ricas muy sensibles a la alteración de suelos y regímenes hídricos. Debido a este hecho, los bosques de ribera y humedales se encuentran hoy entre los ecosistemas más amenazados de todo el planeta.</p>
FUENTES DE INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Guía visual de la vegetación de ribera (MAGRAMA). http://vegetacionderibera.cedex.es/intro.php. • Artículo «La vegetación terrestre asociada al río». http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_17.pdf. • Estructura y composición de la vegetación de ribera. http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/educacionambiental/Vegetacion_ribera_FMagdalenos.pdf. • Manual de la metodología y del kit. http://www.dmca.es/documentum/publicaciones/manual2008.pdf.
UNIDAD DE MEDIDA	<p>Índice del estado de la calidad de la ribera.</p> <p>Este índice nos va a permitir conocer cuál es el estado de la ribera según una serie de estudios, en concreto dos. Gracias a este, podremos valorar el estado de la vegetación en cuatro categorías:</p> <p>Más de 8 puntos: óptimo.</p> <p>Más de 6 puntos hasta 8 inclusive: bueno.</p> <p>Más de 4 puntos hasta 6 inclusive: regular.</p> <p>Menos de 4 puntos: malo.</p>

METODOLOGÍA	<p>En primer lugar, para calcular el índice de estado de la vegetación de ribera tenemos que conocer la estructura de la vegetación de esta. Para ello utilizaremos las tablas que se adjuntan al final de la ficha en la que compararemos la continuidad longitudinal y anchura con la composición y estructura.</p> <p>La continuidad y la anchura pueden ser de 4 tipos según el porcentaje de vegetación arbustiva y arbórea que encontremos (>75 %, 50 al 75 %, 25 al 50 % o < 25 % de la longitud del tramo analizado).</p> <p>La composición y estructura puede tener cuatro opciones según la altura, y las especies que allí residen. Comparando estas dos características obtendremos un primer valor y que corresponde a la estructura de la vegetación (máximo 8, mínimo 1).</p> <p>En segundo lugar, analizaremos la regeneración natural de la vegetación de ribera. Para ello tenemos 4 opciones que están determinadas por la presencia de plántulas jóvenes de árboles y arbustos o no. Los valores correspondientes corresponden al tipo de regeneración que existe en la ribera (máximo 2, mínimo 0).</p> <p>Tras analizar ambas características sumaremos los valores obtenidos para obtener la puntuación total y determinar el estado de la vegetación de ribera.</p> <p>(Páginas 62 y 63 del Manual de la metodología y del kit: http://www.dmcca.es/documentum/publicaciones/manual2008.pdf).</p>
PERIODICIDAD	<p>La toma y el análisis de este indicador se realizará dos veces por año: una en el periodo primaveral, en concreto, en el mes de abril, y otra en periodo invernal, en el mes de noviembre. Es importante realizarlo en estos meses ya que nos permitirá conocer cuál es la variación de este parámetro en dos épocas diferentes en todos los municipios en los que se realiza este estudio.</p>
FINALIDAD DEL INDICADOR	<p>Sin un bosque de ribera de buena calidad, no será posible que el río albergue un hábitat de suficiente calidad, puesto que la vegetación de ribera realiza las siguientes funciones imprescindibles para garantizar el buen estado ecológico del río:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regula el microclima del río, sombreándolo y evitando temperaturas extremas y regulando el crecimiento de la vegetación en el cauce. • Da estabilidad a los márgenes del río. • Funciona como zona de recarga de aguas subterráneas. • Es un hábitat ideal para gran número de especies de animales y plantas. • Actúa como filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias químicas en el cauce. • Posee un gran valor paisajístico, recreativo y cultural.
DOCENCIA	<p>Se explicará la importancia de las condiciones físico-químicas de un ecosistema acuático para que en él pueda existir vida.</p> <p>La importancia que tiene el equilibrio ecológico para las poblaciones de un ecosistema acuático, en este caso la vegetación colindante al río. Asimismo es importante hacer hincapié en las funciones que tiene la vegetación de ribera para el buen estado ecológico de estos ecosistemas.</p> <p>Los diferentes ecosistemas que existen en los distintos tramos de los ríos: alto, medio y bajo.</p>

Tabla 1. Descriptor de indicadores. Variable Agua.

Será la propia página web la que permitirá inscribirse en el proyecto (figura 4), aportar la información de los institutos participantes, subir y consultar los datos obtenidos una vez analizados. También cuenta con enlaces a páginas de interés que proporcionan información (demográfica o socioeconómica), que no requiere de la toma de datos de campo, necesaria para la valoración de los resultados.



Figura 3. Acceso a la aplicación del proyecto.

Figura 4. Acceso al registro para los institutos de enseñanza secundaria.

La información depositada en la web es exclusivamente de carácter científico, pero está organizada de forma didáctica, de manera que puede ser consultada fácilmente por el personal de las instituciones colaboradoras con el proyecto, así como por estudiantes de materias relacionadas con la Biología, Ingeniería Agronómica, etc. También es una fuente importante de consulta para la realización de los trabajos

de fin de grado o de másteres de nuestra universidad. Los estudiantes de grado en Biología podrán usarlo como apoyo para materias como la Zoología o la Biogeografía. Esperamos que sea un recurso tan ampliamente empleado en las universidades de todo el mundo como el primer proyecto llevado a cabo por el equipo sobre la arquitectura animal, PIE n.º 2004/95, Modelos arquitectónicos internos de los animales.

Una vez obtenida la información, los alumnos la introducen de forma fácil en la propia aplicación (*figura 5*) o bien mediante la generación de una hoja Excel que el profesor puede utilizar en clase antes de la introducción definitiva de los datos.

Con la información obtenida durante el curso académico, la propia aplicación genera un informe en el que aparecen tanto los datos generales del municipio como los valores obtenidos para cada indicador. Estos valores son representados mediante diagramas de barras en los que figuran los datos del propio municipio, así como una referencia a la media de los valores de todos los municipios que participan en el proyecto de tal manera que de forma muy fácil se puede saber si el valor de cada indicador se sitúa por encima o por debajo de la media de los municipios participantes (*figura 6*).

Introducir datos del año: (2018 ▼) Descargar Hoja de Cálculo (MS Excel) para rellenar

Agua	Actual (Promedio)	Normal (Promedio)	
Dureza (Descripción) (ppm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Estructura de la ribera (Descripción) (Índice de 0 a 2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Macroinvertebrados (Descripción) (De 0 a 10)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Nitratos (Descripción) (ppm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
O2 disuelto (Descripción) (ppm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
pH (Descripción) (De 7 a 14)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Porcentaje de Saturación (Descripción) (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Temperatura (Descripción) (°C)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Turbidez (Descripción) (Unidades de Turbidez Jackson (TU))	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Aire	Actual (Promedio)	Primavera (Promedio)	Verano (Promedio)
CO (Descripción) (mg/m3 (promediado))	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nivel Acústico (Descripción) (Decibelios dB)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NO2 (Descripción) (ppm3 (promediado))	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
O3 (Descripción) (ppm3 (promediado))	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PM10 (Descripción) (ppm3 (promediado))	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SO2 (Descripción) (ppm3 (promediado))	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biodiversidad	Actual (Promedio)		
Abundancia de árboles en el entorno urbano (Descripción) (Nº de árboles / sin recuento)	<input type="text"/>		
Abundancia de arbustos en el entorno urbano (Descripción) (Nº de arbustos / sin recuento)	<input type="text"/>		
Abundancia de nidios (Descripción) (Nº de nidios / sin recuento)	<input type="text"/>		

Figura 5. Introducción de datos.

Ecología cultural				
Razas Autóctonas (Descripción)				
Agrícolas (N°)	Actual	Sin especificar		
Ganado (N°)	Actual	Sin especificar		
Superficie dedicada a razas autóctonas (Descripción)				
Agrícolas (Ha)	Actual	Sin especificar		
Ganado (Ha)	Actual	Sin especificar		
Superficie dedicadas a Recursos Agroforestales (Descripción)				
Apicultura (Ha)	Actual	5		5
Madera y corcho (Ha)	Actual	456		456
Otras (Ha)	Actual	465		465
Resine (Ha)	Actual	56		56
Setas y hongos (Ha)	Actual	6		6
Usos y Recursos				
Cabezas de Ganado (Descripción)				
Avícola (N°)	Actual	Sin especificar		
Bovino (N°)	Actual	45		45
Caballar (N°)	Actual	64		64
Caprino (N°)	Actual	Sin especificar		
Cunícula (N°)	Actual	Sin especificar		
Ovino (N°)	Actual	5		5

Figura 6. Tabla de valores de los indicadores del informe final.

CONCLUSIONES

Con este proyecto se pretende conseguir un instrumento eficaz y directo para concienciar, educar e informar de los aspectos ambientales a los habitantes de los diferentes municipios. De esta forma pueden valorar el activo natural que poseen y contribuye a frenar, en cierto modo, el desplazamiento masivo hacia la ciudad desde las zonas rurales. Favorece que la futura población activa se interese por el entorno que los rodea intentando aprovechar los recursos que el medioambiente ofrece de una forma sostenible (ecoturismo, agricultura y ganadería ecológica, defensa y protección del medioambiente).

METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE TALLERES PARA ENSEÑAR FÍSICA Y QUÍMICA EN PRIMARIA

Beatriz Robredo Valgañón, María del Mar Hernández Álamos

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de La Rioja

C/ Madre de Dios, 56. 26006 Logroño Tel: +34941 299724

beatriz.robredo@unirioja.es

Palabras clave: talleres, Física, Química, Educación Primaria, universidad.

Keywords: workshops, Physics, Chemistry, Primary Education, university.

Resumen

Los alumnos de tercero de grado en Educación Primaria de dos cursos escolares, diseñaron y realizaron talleres para enseñar Física y Química a los alumnos de distintos CEIP, dentro de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales: Física y Química. El resultado fue altamente satisfactorio para todos los grupos implicados: se contribuyó a que los alumnos perdieran el miedo a la asignatura y a mejorar su aprendizaje, apoyándose en una metodología más aplicada y fácil de comprender, fomentando el interés por la ciencia y acercándose a la realidad del aula. Al mismo tiempo, se favoreció el intercambio de ideas entre los distintos niveles de la comunidad educativa.

Abstract

The students of third grade in Primary Education of two academic years, designed and held workshops to teach Physics and Chemistry to students of different Primary Schools, within the subject "Didactics of Experimental Sciences: Physics and Chemistry". The result was highly satisfactory for all the groups involved: it helped the students to lose the fear of the subject and to improve their learning, relying on a more applied and easy to understand methodology, fostering interest in science and approaching the reality of the classroom. At the same time, the exchange of ideas between the different levels of the educational community was favored.

INTRODUCCIÓN

La falta de interés y motivación por parte de los alumnos frente a las Ciencias es algo que se hace cada vez más evidente. El «Informe Rocard» sostiene que una de las causas posibles puede ser la forma en que se enseña la ciencia¹. Otra causa puede atribuirse a que la enseñanza de las ciencias no se trata desde un punto de vista más cualitativo y experimental, con un enfoque hacia las relaciones CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad) y la historia de las ciencias².

La realidad es que a lo largo de los últimos 16 años ha disminuido un 18% el número de alumnos que cursan la modalidad de Ciencias durante el Bachillerato en la comunidad autónoma de Valencia. Además, un 17% de los alumnos que cursan esta modalidad de Bachillerato la abandonan en el salto a la Universidad, tendiendo hacia titulaciones de Ciencias Sociales y Jurídicas o Artes y Humanidades³.

Buena parte de los alumnos consideran las asignaturas de ciencias como aburridas, difíciles y excesivamente teóricas. Además, tienen una visión negativa de la ciencia, especialmente de la Física y de la Química, relacionando estas disciplinas con aspectos como la contaminación o el desarrollo de armamentos. Sin embargo, son menos conocedores de los aspectos positivos como los valores que aportan (razonamiento crítico, método científico, etc.) o la contribución a la resolución de problemas de la raza humana (desarrollo de medicamentos, búsqueda de nuevos materiales, etc.)⁴.

El interés que manifiestan por la ciencia los alumnos de grado en Educación Primaria, en general, es bajo; muchos de estos alumnos no ven asignaturas de ciencias desde la ESO y sienten incluso cierta repulsión y rechazo a las mismas. Por tanto, difícilmente podrán manifestar este entusiasmo cuando tengan que explicar contenidos de Ciencias Naturales y Sociales a sus alumnos de Primaria. Una forma de eliminar este rechazo es que ellos mismos sean capaces de crear ciencia mediante experimentos, maquetas... e incluso transmitirla.

Por otro lado, al acercar a los futuros docentes a las aulas y hacerles ver la demanda de los niños por aprender Ciencia les concienciará de la necesidad de enseñar correctamente estas disciplinas.

Por tanto, el objetivo de este estudio es contribuir a mejorar el aprendizaje de los futuros docentes de Primaria apoyándose en una metodología más aplicada y fácil de comprender, fomentando el interés por la Ciencia y acercándose a la realidad del aula.

METODOLOGÍA

Este trabajo se llevó a cabo en los cursos académicos 2015-2016 y 2016-2017, con los alumnos de tercero de grado en Educación Primaria en la asignatura de segundo cuatrimestre «Didáctica de las Ciencias Experimentales: Física y Química». Se realizó en los grupos reducidos (GR) con la participación de unos 150 alumnos por curso académico. El trabajo con cada curso se puede ver en el *gráfico 1*.

¹ COSCE (2011). Informe Enciende. *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*, pp. 1-118.

² SOLBES, J. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 117. (21), pp. 91-117.

³ ESTEVE, A. R. y SOLBES, J. (2017). Por las ciencias y la tecnología, *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 573-578.

⁴ SOLBES, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, pp. 53-67.

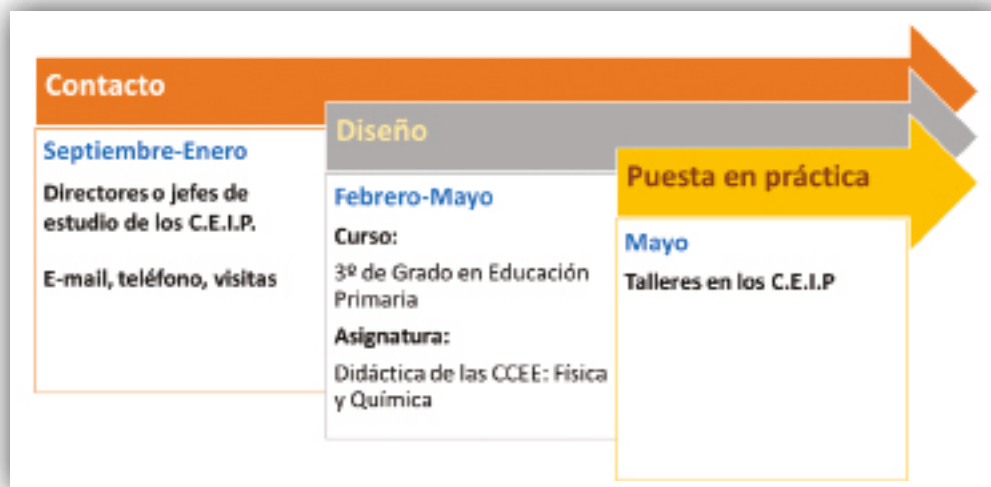


Gráfico 1. Fases en las que se desarrolla el trabajo por curso académico.

CONTACTO

En el primer cuatrimestre, la profesora de la universidad realizó el contacto con los distintos CEIP de Logroño, dialogando sobre el tipo de participación:

Modalidad A: los tutores de cada curso deciden los temas de trabajo y el profesor de la universidad recibe esta información.

Modalidad B: los tutores y el CEIP dejan libertad de cátedra para la elección del tema a los alumnos.

DISEÑO

En el segundo cuatrimestre, de febrero a mayo, comenzaron las clases; a continuación, se detalla la metodología empleada dividida en sesiones de trabajo:

Primera sesión. Los alumnos, el primer día de clase, recibieron la información sobre el trabajo que se iba a realizar en el GR, las sesiones y los informes que se iban a pedir en cada clase y las fechas de presentación en el aula y en los colegios de Educación Primaria. Se distribuyeron en grupos de aproximadamente 4 personas y se les asignó un curso de Primaria de un CEIP. En la modalidad A, el profesor informó sobre el tema de trabajo a los distintos grupos. En la modalidad B, se explicó que cada grupo debía seleccionar un tema de trabajo, consultado el temario de Física y Química del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Para la siguiente sesión, los alumnos debían traer el tema trabajado y alguna opción sobre el taller a realizar:

Segunda sesión. Una vez estudiado el tema, los alumnos lo adaptaron al curso escolar y plantearon un taller con unos objetivos didácticos y una rúbrica para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y motivación de los niños. En esta segunda sesión se decidieron los talleres y, en la modalidad A, se enviaron las propuestas a los tutores. Algunos grupos de los alumnos fueron a los colegios para reunirse en persona con los tutores y consultar posibles dudas; casi siempre de adaptación a la edad y nivel del alumnado existente, así como equipamiento del colegio. Para la siguiente sesión cada grupo y el profesor se comprometieron a buscar los materiales necesarios para poder preparar un taller.

Tercera sesión. El profesor y los alumnos compraron los materiales necesarios, prepararon el taller y realizaron varias simulaciones en el laboratorio en horas libres.

Cuarta sesión. Cada grupo explicó en clase su taller contando con cinco minutos. Muchos alumnos realizaron un vídeo explicativo de su experimento, otros presentaron una maqueta o modelo de su trabajo y otros usaron presentaciones mediante PowerPoint. Después de cada intervención, los demás alumnos y el profesor dieron orientaciones para mejorar el taller; basadas en el tiempo de realización, los agrupamientos de los niños, los materiales empleados, la explicación científica que se iba a realizar y la evaluación.

Toda la secuenciación de estas sesiones, que es el trabajo realizado en la universidad se puede ver en el gráfico 2.



Gráfico 2. Secuenciación del trabajo realizado en la universidad.

PUESTA EN PRÁCTICA

Quinta sesión en el CEIP. El profesor elaboró una plantilla con la distribución de los alumnos en las aulas y las horas de realización. Cada grupo repitió el taller con una duración de 30 minutos en las tres clases del curso asignado y el tutor de cada curso evaluó su actividad usando una rúbrica que previamente le proporcionó el profesor de la universidad (tabla 1).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
TALLER	
GRUPO DE ALUMNOS	
COMENTARIOS	
1. Se han planteado unos claros objetivos didácticos incluyendo una finalidad científica.	
2. Se han utilizado correctamente los recursos empleados.	
3. Se han adecuado al tiempo establecido.	
4. Los contenidos se han adaptado a la edad y el nivel del alumnado.	
5. Se han transmitido los conocimientos satisfactoriamente y se ha desarrollado el taller con empatía.	
TOTAL	

VALORACIÓN DE LA EVALUACIÓN:	
JUSTIFICACIÓN	VALORACIÓN
No cumple con el criterio.	0
Responde medianamente al criterio.	1
Corresponde con el criterio.	2
Supera de manera satisfactoria el criterio.	3

Tabla 1. Rúbrica elaborada por el profesor de la universidad para la valoración de los alumnos por parte de los tutores de cada curso.

Sexta sesión. Finalmente, los alumnos del grado entregaron el trabajo por escrito a su profesor según un modelo de ficha (tabla 2) con los resultados sobre la evaluación de la actividad, el aprendizaje y la motivación del alumnado de Primaria.

Grupo reducido
Alumnos participantes
Curso y CEIP
Temario de Física y Química incluido en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria
Tema seleccionado
Conocimientos sobre el tema de trabajo
Adaptación del tema a la Educación Primaria (libros de Primaria consultados)
Título del taller
Competencias
Objetivos
Materiales
Agrupamientos
Desarrollo de las actividades
Evaluación de la actividad y aprendizaje

Tabla 2. Modelo de ficha de entrega de cada grupo al profesor para su evaluación.

De este modo, con la calificación de los tutores de los colegios, la asistencia y participación, las exposiciones en clase y la ficha, el profesor de la universidad evaluó a estos alumnos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los alumnos propusieron y realizaron una gran cantidad de talleres que cubren el temario de Física y Química que se imparte en Primaria, como se muestra en la tabla 3.

CONTENIDOS	TALLERES
Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades. Utilidad de algunos avances, productos y materiales para el progreso de la sociedad.	Lámpara de lava. Nieve artificial. Fluido newtoniano. Medir el pH del bicarbonato de sodio y vinagre y utilizar la mezcla para observar el CO_2 . Apagar velas con CO_2 .
Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.	Cambio de volumen al introducir distintos objetos en un vaso de precipitados con agua.
Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.	Recipiente con agua y un huevo donde va cambiando la concentración de sal. Hielo en agua o en aceite. Globo en agua a diferentes temperaturas.
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.	Efecto dominó. Construcción de catapultas. Aleteo de la mariposa por electricidad estática, pompa de jabón, chorro de agua.
Concepto de energía. Diferentes formas de energía. Fuentes de energía y materias primas: su origen. Energías renovables y no renovables.	Construcción de un coche que se mueve mediante la energía elástica acumulada en una goma. El cañón de Gauss aplicado a un juego de fútbol.
La luz como fuente de energía. Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos.	Hacer pilas con patata y limón. Construir coches y motores eléctricos. Hacer un generador eléctrico. Crear un circuito en serie y en paralelo. Construir un muñeco con luz.
Magnetismo: el magnetismo terrestre. El imán: la brújula.	Construir una brújula con alfileres imantados, corcho y agua. Funcionamiento del GPS.
Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.	Experimentos de refracción con flechas que cambian de dirección, monedas que desaparecen, bolígrafo que se divide en tres, láser que atraviesa distintos medios. Reflexión. La luz viaja en línea recta, mediante cartulinas y linterna; la luz rebota mediante espejos.
Observación de algunos fenómenos de naturaleza eléctrica y sus efectos (luz y calor). Atracción y repulsión de cargas eléctricas.	Imanes de colores que hacen formas en el agua. Monedas que se mantienen en un palo. Jaula de Faraday. Pescar peces con imanes.
Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución. Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.	Filtración con arena y piedras. Evaporación y condensación de agua coloreada. Evaporación de alcohol. Solidificación del agua usando hielo. Observar hielos cubiertos con tela y sin cubrir. Empleo de catalizadores, como el yoduro potásico.
Reducción, reutilización y reciclaje de residuos.	Vagones de tren con yogures. Instrumentos musicales.
Máquinas y aparatos.	Construcción de pozo, rueda y eje, molinillo y catapulta.

Tabla 3. Relación de los contenidos del temario de Física y Química del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, con los talleres.

Estos talleres y otros ya publicados quedan a la disposición de los maestros de Educación Primaria, que de esta forma cuentan con nuevas herramientas de trabajo que pueden ser utilizadas en sus clases⁵.

Los alumnos de la universidad obtuvieron calificaciones de 11 a 15 (el máximo es un 15) puntuadas por los tutores, aplicando la rúbrica que se puede observar en la *tabla 1*. Las fichas entregadas, según el modelo descrito en la *tabla 2*, fueron corregidas y evaluadas por el profesor de la universidad y tuvieron también altas calificaciones. Estos futuros maestros manifestaron un gran interés y motivación por la participación en los talleres. Apreciaron mucho la posibilidad de tomar contacto con los colegios y de experimentar el trabajo directo con los niños.

Al mismo tiempo, los niños que disfrutaron de los talleres vivieron una bonita experiencia científica que transmitieron a sus familiares y amigos. En este sentido, son cada vez más numerosas y variadas las iniciativas que están en línea con la llamada escolarización abierta (*open schooling*) y que involucran a diversos profesionales (profesores, alumnos, investigadores, empresas) para acercar proyectos reales a las aulas, compartiendo y aplicando de esta manera resultados de la investigación científica y tecnológica. Uno de los formatos más habituales de algunas de estas iniciativas son los talleres experimentales destinados a estudiantes de Primaria y Secundaria, organizados por instituciones científicas^{6,7}.

Aunque tradicionalmente la comunidad científica se ha implicado activamente en comunicar la ciencia dentro y fuera de la misma, su responsabilidad de contribuir a la educación científica es aun relativamente reciente. Y, en muchos casos, la distinción entre ambas facetas (comunicación vs. educación científica) es difícil de caracterizar. Tal como defienden algunos autores, aunque ambas facetas comparten rasgos comunes, sus prioridades son distintas⁸. Como profesoras de futuros docentes debemos velar porque la transmisión de los conocimientos científicos se viva con implicación y entusiasmo. Si desde los primeros niveles del sistema educativo se trata, cuida y fundamenta esta transmisión, se conseguirá evitar el rechazo a estas asignaturas y aumentar la vocación científica.

Por otro lado, la unión de distintas etapas del sistema educativo, desde Primaria hasta la universidad, y la transmisión de los talleres desarrollados a las familias y personas cercanas, se hace evidente en este trabajo. Vivimos en un contexto en el que las políticas a nivel europeo, nacional y local abogan por potenciar las colaboraciones entre la educación formal, no formal e informal, las empresas y la sociedad civil con el fin de asegurar una participación relevante de todos los actores sociales en la ciencia⁹. El objetivo primordial de esta colaboración es aumentar la elección de estudios científicos y carreras con fundamentación científica entre los estudiantes, y mejorar la empleabilidad y la formación en competencias de las personas. De la misma manera, también se persigue promover una investigación e innovación responsables, que se involucre en la mejora de las competencias de la ciudadanía para comprender los productos o resultados científicos, y para debatir y ser críticos con sus beneficios y consecuencias.

⁵ ARILLO, M. A., MARTÍN, R. y MARÍN, P. (2015). *Talleres para enseñar química en primaria*. Madrid. Universidad Complutense de Madrid, pp. 5-238.

⁶ 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), pp. 1945-1969.

⁷ RODRÍGUEZ, K. y VARGAS, K.V. (2009). Análisis del experimento como recurso didáctico en talleres de ciencias: el caso del museo de los niños de Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 9(1) pp. 1-20 [en línea], disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713054013> [consultado el 17/07/2018].

⁸ BARAM-TSABARI, A. y OSBORNE, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), pp. 135-144.

⁹ HAZELKORN, E., RYAN, C., BEERNAERT, Y., CONSTANTINOU, C. P., DECA, L., GRANGEAT, M., KARIKORPI, M., LAZOUZIS, A., PINTÓ, R. y WELZEL-BREUER, M. (2015). Science Education for Responsible Citizenship. *Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education*.

CONCLUSIONES

En cuanto a los alumnos de la universidad, se puede concluir que perdieron el miedo al trabajo práctico en las disciplinas de Física y Química, obtuvieron buenas calificaciones académicas por su trabajo y experimentaron un acercamiento al aula, que definieron como gratificante y motivador.

En relación a los CEIP, se recibieron cartas de agradecimiento y solicitudes para seguir participando en este proyecto. Es interesante favorecer la comunicación y el intercambio de ideas entre los distintos niveles de la comunidad educativa, trabajando desde las carencias y aportando nuevas herramientas metodológicas.

Referente a los niños, vivieron una bonita experiencia en la que aumentó su interés por la ciencia y aprendieron de una manera práctica, como se vio reflejado en las evaluaciones realizadas después de los talleres. De esta forma se contribuyó a estimular posibles vocaciones científicas.

Finalmente, el resultado, altamente satisfactorio para todos los grupos implicados, nos reafirma en que este proyecto merece la pena y se debe incentivar a maestros y estudiantes de grado en Educación Primaria para que desarrollen este tipo de actividades dentro del aula como práctica habitual en la enseñanza de las ciencias.

PROYECTO SWI (SMALL WORD INITIATIVE) EN ESPAÑA: LA BÚSQUEDA DE MICROORGANISMOS PRODUCTORES DE NUEVOS ANTIBIÓTICOS

Mar Ruiz-Calero Bote

*IES Gonzalo Torrente Ballester. Av. de Aragón, 12
28702 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
mrcbster@gmail.com*

Pilar Calvo de Pablo

*Departamento de Genética, Fisiología Animal y Microbiología. Facultad de Biología, UCM
C/ Antonio Novais, s/n. 28040 Madrid
pcalvo@ucm.es*

Palabras clave: aprendizaje-Servicio (ApS), proyecto educativo, resistencia bacteriana (AMR), antibiótico.

Keywords: service-learning, educational project, antimicrobial resistance, antibiotic.

Resumen

La necesidad de divulgar la ciencia y promover la alfabetización científica es un reto trascendental al que se enfrentan científicos y docentes del siglo XXI. En los últimos años, las vocaciones científicas han visto considerablemente reducida la demanda del alumnado que solicita sus estudios y la cultura científica rigurosa necesita posicionarse frente a las pseudociencias y otras mal denominadas «medicinas alternativas».

Por otro lado, la resistencia bacteriana y la búsqueda de nuevos antibióticos surgen como grandes problemas clínicos a los que se enfrentará la humanidad en las próximas décadas.

En este escenario nace SWI: Small World Initiative, un proyecto que intenta combinar la tecnología, la ciencia y la innovación para lograr mejoras significativas y medibles en el panorama mundial de la educación y de la salud.

La misión del programa es doble:

Primero, busca animar a los estudiantes a mantenerse en carreras de Ciencias y aumentar así la alfabetización científica a través de investigaciones de laboratorio y de campo aplicables al mundo real.

Y, en segundo lugar, su objetivo es hacer frente a una amenaza mundial para la salud –la disminución del suministro de antibióticos eficaces– aprovechando el poder colectivo de muchos estudiantes e investigadores que se enfrentan al mismo tiempo al mismo reto: «el descubrimiento de antibióticos trabajando mediante aprendizaje-servicio».

Abstract

The need to popularize science and promote scientific culture is one of the major challenge which scientists and teachers have to face in the 21st century. In recent years, the demand of scientific vocations has strongly noted the dropout rate while the rigorous scientific culture needs to face against different pseudosciences and other misnamed “alternative medicines”.

On the other hand, bacterial resistance and the hunt of new antibiotic appear as the mayor clinic problem to which human population have to approach in the next decades.

In this scene born SWI. The *Small World Initiative* (SWI) strives to combine technology, science, and innovation to make meaningful and measurable improvements in the global education and healthcare landscape. The mission of the program is twofold:

- First, it seeks to encourage students to pursue careers in science and increase scientific literacy through real-world applicable laboratory and field research in introductory courses.
- Second, it aims to address a worldwide health threat –the diminishing supply of effective antibiotics– by tapping into the collective power of many student researchers concurrently tackling the same challenge, living up to its motto “crowdsourcing antibiotic discovery”.

The results have been very successful for all the groups taking part and the Project has been well established in several Spanish Communities.

INTRODUCCIÓN: EDUCANDO PARA COMBATIR LA RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS

Los avances en medicina a lo largo del siglo XX han hecho posible que, en la actualidad, prácticamente hayamos reducido en dos órdenes de magnitud la mortalidad infantil y duplicado la esperanza de vida hasta los 80 años. Entre estos avances destacan, especialmente, los que han contribuido a controlar las enfermedades infecciosas, es decir, **las vacunas y los antibióticos**. Se puede afirmar que el descubrimiento de Alexander Fleming supuso un punto de inflexión en la historia de la medicina, iniciando lo que se conoce como la «era antibiótica». Desde la década de 1950 a la de 1980 la industria farmacéutica ha explotado exhaustivamente la biodiversidad microbiana de hábitats naturales en busca de sustancias antibióticas y, como resultado, un arsenal de fármacos antibacterianos han salvado la vida de millones de personas en todo el mundo. Sin embargo, a pesar de los espectaculares avances tecnológicos de nuestros días, desde el año 2011 la Organización Mundial de la Salud (OMS) viene advirtiendo de una grave amenaza: la sombra de una «era post-antibiótica» planea sobre el futuro de la humanidad.

¿A QUÉ NOS ENFRENTAMOS?

Un artículo reciente (26 de marzo de 2018) del periódico *El País*¹ titulaba: «España, el país avanzado que más antibióticos consume». «En 2000 los países que más antibióticos usaban eran, por este orden, Francia, Nueva Zelanda y España. Quince años más tarde, los tres mayores consumidores per cápita son Turquía, Túnez y de nuevo España. Un estudio reciente muestra que, salvo la anomalía española, la mayoría de los países más ricos han reducido el consumo de estos fármacos en lo que va de siglo, aunque modestamente. Sin embargo, los países menos ricos han doblado su uso, lo que está agravando el problema de la aparición de resistencias bacterianas».

El peligroso resultado de este abuso de los antibióticos es, y será más en el futuro, la aparición de resistencias entre las bacterias: la OMS alerta de que en unas décadas la principal causa de muerte podría venir de las infecciones provocadas por **bacterias resistentes y superbacterias** para las que no haya antibióticos, en buena medida por su abuso hoy.

¹ EL PAÍS (2018). «España, el país avanzado que más antibióticos consume». https://elpais.com/elpais/2018/03/26/ciencia/1522073921_610784.html.

¿POR QUÉ SE PRODUCEN SUPERBACTERIAS?

Ha quedado claro que la causa principal de la resistencia bacteriana es la sobremedicación humana o la medicación innecesaria o inadecuada: parte de la población toma los antibióticos sin saber si los síntomas que tiene corresponden a una infección y si esta es vírica o bacteriana (siendo esta última la única para la que son eficaces los antibióticos).

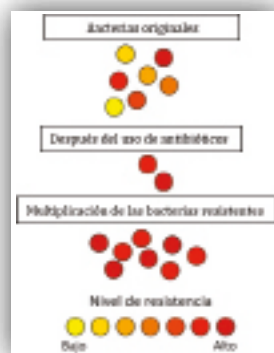


Figura 1. Selección de cepas bacterianas resistentes.

La Unión Europea recomienda desde hace 15 años que las farmacias no dispensen antibióticos sin receta médica. Sin embargo, el abuso que hemos hecho de los antibióticos por el más nimio motivo ha sobrepuesto a las bacterias causantes de las enfermedades a la acción del antibiótico. La tasa de reproducción de las bacterias es altísima –se pueden generar cientos de millones en unas horas si las condiciones son adecuadas– y también sus índices de mutación.

Además, en un abanico de pocas generaciones puede surgir una mutación genética que haga a una bacteria resistente a un antibiótico. En las siguientes generaciones, si la mutación perdura, la resistencia se puede perfeccionar y en pocos años puede existir ya una cepa bacteriana –población de origen controlado– tan letal como sus ancestros, pero resistente a la acción de cualquier antibiótico (figura 1). Ante las infecciones por esta cepa se pueden recetar antibióticos más potentes, pero si se abusa de ellos de nuevo aparece otra cepa también resistente.

Otra causa es la práctica habitual de dar antibióticos a los animales. La Unión Europea prohibió en 2002 la adición de cualquier tipo de antibiótico en el pienso de los animales como medida ordinaria. El problema es que el antibiótico pasa a almacenarse en la carne animal que después consumimos y actúa como si nos medicáramos. Sin embargo, según un informe de la Agencia Europea del Medicamento, España es el país de la Unión Europea donde más antibióticos se usan en la cría de ganado.

Por otro lado, la globalización no ayuda en este problema: la gran granja de pollos de Estados Unidos es China, donde se medica a estas aves sin ningún control para prevenir enfermedades derivadas del hacinamiento en que viven y mejorar su productividad. Y lo mismo ocurre en otros países con el ganado vacuno y porcino. El resultado es que, a pesar de las prohibiciones, se siguen encontrando antibióticos en carnes consumidas en occidente.

Algunos expertos aseguran, sin embargo, que ni siquiera controlando los factores anteriores conseguiremos frenar a las superbacterias, ya que se han extendido a la naturaleza y **han llegado a los animales salvajes**. Esta teoría tiene su base en el hecho de que el uso de antibióticos en piensos ha sido indiscriminado y buena parte del aditivo va al suelo, desde donde se filtra con los lavados a los acuíferos, transportándolo a lagos y ríos donde beben animales y personas haciendo así más difícil el control. Además,

también se sabe que en el medio urbano las depuradoras de aguas residuales solo son **capaces de eliminar el 70% de los antibióticos vertidos**.

Por último, está la falta de interés de la industria farmacéutica, que alega que si no se interviene en el origen del problema de poco servirá un nuevo producto al que las superbacterias se harán resistentes en poco tiempo. No están dispuestas a invertir millones de euros en un remedio que probablemente no rentabilizarán. Sobresalen dos datos: menos del 5% del capital invertido en I+D farmacéutico entre 2003 y 2013 se dirigió al descubrimiento de antimicrobianos y la mayor agencia de inversión en investigación en Biomedicina a nivel mundial, el NIH (National Institutes of Health, Estados Unidos), dedicó solamente un 1,2% de sus subvenciones a investigaciones en este campo entre 2009 y 2014.

Podemos resumir que:

- Las prácticas que tuvieron lugar durante décadas son hoy las causantes de la extensión de los antibióticos por el medioambiente de forma masiva, de modo que progresivamente un creciente número de seres nos hemos vuelto en vectores infecciosos de superbacterias resistentes a los antibióticos.
- Si no se descubren nuevas estrategias antibióticas, la mortalidad anual por bacterias multirresistentes se elevaría a 10 millones globalmente, una cifra que supera las estimaciones para la suma de la mortalidad por el cáncer y la diabetes juntas.

¿CÓMO PODEMOS EDUCAR EN EL CORRECTO USO DE LOS ANTIBIÓTICOS?

Necesitamos la concienciación del problema en todos los niveles sociales: desde el personal sanitario especializado hasta la gente en la calle. Sin una cultura científica sobre el problema y sus implicaciones en la sociedad, seguiremos sin cumplir con el uso racional de estos valiosos fármacos y, por tanto, alimentando el problema.

En este sentido, el trabajo desde los centros educativos es esencial: los alumnos deben conocer desde pequeños el rigor en el uso de los antibióticos e interiorizar el problema de las resistencias y su difusión global.

En relación a este trabajo y desde el curso 2016-2017, se está desarrollando en España la Small World Initiative (SWI; <http://www.smallworldinitiative.org>). Se trata de un programa de «ciencia ciudadana» diseñado para motivar a estudiantes jóvenes hacia la elección de una formación académica en ciencias experimentales, implicándoles en un proyecto de investigación real. En este caso, se reproduce la búsqueda de bioactividades en microorganismos de muestras de suelo, una estrategia que dio lugar en la segunda mitad del siglo XX a la inmensa mayoría de los antibióticos hoy disponibles en el mercado. Si bien las multinacionales farmacéuticas abandonaron masivamente esa línea, alegando que la mina de la diversidad química de los microorganismos del suelo se había agotado, la colaboración de cientos de estudiantes en distintas localizaciones geográficas multiplica la capacidad de análisis, y, por tanto, aumenta la probabilidad de descubrimiento. Mediante el uso de técnicas pedagógicas de aprendizaje activo, SWI pretende crear espíritu científico involucrando a estudiantes de todo el mundo de forma coordinada en el trabajo de campo e investigación en el laboratorio sobre muestras de suelo en busca de nuevos antibióticos.

El proyecto surgió en 2012 en la Universidad de Yale (Estados Unidos); en 2015, un profesor de la Facultad de Farmacia de la UCM viajó a dicha universidad para traer el proyecto a Madrid. En esta comunidad se adapta a la necesidad de la divulgación en centros de Secundaria y, en el curso 2016-2017, comienza la experiencia: los profesores de las facultades de Farmacia, Biológicas y Veterinaria –UCM– (SWIPs) embarcan en el proyecto a alumnos de grado y máster (SWITAs) que, después de unas jornadas de aprendizaje, se distribuirán por los centros educativos para monitorizar a los alumnos de Secundaria (investigadores SWI). Por último, los alumnos difunden el proyecto en la comunidad educativa, a sus familias, amigos (*figura 2*).



Figura 2. Esquema de trabajo de los distintos estamentos de SWI.

La experiencia en los centros consta de 4-5 sesiones en las que se trabaja sobre muestras recogidas por los alumnos, se cultivan las colonias bacterianas y se enfrentan a bacterias no patógenas (pero similares biológicamente a las bacterias multirresistentes) con el fin de detectar posibles fenómenos de antibiosis.

<https://www.ucm.es/small-world-initiative/actividades>

Desde la Sociedad Española de Microbiología (Grupo Especializado en Docencia y Difusión), y con el apoyo de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) y empresas privadas del sector farmacéutico y biotecnológico, hemos creado durante el curso 2017/2018 la red SWI@Spain, con el objetivo de extender el proyecto a nivel nacional (figura 3).



Figura 3. Expansión del proyecto SWI desde 2012 hasta 2016, su implementación en diversos centros educativos en el entorno de la Comunidad de Madrid durante el curso 2016-2017 y expansión nacional en el curso 2017/2018.

Este proyecto es una de las posibles herramientas para llevar el tema de la resistencia bacteriana a las aulas y, en los próximos años, será esencial que el profesor dedique alguna sesión a este problema de alcance sanitario mundial.

EL PROYECTO EN EL CENTRO DE SECUNDARIA

OBJETIVOS

Implicar al alumnado en un proyecto de investigación real que lo motive para elegir una formación académica en Ciencias Experimentales.

Encontrar microorganismos productores de antibióticos en el suelo.

Concienciar a la población de la importancia de hacer un buen uso de los antibióticos para evitar la aparición de nuevas resistencias.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se ha llevado a cabo en la localidad de San Sebastián de los Reyes, Madrid, en el IES Gonzalo Torrente Ballester, durante los cursos 2016-2017 y 2017-2018, en sesiones de 2 horas cada día, durante 5 días.

1.ª sesión: el equipo del departamento de microbiología de las facultades de Farmacia y Ciencias Biológicas hizo la presentación del proyecto de investigación que se llevaría a cabo y posteriormente se hizo entrega del material estéril para la recogida de muestras.

2.ª sesión: preparación y cultivo de las muestras recogidas por cada equipo de trabajo.

3.ª sesión: aislamiento en cultivo puro de los microorganismos.

4.ª sesión: ensayo de antibiosis sobre microorganismos testigo relacionados con bacterias multirresistentes del grupo ESKAPE.

5.ª sesión: observación de las propiedades antibióticas de los microorganismos del suelo y preparación de muestras microscópicas de los mismos para su observación.

1.ª SESIÓN: Recogida de muestras de suelo

Se selecciona la zona de muestreo, se recogen las muestras y se anotan los datos de la zona.

Para mantener las condiciones de esterilidad durante la recogida se utilizan guantes y se mantiene abierto el tubo de muestras el menor tiempo posible.

2.ª SESIÓN: Preparación y cultivo de las muestras de suelo

Material

Cinco placas de Petri iguales de medio de cultivo con agar.

Tubo con la muestra de suelo y un tubo idéntico vacío.

Una balanza.

Agua o solución salina estéril.

Un agitador mecánico («vórtex»).

Cinco tubos eppendorf (1,5 mL) estériles.

Pipetas automáticas (P100-1000) y puntas estériles.

Bolas de vidrio estériles.

Recipientes y bolsas para recoger todo el material desechable.



Figura 4. Preparación de las muestras de suelo.

Procedimiento

Para mantener las condiciones de esterilidad se utilizan bata y guantes y se limpia la zona de trabajo con alcohol.

Se pesa un gramo de muestra de suelo en la balanza.

Se añaden 9 ml de agua estéril y se agita en el vórtex durante 30 segundos (figura 4).

Se preparan 5 placas de Petri y 5 tubos eppendorf estériles y se rotulan con las siguientes diluciones: 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵.

Cada tubo contiene 900µl de agua y se añaden con una pipeta automática 100µl de la muestra homogeneizada al tubo de 10⁻¹, se agita bien y se pasan 100µl de esta dilución a la siguiente y así sucesivamente hasta la de 10⁻⁵.

Se pasan 100µl de cada tubo eppendorf, después de agitar bien, a las placas de Petri rotuladas con la correspondiente dilución, se ponen unas bolas de vidrio estéril en las placa y se agita, deslizando sobre la mesa de trabajo, para que la distribución de la muestra sea homogénea por toda la placa (medio de cultivo TSA (Agar Triptona Soja) al 10% con cicloheximida como antifúngico) (figura 5).

Una vez finalizado este proceso, las muestras se incuban.



Figura 5. Diluciones seriadas de la muestra.

Fuente: Guía básica de laboratorio para estudiantes SWI@UCM.

3.ª SESIÓN: Aislamiento en cultivo puro de microorganismos

Tras la incubación se observa el crecimiento de colonias muy diversas en cuanto a forma y color; incluso se observa ya algún halo de inhibición, por lo que se procede al aislamiento en un cultivo puro (figura 6).

Material

Una placa de Petri con medio de cultivo TSA.

Palillos estériles.

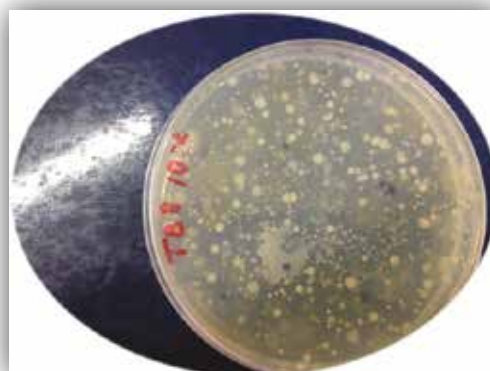


Figura 6. Crecimiento de colonias.

Procedimiento

Mantener las condiciones de esterilidad y marcar en las placas las colonias que son diferentes.

Rotular una placa de Petri estéril con el número clave y dibujar una cuadrícula en la parte inferior:

Con un palillo estéril se toca la colonia elegida y se deposita en la placa de la cuadrícula que se ha numerado previamente. Se repite la operación con palillos diferentes, tantos como colonias queremos aislar procurando que la placa esté abierta el menor tiempo posible (figura 7).

Una vez finalizadas las resiembras, se procede a incubar las placas.

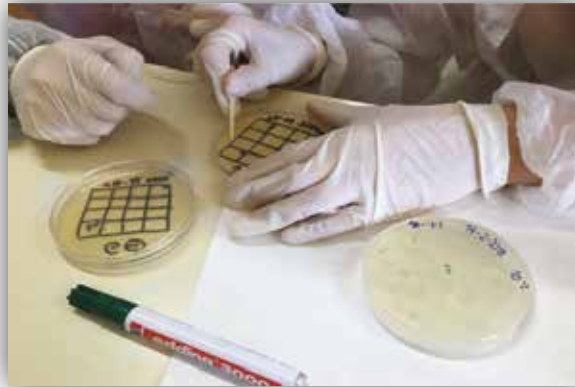


Figura 7. Aislamiento en cultivo puro.

4.ª SESIÓN: Ensayo de antibiosis sobre microorganismos testigo

Los seis géneros bacterianos responsables de infecciones muy difíciles de tratar en la clínica porque se han hecho multirresistentes a los antibióticos son: *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* y *Escherichia* (ESKAPE). Los que se utilizaron para la actividad fueron *Acinetobacter* y *Bacillus*

Material

Placas de Petri con medios de cultivo que permitan el crecimiento del microorganismo testigo.

Un tubo con suspensión del microorganismo testigo en caldo de cultivo.

Una torunda de algodón estéril.

Palillos estériles.

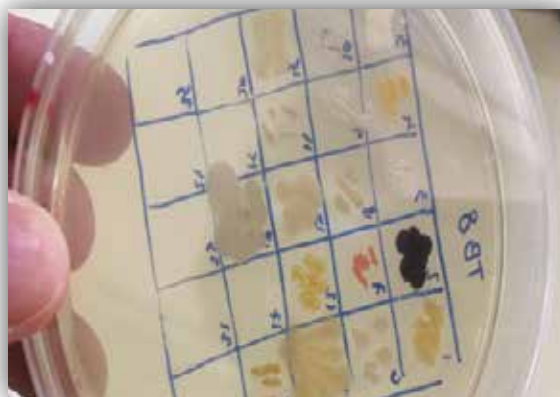


Figura 8. Crecimiento en cultivo puro.

Procedimiento

Observación del crecimiento de las colonias aisladas que posteriormente enfrentamos a los microorganismos testigo (figura 8).

Se toma una torunda de algodón estéril y se moja en la suspensión del microorganismo testigo y se lleva a una placa estéril y se extiende por toda la superficie de forma homogénea.



Figura 9. Ensayo de antibiosis.

Se hace una cuadrícula numerada en las placas con el microorganismo testigo, así se podrá identificar posteriormente qué microorganismo produce antibióticos, es decir, qué microorganismo es capaz de inhibir el crecimiento del microorganismo testigo.

Con ayuda de palillos estériles se siembra en cada placa una muestra de cada una de nuestras colonias aisladas y además un control positivo. Posteriormente se incuba la placa (figura 9).

5.ª SESIÓN: Observación de las propiedades antibióticas de los microorganismos aislados

Resultados

Los alumnos consiguieron aislar microorganismos productores de antibióticos, como se puede observar con la presencia de halos de inhibición del crecimiento de bacterias en la figura 10.

Tras las pruebas de identificación realizadas en la Universidad Complutense de Madrid, se determinó la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en 5 muestras de suelo y fenómenos de antibiosis frente a *Staphylococcus aureus* y *Saccharomyces cerevisiae*.

La experiencia ha despertado vocaciones investigadoras entre los alumnos participantes y se han duplicado en número las matrículas en el itinerario de Ciencias de la Salud en la etapa de Bachillerato.

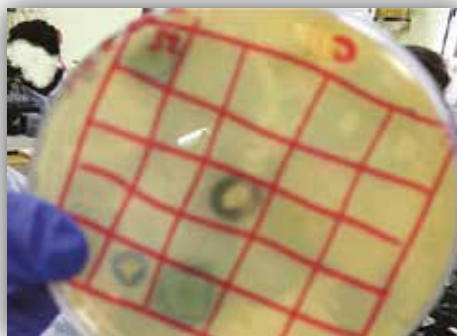


Figura 10. Resultado de la antibiosis.

CONCLUSIONES

El estudio realizado nos ha permitido establecer una relación entre la actividad antibiótica que de forma natural llevan a cabo los microorganismos del suelo y la posibilidad de que las sustancias que producen puedan ser utilizadas en medicina.

Las bacterias mutan e intercambian genes entre distintas especies, pudiendo adquirir los genes que les permiten hacerse resistentes a los antibióticos, por eso hay que actuar de prisa.

Tenemos la responsabilidad de dar respuesta al problema de la multirresistencia a los antibióticos que presentan algunas bacterias, como las ESKAPE, y por ello hay que buscar nuevas fuentes de antibióticos.

Es necesario sensibilizar a la sociedad el problema de las resistencias bacterianas para que utilice los antibióticos de forma responsable.

Este tipo de experiencias permiten el acercamiento de los alumnos de Educación Secundaria al mundo de la investigación despertando su interés por los estudios relacionados con las Ciencias de la Salud.

DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Presentación del proyecto en el «finde científico» FECYT (27-28/5/2017).

Presentación del proyecto, de los resultados obtenidos y de las conclusiones a la comunidad local en el salón de actos del instituto (11/4/2018).

Publicación en la revista local de San Sebastián de los Reyes (abril/2018).

Publicación en la web del instituto y en el blog del AMPA del centro (abril/2018).

Presentación del proyecto de los resultados obtenidos y de las conclusiones en el congreso de Ciencias de la Naturaleza para estudiantes CIENTIFÍCATE (26/4/2018).

APRENDIZAJE-SERVICIO EN MICROBIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA

María José Valderrama, María Teresa García, Myriam Valenzuela

*Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología, Facultad de Biología, UCM
C/ José Antonio Novais, 12. 28040 Madrid
mjvl@ucm.es*

María Linares

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II, Facultad de Farmacia, UCM

Noemí López-Ejeda

Departamento de Diversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Biología, UCM

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio, salud pública, microbiología, enfermedades infecciosas.

Keywords: Service-Learning, public health, microbiology, Infectious diseases.

Resumen

El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología docente que combina procesos de aprendizaje de los alumnos con un servicio a la comunidad. En este trabajo se describe una experiencia de ApS ligada a asignaturas de Microbiología Clínica de los grados en Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. El equipo multidisciplinar agrupa a tres profesoras, dos investigadoras, 20 alumnos y cuatro fundaciones que atienden a personas en riesgo de exclusión. Mediante una actividad lúdica de proyección de películas de ficción, los alumnos de universidad enseñan la forma de prevención de las enfermedades infecciosas a grupos de población desfavorecidos.

Los resultados revelan la adquisición significativa de competencias específicas en Salud Pública y transversales como investigación autónoma, pensamiento crítico o trabajo en equipo. El proyecto de ApS ha contribuido finalmente al desarrollo de conciencia social, compromiso y responsabilidad con las necesidades del entorno.

Abstract

Service Learning (S-L) is a teaching methodology that combines the students' learning processes with a service to the community. This paper describes an experience of S-L linked to subjects of Clinical Microbiology of the Degrees in Biology, Biochemistry and Pharmacy of the Complutense University of Madrid. The multidisciplinary team includes three teachers, two researchers, 20 students and four foundations that serve people at risk of exclusion. Through a playful activity of projection of fiction films, university students teach adequate ways of prevention of infectious diseases to disadvantaged population groups.

The results reveal significant acquisition of specific knowledge in Public Health and general competences as autonomous research, critical thinking or teamwork. The Service-Learning project has finally contributed to the development of social awareness, commitment and responsibility with the needs of the environment.

INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología docente que combina procesos de aprendizaje con un servicio a la comunidad (Puig *et al.*, 2008)¹. Se trata de una estrategia de aprendizaje activo, utilizada tanto en enseñanza universitaria como preuniversitaria que comenzó en Estados Unidos y Argentina y se ha extendido después a Inglaterra y resto de Europa y que ha tenido un gran impulso en los últimos 20 años (Rodríguez, 2014)². En las actividades de ApS los estudiantes aprenden y adquieren conocimientos y competencias propias de su currículo académico mediante la participación activa y experiencial en acciones de ayuda a la comunidad.

El ApS se diferencia de otros métodos de enseñanza práctica (como *practicum*, resolución de casos y problemas o experimentación de laboratorio) en que los objetivos no se centran exclusivamente en el aprendizaje de los alumnos, sino que a la vez se consideran las necesidades del entorno. Tampoco se trata de una acción solidaria, un voluntariado o un servicio comunitario ya que estos no se relacionan con contenidos específicos de un plan de estudios, como sí incluye el ApS con una planificación concreta de objetivos formativos para los alumnos. Las cuatro características diferenciales que deben reunir las actividades de ApS para ser consideradas como tal son: aprendizaje académico, orientación hacia la transformación social, diálogo horizontal con la comunidad y peso presencial de los alumnos (Rodríguez, 2014)³.

En el ámbito universitario, la dimensión social que ofrece el ApS como estrategia docente permite el desarrollo en valores y de conciencia cívico-ciudadana tanto en alumnos como en profesores. De este modo, la Estrategia Universidad 2015 (Ministerio de Educación, 2011)⁴, que enmarca el proceso de modernización de la universidad española, impulsaba la incorporación en el modelo formativo de prácticas docentes y de aprendizaje que integren la preparación para el ejercicio profesional con el desarrollo de responsabilidad social. Así lo recoge también el Estatuto del Estudiante Universitario (Ministerio de Educación, 2010)⁵, según el cual las universidades favorecerán prácticas de responsabilidad social y ciudadana que combinen aprendizajes académicos en las diferentes titulaciones con la prestación de servicios a la comunidad, orientados a la mejora de la calidad de vida y la inclusión social. De forma más concreta, la Comisión de Sostenibilidad de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) propuso en 2015 incluir el Aprendizaje-Servicio como estrategia docente dentro del Marco de la Responsabilidad Social Universitaria para la promoción de la sostenibilidad en la universidad (Comisión de Sostenibilidad, CADEP, 2015)⁶.

¹ PUIG, J. M., MARTÍN, X., BATLLE, R. (2008). *Cómo iniciar un proyecto de aprendizaje y servicio solidario*. Zerbikas. Bilbao.

² RODRÍGUEZ, M. (2014). El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25, pp. 95-113.

³ RODRÍGUEZ, M. (2014). El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25, pp. 95-113.

⁴ MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2011). *Estrategia Universidad 2015. Contribución de las universidades al progreso socioeconómico español 2010-2015*. Secretaría General de Universidades. Ministerio de Educación. Gobierno de España.

⁵ MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2010). RD 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario. Ministerio de Educación. Gobierno de España.

⁶ COMISIÓN DE SOSTENIBILIDAD (CADEP) (2015). *Orientaciones para la introducción de la sostenibilidad en el currículo*. Calidad Ambiental, desarrollo sostenible y prevención de riesgos. Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CADEP, CRUE).

A pesar de ello, la metodología de ApS no está muy extendida en las universidades españolas. En un estudio de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid se concluía que menos del 2% del profesorado utilizaba actividades ApS en las asignaturas que impartía y apenas el 16% de los alumnos y profesores encuestados había oído hablar de ello, lo que revela una muy escasa implantación y un conocimiento limitado del ApS, al menos en la UCM (Belando, 2015)⁷.

En este trabajo se describe la puesta a punto de una experiencia de ApS con orientación de justicia social en el campo de la Salud Pública, desarrollada gracias a un proyecto de innovación educativa de la Universidad Complutense de Madrid (INNOVA-Docencia 18/2018, «Aprendizaje-Servicio y Microbiología Clínica: enseñando a prevenir las enfermedades infecciosas a población desfavorecida»). Las actividades consisten en la utilización de películas comerciales que incluyan algún tema sobre enfermedades infecciosas para la divulgación y formación en prevención de dichas enfermedades a grupos de personas en riesgo de exclusión social.

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Como en toda actividad docente, es necesario definir los objetivos de aprendizaje y las competencias que se pretende que alcancen los alumnos, estando estos ligados a asignaturas concretas del plan de estudios. Pero, además, y esto como se ha mencionado es lo que diferencia al ApS de otros métodos de enseñanza, deben concretarse también los objetivos de servicio que los alumnos van a desarrollar. En este proyecto fueron los siguientes:

Asignaturas a las que se vincula:

Microbiología Clínica de los grados en Biología (4.º curso), Bioquímica (3.º curso) y Farmacia (5.º curso).

I. Objetivos de aprendizaje:

- Refuerzo o adquisición de nuevos conocimientos específicos de la materia, sobre enfermedades infecciosas, agentes patógenos causales, mecanismos de transmisión y formas de prevención.
- Desarrollo de competencias genéricas y transversales: investigación autónoma, análisis crítico, trabajo en equipo, coordinación y desempeño de tareas de responsabilidad, comunicación y divulgación científica
- Orientación a proyección profesional: ejercicio de actividades en Salud Pública, divulgación sanitaria, enseñanza y formación.

II. Objetivos de servicio:

- Formación en enfermedades infecciosas y prevención.
- Acompañamiento y actividad lúdica.

RECURSOS HUMANOS

El equipo responsable del proyecto es multidisciplinar y agrupa a tres profesoras y dos jóvenes investigadoras de dos facultades (Biología y Farmacia) y tres departamentos distintos (Biodiversidad, Ecología y Evolución, Bioquímica y Biología Molecular, Genética, Fisiología y Microbiología) de la Universidad Complutense de Madrid. La inclusión de una estudiante de doctorado y otra posdoctoral tuvo como objetivo adicional contribuir a la formación docente de las mismas, desarrollando metodologías de enseñanza innovadoras.

⁷ BELANDO, M. R. (2015). *El Aprendizaje-Servicio en la UCM: diagnóstico de la situación y diseño de estrategias para su promoción*. Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente. Universidad Complutense de Madrid.

Los estudiantes son el centro de la metodología ApS y para ellos se definen los objetivos de aprendizaje. En este proyecto participaron 20 alumnos voluntarios de 3.º, 4.º y 5.º cursos de los grados en Biología (7), Bioquímica (11), Farmacia (1) de la UCM e Ingeniería Biomédica (1) de la Universidad Politécnica de Madrid.

El tercer pilar de los proyectos ApS es el grupo de personas con quienes se realizan las actividades y a las que se proporciona un servicio. Para ello, en este caso, se colaboró con varias fundaciones/ONG en las que se contó con el apoyo y coordinación de los responsables y voluntarios de los centros (≈ 20) y se atendió a un total de unas 100 personas desfavorecidas o en riesgo de exclusión social: (1) Fundación RAIS: centro de día para personas sin hogar; (2) Solidarios para el Desarrollo: centro de inserción social para presidiarios en régimen de salidas; (3) Cáritas: centro de día para personas sin hogar y centro de tratamiento de adicciones para personas con adicción; (4) Asociación Krecer: centro para adolescentes con necesidades de apoyo escolar y social.

MATERIALES

En la biblioteca de la Facultad de Biología de la UCM se cuenta con una colección de películas de ficción que incluyen algún aspecto de enfermedades infecciosas, que fueron adquiridas con un proyecto de innovación docente anterior (García, M. T., 2014)⁸.

Cuando fue preciso, se utilizaron películas procedentes de otras bibliotecas públicas, habiendo realizado búsquedas en fuentes de información de películas relacionadas con microbiología (*Revista Medicina y Cine*, Universidad de Salamanca; Noticias SEM, Sociedad Española de Microbiología).

El material necesario para la proyección (ordenador, proyector y altavoces) fue proporcionado por la Facultad de Biología o por los centros colaboradores.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Un proyecto completo de ApS supone el desarrollo de varias etapas:

1. Evaluación de la necesidad social que puede ser atendida.
2. Diseño de la actividad a realizar en relación con el currículo académico.
3. Planificación y ejecución de la actividad.
4. Evaluación y registro de datos del desarrollo de la actividad.
5. Reflexión final y celebración.

Los alumnos, tutorizados por los profesores, son responsables de todas las etapas, desde la detección de la necesidad social a atender hasta la evaluación final. A continuación, se describe con detalle el desarrollo del proyecto, que se representa también en la *figura 1*.

⁸ GARCÍA, M. T. (2014). *Enfermedades infecciosas: Cámaras y acción*. Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente. Universidad Complutense de Madrid.

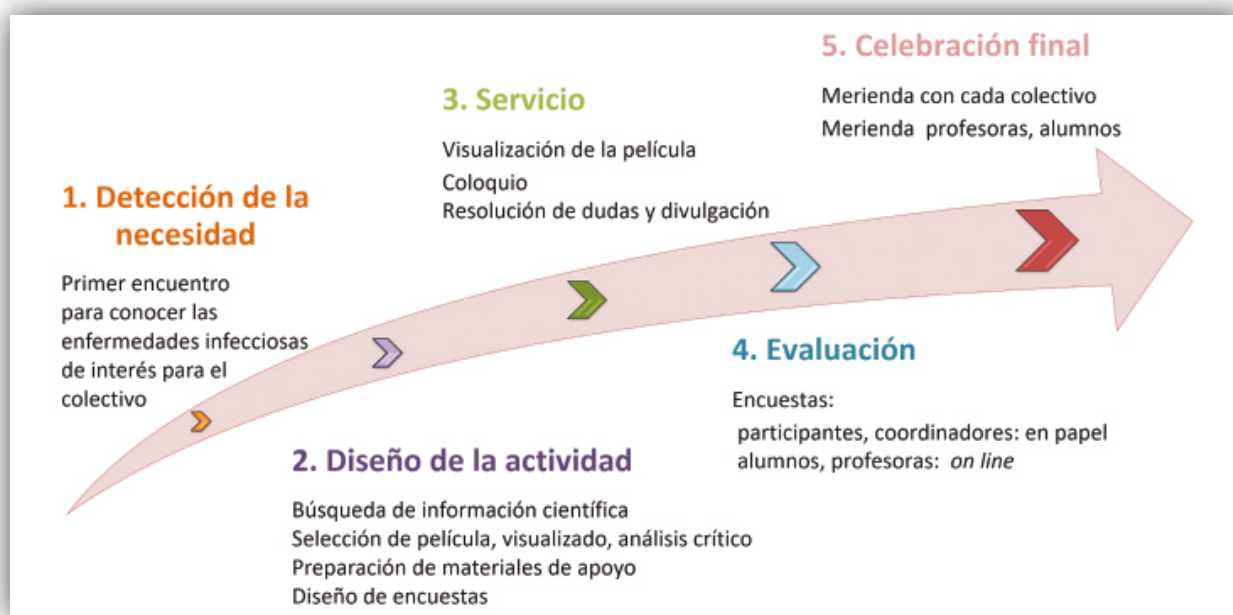


Figura 1. Diagrama de las etapas del desarrollo del proyecto de Aprendizaje-Servicio.

1. Detección de una necesidad en la comunidad

Escaso o nulo conocimiento sobre enfermedades infecciosas y su forma de prevención en grupos de población con baja formación y recursos para acceder a la misma.

2. Diseño de la actividad

Proporcionar formación sobre prevención de enfermedades infecciosas mediante una actividad lúdica y de acompañamiento, empleando películas de ficción y coloquio posterior.

3. Planificación y ejecución

3.1. Formación de equipos y coordinación: tras la presentación del proyecto por las profesoras y explicación de la metodología ApS a los alumnos, se formaron 5 grupos de 3 a 5 estudiantes tutorizados por un responsable de la UCM. En coordinación con las entidades colaboradoras, se planificaron calendarios compatibles con las actividades de los centros y los horarios académicos de alumnos y profesores.

3.2. Desarrollo de las actividades

Primera sesión en los centros:

Con el objetivo de conocer las necesidades e intereses de los grupos de personas en materia de enfermedades infecciosas, se realizó un primer encuentro con coloquio en los centros. Los alumnos prepararon materiales gráficos, noticias, libros de relatos, muñecos, relacionados con las enfermedades infecciosas, para facilitar la conversación y la expresión de los intereses y seleccionar posteriormente los temas adecuados (figura 2). Algunos temas en que se manifestó interés fueron: enfermedades de transmisión sexual, sida, hepatitis, tuberculosis, infecciones por hongos filamentosos, así como aspectos generales como higiene o vacunas.



Tema	 Muy interesado	 Interesado	 Un poco interesado	 Nada interesado
Hongos en las duchas				
Sífilis				
Gonorrea				
SIDA				
Pulgas, chinches, piojos				
Gripe				
Infecciones alimentarias				

Figura 2. Ejemplo de materiales utilizados en la primera sesión para conocer las necesidades e intereses del grupo.

Trabajo de los alumnos en la universidad:

- 1.º Búsqueda y análisis de películas adecuadas al tema seleccionado como de mayor interés y adecuadas a cada grupo de personas y edad.
- 2.º Preparación de material de apoyo, como, por ejemplo, fotografías de las manifestaciones clínicas de las enfermedades o los patógenos que las originan, medidas preventivas e incluso pruebas diagnósticas rápidas, como el test de diagnóstico de infección por VIH.
- 3.º Preparación de las sesiones: visionado de la película seleccionada y discusión en grupo con el profesor; con formulación de preguntas a las que los alumnos debían responder adecuadamente, adaptando la explicación y el lenguaje a las características del grupo a asistir.

Segunda sesión en los centros:

Proyección de película y coloquio, acompañado, cuando fue posible, de refrescos y palomitas, para conseguir un momento de ocio agradable. Formulación de preguntas y resolución con enfoque a las formas de prevención de las enfermedades infecciosas. Algunas de las películas proyectadas fueron: *La vida alegre* (1987), *Contagio* (2011), *Dallas buyers club* (2011), o *El médico* (2013).

4. Evaluación

En cada equipo los alumnos diseñaron, realizaron y analizaron encuestas para las personas atendidas, los coordinadores, profesores y ellos mismos. Se trató de encuestas en papel, sencillas de 5 o 10 preguntas, para conocer el grado de satisfacción y la adecuación a las necesidades de la actividad en cada grupo. Adicionalmente se elaboró una encuesta más larga de unas 50 cuestiones, dirigida a alumnos y profesores, para evaluar el grado de consecución de los objetivos propuestos.

5. Celebración final y reflexión

En el marco de una sencilla merienda, de forma individual en cada grupo y centro, junto con las personas atendidas y los coordinadores y, al finalizar, en la universidad, de manera conjunta con todos los alumnos y profesores, se realizó un coloquio con reflexión sobre el desarrollo del proyecto. La celebración final es una de las características más significativas de los proyectos de ApS en que todos juntos festejan los encuentros, la convivencia y compañía, el servicio realizado y los aprendizajes adquiridos.

RESULTADOS Y VALORACIÓN

Las universidades son cada vez más conscientes de que su función en generación y transmisión del conocimiento no puede desarrollarse al margen de la responsabilidad social que les es exigible (Martínez, 2010)⁹. La creación del Espacio Europeo de Educación Superior implica de alguna manera una nueva visión de la enseñanza y el aprendizaje, más participativo y menos individualista. Se apuesta por una universidad que trabaje por mejorar las características sociales de la educación como parte de su responsabilidad como institución universitaria (Campo, 2010)¹⁰.

En este contexto, el ApS supone una potente estrategia docente que integra la transmisión y adquisición de conocimiento con la atención a necesidades sociales. El desarrollo y resultados del proyecto de ApS que se describen muestran la utilidad de esta metodología en la consecución de los objetivos de aprendizaje de la Microbiología Clínica a nivel de estudios universitarios de una forma práctica, activa y experiencial e implica a alumnos y profesores en la propia tarea de responsabilidad social universitaria.

Considerando los objetivos de aprendizaje, los resultados indican que las actividades realizadas han servido para aprender nuevos conceptos específicos de las asignaturas y/o reforzar algunos ya adquiridos (puntuación media de 4 sobre 5 a partir de las encuestas realizadas). La implicación directa de los alumnos en su propio aprendizaje posibilitará mantener lo aprendido de forma más duradera.

La mayoría de los planes de estudio incluyen una serie de competencias genéricas y transversales que con frecuencia son difícilmente desarrolladas con las metodologías docentes comúnmente empleadas. De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas a alumnos y profesores, el proyecto ha contribuido significativamente a adquirir este tipo de competencias (valores sobre 5): llevar a cabo divulgación científica (4,8), expresión científica correcta (4,3), hablar en público y resolver dudas (4,5); trabajo en equipo y coordinación (4,0), trabajo autónomo y gestión de materiales y de tiempo (4,0), asumir responsabilidades (3,8), análisis crítico (4,3).

El objetivo de formación sobre prevención de enfermedades infecciosas a público desfavorecido ha permitido a los alumnos conocer el campo profesional de la Salud Pública y la importancia de sus tareas de divulgación o formación (4,8 sobre 5).

En cuanto al servicio realizado, las opiniones de las personas de los grupos participantes muestran una muy alta satisfacción con las actividades (4,8/5) y su deseo de participar de nuevo (4,9). De manera oral o escrita manifestaron agradecimiento por la compañía, la información recibida fomentada por el coloquio y la actitud cercana de los alumnos. Los coordinadores y personas voluntarias que colaboraron en la atención a los distintos colectivos resaltan la excelente disposición de los alumnos, su conocimiento de los temas tratados y su compromiso e implicación. Asimismo, recomendarían (5/5) la realización del proyecto en más ocasiones.

Alumnos y profesores manifiestan que la participación en el proyecto ha aumentado su concienciación sobre realidades sociales desfavorecidas, que incluso no conocían (4,8/5), y tienen conciencia de haber realizado un servicio a la comunidad de ámbito de la justicia social (4,6).

La valoración global del proyecto ha sido muy alta, lo que se reflejó en las encuestas con 4,4 puntos sobre 5 (alumnos), 4,8 (profesores) y 5 (coordinadores). Aun así, deben señalarse algunas dificultades, que será necesario solventar en el futuro.

En primer lugar, la oferta del proyecto como actividad voluntaria no permite prever el número de alumnos que participarán y, por tanto, dificulta la organización de grupos y coordinación con centros colabora-

⁹ MARTÍNEZ, M. (2010). *Aprendizaje Servicio y responsabilidad social de las universidades*. Ed. Octaedro. Barcelona.

¹⁰ CAMPO, L. (2010). El aprendizaje servicio en la universidad como propuesta pedagógica. En: MARTÍNEZ, M. (ed.) *Aprendizaje Servicio y responsabilidad social de las universidades*. Ed. Octaedro. Barcelona.

dores. En esta primera experiencia piloto, fue necesario incorporar más instituciones durante el desarrollo, lo que supuso un retraso en el comienzo de las actividades. Disponer de contactos previos con diferentes centros, por ejemplo, los que ya han participado y desean continuar, es claramente la solución a esta dificultad.

En segundo lugar, la integración en el equipo de alumnos de distintos cursos y grados, a pesar de resultar claramente enriquecedor (valoración del aspecto de interacción en el grupo, 4,6 sobre 5), requirió un esfuerzo significativo por la necesidad de ajuste de distintos calendarios y horarios académicos, junto con la actividad propia de los distintos centros atendidos. Para ayudar a la coordinación, resultó de utilidad la designación de un alumno como responsable de organización/comunicación y de otros como responsables del resto de tareas, como encuestas o materiales.

Una última dificultad es encontrar la forma de dar continuidad al proyecto. En el contexto europeo, y más aún español, las prácticas de ApS son relativamente recientes y apenas han comenzado a desarrollarse a partir del año 2000 (Martínez *et al.*, 2014)¹¹. Afortunadamente, desde entonces en muchas universidades españolas se están llevando a cabo distintas actividades de ApS gracias al convencimiento y entusiasmo de muchos docentes. Para dar continuidad a estas iniciativas, se diría que casi individuales, se hace necesario encontrar la o las formas de institucionalizar esta metodología docente, para que se integre de manera duradera en las estrategias habituales de enseñanza y aprendizaje en la universidad. Resulta difícil, no obstante, incluir estos proyectos dentro de las actividades regladas obligatorias, en particular debido a su duración prolongada que no encaja en los créditos de las asignaturas. Este es el caso de la actividad de Aps en Salud Pública descrita, que ha necesitado más tiempo de dedicación que el disponible para actividades prácticas en las asignaturas a las que se asocia (asignaturas de 6 ECTS, con dedicaciones de 0,4 a 1,8 créditos prácticos, que deben incluir además trabajo de laboratorio). El reconocimiento de participación a los alumnos se ha conseguido mediante la asignación de dos créditos optativos de libre configuración, que concede la Universidad Complutense. A pesar de que la organización y coordinación de estos créditos en ningún caso suponen una asignación en la docencia de los profesores, parece que esta sería la forma más adecuada de continuar, mediante la oferta anual de la actividad con reconocimiento de créditos optativos.

CONCLUSIONES

Como resumen de la evaluación de la actividad de ApS en el ámbito de la Salud Pública en la universidad, puede concluirse que la metodología.

1. Promueve adquisición de competencias transversales y refuerza conocimientos científicos en Microbiología Clínica.
2. Requiere tiempo y organización significativos, pero resulta altamente satisfactorio para todos los implicados.
3. Fomenta la conciencia social en alumnos y profesores y contribuye al desarrollo de la responsabilidad social universitaria.
4. La oferta anual de la actividad como créditos de libre elección permitirá la institucionalización de la metodología en la UCM.

¹¹ MARTÍNEZ, B., MARTÍNEZ, I., ALONSO, I., GEZURAGA, M. I. (2014). El Aprendizaje-Servicio, una oportunidad para avanzar en la innovación educativa dentro de la Universidad del País Vasco. *Tendencias pedagógicas*, 21, pp. 99-117.

SOS POLINIZADORES: UN PROYECTO EDUCATIVO SOBRE INSECTOS POLINIZADORES

Clara Vignolo Pena

Real Jardín Botánico, CSIC.

Plaza de Murillo, 2. Madrid 28014. Tel. +34 91 4203017

c.vignolo@csic.es

Palabras clave: insectos, polinizadores, polinización, educación, estudiantes, docentes.

Keywords: insects, pollinators, pollination, education, students, teachers.

Resumen

SOS Polinizadores es un proyecto educativo que pretende fomentar en el alumnado, docentes y comunidad educativa en general el conocimiento y estudio de los insectos polinizadores en los ecosistemas, su efecto y repercusión en nuestras vidas, así como las amenazas a las cuales están sometidos. Además, busca la sensibilización en relación a la problemática ambiental y a la sostenibilidad de nuestros ecosistemas más cercanos como parques, jardines o huertos urbanos y periurbanos. Este proyecto se desarrolló en ocho centros educativos de Madrid en la primavera de 2017. Su difusión continúa a través de una guía para su futura implementación en otros centros educativos: *SOS Polinizadores: guía de docentes y educadores ambientales*.

Abstract

SOS Pollinators is an educational project that aims to train students, teachers and the educational community in general about the study and knowledge of pollinating insects in ecosystems, the impact on our lives of these animals and the current threats that they are facing. It also aims to raise awareness about the environmental problems and sustainability of the ecosystems closest to us, such as parks, private and community gardens as well as green spaces around our cities. The project was carried out in eight educational centres in Madrid in Spring 2017. Through the guide *SOS Pollinators, a student and environmental educator guide*, it is hoped that the project can be initiated in other educational centres.

INTRODUCCIÓN

La polinización es el fenómeno mediante el cual se produce la transferencia de los granos de polen desde las anteras hasta los estigmas, haciendo posible la reproducción sexual de las plantas y, por tanto, garantizando su permanencia. Constituye, por tanto, un proceso fundamental para la reproducción de las

plantas angiospermas. Estudios recientes estiman que el 87% de las plantas angiospermas (unas 308 000 especies) dependen de los animales para su polinización y producción de semillas viables, siendo este porcentaje mayor en zonas tropicales (94%) que en zonas templadas (78%) (Ollerton *et al.* 2011)¹.

Además, el 75% de las especies vegetales cultivadas por el ser humano son polinizadas por insectos, (Klein *et al.* 2007)². Los agentes polinizadores (en su gran mayoría insectos) tienen, por tanto, un papel crucial en la biodiversidad terrestre. Un estudio publicado en 2009 estima que el valor económico mundial de los insectos polinizadores en el año 2005 fue de 153 000 millones de euros, representando el 9,5% del valor de la producción mundial agrícola utilizada para la alimentación humana ese año (Gallai *et al.* 2009)³. En los últimos años se han descrito numerosas amenazas que afectan a la polinización, entre las que se destacan: la fragmentación de los hábitats, la explotación agrícola intensiva donde predominan los monocultivos, enfermedades (como la del ácaro varroa), el abuso de los tratamientos fitosanitarios, la introducción de especies exóticas o la posible influencia del cambio climático. Las conclusiones de los estudios de las últimas décadas nos alertan de una tendencia creciente a la desaparición de los polinizadores y de las graves consecuencias que su déficit provoca. Este declive se ha llegado a denominar «crisis de polinizadores» y produce una inevitable reacción en cadena que conduce a la desaparición de especies. La problemática originada por la pérdida de polinizadores ha sido ya contemplada en el ámbito científico como una seria amenaza para la biodiversidad, pero la preocupación ha ido en aumento desde hace unos años, cuando los apicultores dieron la voz de alarma sobre la desaparición de la abeja melífera, especie considerada de acción prioritaria por su facilidad de manejo y su repercusión económica en el medio rural. La Convención sobre Diversidad Biológica, en el año 2002, adoptó una *Iniciativa Internacional para la Conservación y Uso Sostenible de los Polinizadores* (IPI), dirigida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En diciembre del 2017, once países europeos (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Luxemburgo, Países Bajos y Reino Unido) han impulsado la constitución de la Coalición para la Conservación de los Polinizadores durante la celebración de la XIII Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica, en México. España se ha sumado recientemente a esta iniciativa, que persigue la implementación de medidas y acciones destinadas a la protección de los polinizadores. Pero, a pesar de estas actuaciones políticas, la sociedad todavía no percibe a los insectos como grandes pilares en la conservación de la biodiversidad del planeta, ni tampoco los asocia directamente con productos alimenticios de su día a día.

SOS Polinizadores es un proyecto educativo desarrollado por el Real Jardín Botánico en colaboración con la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) y el GBIF (Global Biodiversity Information Facility) que se sitúa dentro de la línea del fomento de la creatividad y las vocaciones científicas, ya que pretende promover un aprendizaje significativo basado en metodologías de la Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación (IBSE) usando el método científico como base del trabajo en investigación. Tiene como objetivo fomentar la observación y el estudio de los insectos polinizadores y su relación con las plantas de nuestras zonas verdes –huertos escolares o urbanos, parques o jardines– y mostrar la importancia de estos en la conservación de nuestra biodiversidad, y en nuestro día a día. Además, incentiva en el alumnado la curiosidad por el aprendizaje del entorno natural más cercano y trabaja el respeto por la naturaleza a través de la reflexión y el pensamiento crítico. SOS Polinizadores también pretende incentivar en los docentes el uso de los espacios verdes públicos para la enseñanza de las cien-

1 OLLERTON, J., WINFREE, R. y TARRANT, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120, pp. 321-326.

2 KLEIN, A., VAISSIÈRE, B., CANE, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S., KREMEN, C. y TSCHARNTKET. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc Biol Sci.* 274(1608) pp. 303-313.

3 GALLAI, N., VAISSIÈRE, B. E., (2009). Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at523e.pdf> [consultado el 18/03/2016].

cias, generar conocimiento sobre la biodiversidad urbana de nuestra ciudad y fomentar en el alumnado el uso de herramientas de participación ciudadana como Natusfera. El Real Jardín Botánico ha publicado la guía **SOS Polinizadores: guía para docentes y educadores ambientales** en la que describen con detalle todas las actividades del proyecto para Primaria y Secundaria. Con esta guía, pretende dar difusión a este proyecto educativo. La guía se podrá descargar en la página web del Real Jardín Botánico, www.rjb.csic.es (Educación, Materiales educativos), junto con otros materiales que facilitarán su implementación.

MATERIAL Y METODOLOGÍA EMPLEADA

SOS Polinizadores se implementó por primera vez en ocho centros educativos de Madrid, cuatro de Primaria y cuatro de Secundaria durante la primavera del 2017. Como requisito indispensable para la implementación del proyecto, los centros que seleccionamos tenían que estar localizados cerca de una zona verde, o contar con una dentro del propio centro (huerto o jardín). Los seleccionados y sus zonas de trabajo se detallan en el *cuadro 1*.

CENTRO EDUCATIVO	ZONA VERDE DE TRABAJO
IES Cervantes	Parque de la Reina (zona centro)
IES Miguel Delibes	En el propio centro educativo
IES Isabel la Católica	Huerto del Parque del Retiro
Corazón de María	Huerto urbano de la Quinta de los Molinos
CEIP San Benito	En el propio centro educativo
Montelindo	En el propio centro educativo
Amador de los Ríos	En el propio centro educativo
El Dragón	En el propio centro educativo

Cuadro 1.

En una primera reunión con los docentes, se propusieron distintas actividades secuenciadas siguiendo los pasos del método científico (*figura 1*). A lo largo de todas las actividades se trabajaron las competencias propias de la disciplina científica: la observación, el planteamiento de preguntas y diseño de métodos para responderlas, el razonando y la argumentación de los resultados.

Al final de las sesiones, el alumnado de Secundaria pudo desarrollar un trabajo escrito de investigación adaptado a su nivel de conocimientos y desarrollo. En Primaria el trabajo desarrollado fue oral, y se realizó de forma colectiva a través del planteamiento de preguntas abiertas. La temporalización de cada sesión fue variable y se adaptó a las necesidades de cada centro educativo o de cada docente.

A continuación se describen brevemente cada una de las sesiones propuestas por el proyecto. Todas están descritas con detalle en la publicación *SOS Polinizadores: Guía para docentes y educadores ambientales* que se podrá descargar a través de la página web del Real Jardín Botánico, www.rjb.csic.es (Educación, Materiales educativos).

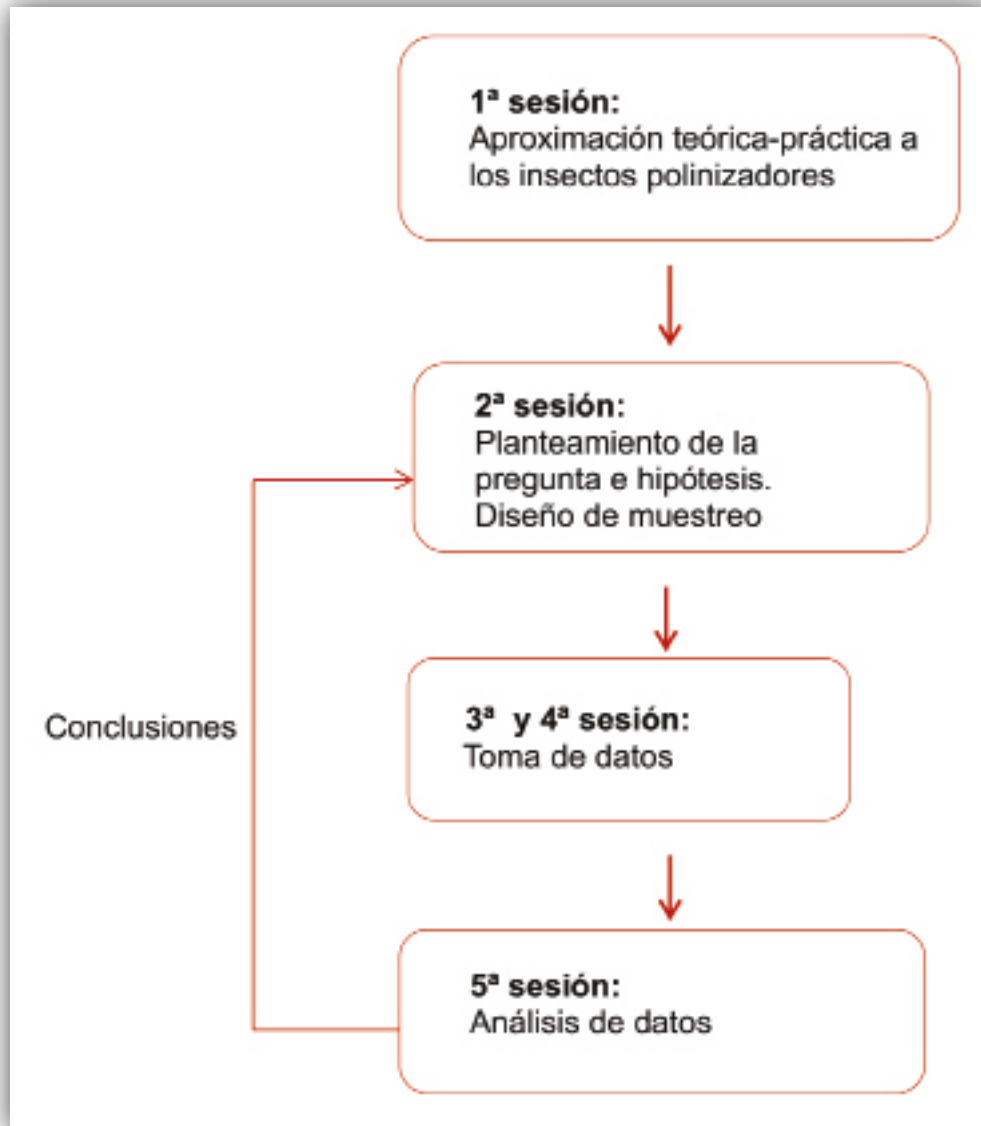


Figura 1.

ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN PRIMARIA

Actividad I: Los insectos polinizadores de nuestro entorno

Durante esta primera sesión el alumnado toma contacto con el proyecto. A través de una presentación teórica y distintos talleres, aprenden a reconocer los insectos y toman conciencia de la importancia que tienen en nuestro ambiente, comprendiendo el fenómeno de la polinización como un proceso fundamental para la reproducción de las plantas. Las sesiones de esta actividad fueron:

- Presentación teórica: la polinización y los insectos.

- Taller de identificación de insectos propuesta a través de una guía en clave dicotómica o un juego (figuras 2 y 3).
- Observación de los insectos en su medio natural (figura 4).
- Puesta en común y cierre.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

Actividad 2: Juego de rol: polinización y adaptaciones de los polinizadores

En esta actividad se acerca al alumnado al concepto de «adaptación biológica» en el contexto de la polinización. Primero se explica de una forma sencilla el mecanismo de la polinización entomófila. Posteriormente, se mencionan las diferentes morfologías de los aparatos bucales de los insectos y se relacionan con las distintas formas de las flores. Posteriormente se lleva a cabo un juego de rol, en el que se simula la polinización de los insectos en diferentes tipos de flores, utilizando para ello, por un lado caretas de insectos con diferentes aparatos bucales (con pajitas de diferente tamaño) y, por otro, maquetas de flores realizadas con botellas recicladas, en las que la corola tiene una longitud variable (tamaño de las botellas). El juego consiste en que las personas que actúan de insectos tienen que encontrar en qué tipo de flores son capaces de libar según el aparato bucal que tengan (figuras 5 y 6). Después del juego se hace una puesta en común, a través de preguntas como:

- ¿Tienen todas las flores la misma forma?
- ¿Todos los insectos se pueden alimentar de todas las flores?
- ¿Cuáles son los insectos que se pueden alimentar de las flores de corola larga?

Se finaliza la actividad haciendo referencia a los procesos coevolutivos de ambos grupos en relación con la polinización.



Figuras 5 y 6.

Actividad 3: Construcción de un hotel para insectos

Esta actividad se planteó como una acción destinada a mejorar las poblaciones de polinizadores en cada zona verde. Durante la misma, el alumnado construye un hotel de insectos, con el objetivo de crear lugares que les sirvan de refugio y nidificación. Además de la construcción, durante la actividad se debaten diferentes temas. Por una parte, se explican las diferentes necesidades ecológicas de las especies o grupo de insectos (por ejemplo, la abeja carpintera, *Xylocopa violacea*, necesita troncos de más de 15 cm de grosor para la construcción de sus nidos).

Se debate también sobre los problemas que tienen las poblaciones de insectos polinizadores en las zonas urbanas y periurbanas.



Figuras 7 y 8.

ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Actividad 1: Observación y reconocimiento de polinizadores

Esta actividad, al igual que la misma actividad que se realiza para Primaria, tiene como objetivo la toma de contacto del alumnado con el proyecto y la temática a través de diferentes sesiones:

- Presentación teórica: la polinización y los insectos.
- Taller de identificación de insectos propuesta a través de una guía en clave dicotómica.
- Observación de los insectos en su medio natural.
- Taller de Natusfera (plataforma digital de ciencia ciudadana).
- Puesta en común y cierre.

La principal diferencia con respecto a la actividad desarrollada en Primaria es la inclusión del taller de Natusfera, en el que el alumnado conoció esta herramienta tecnológica. Natusfera es una plataforma digital de ciencia ciudadana para conocer la biodiversidad de todo tipo de organismos. Ofrece un lugar web para registrar y organizar observaciones de la naturaleza. Una observación es una o varias fotografías o registros sonoros vinculados a una fecha y lugar (además, permite incluir cualquier información que se considere relevante). La plataforma está operativa como página web (<http://natusfera.gbif.es/>) y como aplicación móvil. Tiene un carácter participativo, abierto e intuitivo que permite que cualquier persona pueda participar compartiendo sus observaciones. Dentro de Natusfera se creó un proyecto llamado SOS Polinizadores, en el que el alumnado incluyó todas sus observaciones (<http://natusfera.gbif.es/projects/sos-polinizadores>).

Actividad 2: Diseño experimental en ecología de la polinización

Tras el acercamiento al mundo de los polinizadores y la polinización, el alumnado se encuentra capacitado para pasar a esta segunda fase del proyecto. A partir de las observaciones realizadas durante la actividad anterior; y en base a lo aprendido, se establecen equipos de investigación que plantearán su propio interrogante en relación con los fenómenos de polinización que ocurren a su entorno. Bajo la supervisión

de un educador o docente, serán capaces de hacer un diseño experimental y de obtener resultados y conclusiones sobre la investigación llevada a cabo. Algunas de las preguntas planteadas fueron: ¿qué polinizadores visitan nuestra zona?, ¿tienen preferencia por un color determinado?, ¿a qué hora del día presentan su máxima actividad?

Actividad 3: Toma de datos para la investigación sobre polinizadores

Durante esta sesión, el alumnado realizó el muestreo, según el diseño experimental que se había propuesto en la sesión anterior. Realizaron censos de polinizadores en diferentes días y horas, según el diseño que habían establecido, y se registraron observaciones a través de Natusfera, con lo que pudieron conocer las especies que habían censado (figuras 9 y 10).



Figuras 9 y 10.

Actividad 4: Análisis de datos y obtención de conclusiones

A partir de los datos obtenidos del trabajo de campo, el alumnado realizó el análisis estadístico para validar o refutar las hipótesis. Este es un procedimiento complicado que requiere conocimientos previos de estadística. Siempre conviene ser conscientes y reflejar en la elaboración de las conclusiones las posibles carencias o errores que se han podido cometer a lo largo del experimento y del análisis, que pueden influir en los resultados.

Actividad 5: Comunicación de los resultados del estudio

Tras la realización de los estudios sobre polinizadores se realizó un mini-congreso en el que todo el alumnado de Secundaria que participó en el proyecto expuso los resultados de su investigación (figuras 11 y 12). Este congreso se realizó en el Real Jardín Botánico de Madrid. Algunos de los pósteres que se presentaron están en la página web del Real Jardín Botánico: <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/jardin/index.php?Cab=6&len=es&Pag=697>.



Figuras 11 y 12

RESULTADOS

En SOS Polinizadores han participado hasta el momento cerca de treinta docentes y 400 estudiantes de Primaria y Secundaria. Se prevé que la publicación de la guía *SOS Polinizadores: guía de docentes y educadores ambientales* y el esfuerzo del Real Jardín Botánico en su difusión hagan que este proyecto se pueda implementar en nuevos centros de educación ambiental y centros educativos con el objeto de fomentar el conocimiento de los insectos polinizadores en el ámbito educativo.

RECOMENDACIONES

La implementación del proyecto SOS Polinizadores implica que el educador se documente muy bien antes para poder guiar y apoyar al alumnado durante el desarrollo. Para ello, cuenta con una extensa bibliografía sobre el tema expuesta en la guía *SOS Polinizadores: guía de docentes y educadores ambientales*, de descarga gratuita a través de la web: www.rjb.csic.es (Educación, Materiales educativos).

Por otra parte, al ser un proyecto que engloba distintas áreas (biodiversidad, tecnología, estadística y artes), es fundamental que en la implementación de este exista una implicación de docentes de diferentes asignaturas para abordarlo desde una perspectiva holística.

CIENCIAS 2.0.
APLICACIONES DOCENTES
DE LAS TIC

USO DE RECURSOS DIDÁCTICOS Y LABORATORIOS VIRTUALES COMO TIC PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

Mónica Aquilino, Óscar Herrero Felipe, Fernando Escaso Santos, Iván Narváez Padilla, Francisco Ortega Coloma, Rosario Planelló Carro

*Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación a Distancia
Paseo Senda del Rey, 11. 28040 Madrid*

maquiamez@gmail.com, oscar.herrero@ccia.uned.es, fescaso@ccia.uned.es, i.narvaez.padilla@gmail.com, forttega@ccia.uned.es, rplanello@ccia.uned.es

José Manuel Pérez Martín

*Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid
C/ Francisco Tomás y Valiente, 3. 28049 Madrid.*

*Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid, Módulo III,
despacho 201*

josemanuel.perez@uam.es

Marta Novo Rodríguez

*Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid*

*Paseo Senda del Rey, 11. 28040 Madrid
martanovorodriguez@gmail.com*

Palabras clave: prácticas virtuales, educación a distancia, enseñanza de la Biología.

Keywords: virtual practices, distance education, teaching Biology.

Resumen

El trabajo práctico en ciencias experimentales resulta imprescindible para aplicar el conocimiento teórico que adquiere el estudiante a lo largo de sus estudios. Sin embargo, la enseñanza a distancia plantea algunas limitaciones a la hora de proponer actividades prácticas que complementen a la programación teórica. El presente proyecto pretende otorgar a alumnos universitarios y no universitarios la oportunidad para realizar prácticas virtuales de Biología, no solo en aquellos casos en que no sea posible su realización real, sino a modo de implementación de prácticas que, debido a los altos requerimientos tanto estructurales como económicos que supondrían para el centro, no se pueden llevar a cabo.

Abstract

The practical work in experimental sciences is essential to apply the knowledge that students acquires throughout their studies. However, distance learning have some limitations proposing practical activities that complement theoretical programming. The aim of this project it is gives to University and non-university students the opportunity to perform virtual practices of Biology, not only in those cases where real implementation is not possible, but rather as a way to implement practices that due to high structural and economic conditions that would be for the center cannot be carried out.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, y como consecuencia del desarrollo de internet, se ha incrementado la difusión de diversos conocimientos, así como el acceso a recursos tanto fotográficos como de contenido que son empleados con fines educativos; por ello, las plataformas de autoaprendizaje están cobrando un interés creciente en los diferentes niveles educativos a escala internacional¹.

En el estudio de cualquier ciencia experimental resulta imprescindible el desarrollo de trabajos prácticos que permitan al estudiante aplicar los conocimientos teóricos que ha ido adquiriendo a lo largo de su formación. Sin embargo, en este contexto la enseñanza a distancia plantea ciertos inconvenientes y limitaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de proponer las diferentes actividades prácticas de laboratorio que complementen la programación teórica.

Con este fin, el Grupo de Innovación Docente de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), BIOINNOVA, compuesto por profesores de diversas asignaturas de Biología en la UNED y especializados en distintas ramas de la Biología tanto diversidad animal, vegetal, biología celular, molecular, así como didáctica de las ciencias (UAM), se propuso diseñar una herramienta virtual que integrara los contenidos de las diferentes asignaturas de Biología del grado de Ciencias Ambientales.

Los objetivos concretos del grupo se centran en: (i) favorecer la participación del alumnado en metodologías educativas relacionadas con la enseñanza transversal de la biología molecular y celular; la fisiología animal y vegetal, la diversidad biológica y su conservación; (ii) proporcionar nuevos espacios para la adquisición del conocimiento teórico y práctico en relación a estas materias; y (iii) desarrollar nuevos recursos en la enseñanza de la biología, la fisiología animal y vegetal y la diversidad biológica adaptadas a las nuevas tecnologías.

El objetivo de este trabajo es presentar la plataforma virtual BIOINNOVA de acceso abierto y algunos de sus recursos no solo para estudiantes universitarios, sino también para estudiantes y profesores de enseñanzas medias como recurso útil en su formación y en su labor docente, respectivamente, y discutir sobre su utilidad para la mejora de la enseñanza de las ciencias.

MARCO TEÓRICO

En los últimos años, la crisis económica ha dificultado el acceso a la formación académica de nuestros ciudadanos, forzando a muchos estudiantes universitarios a compatibilizar sus estudios con actividades profesionales, o incluso a no realizarlos. El aprendizaje a distancia con horarios flexibles para cada estudiante ha sido una de las consecuencias, lo que ha promovido más universidades de esta clase y centros de estudios virtuales en toda España.

¹ HAMIDIAN, B., SOTO, G. y PORIETY. (2006). Plataformas virtuales de aprendizaje: una estrategia innovadora en procesos educativos de recursos humanos. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad de Carabobo. En: <http://www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/266.pdf>.

La dilatada experiencia de la UNED en la formación a distancia se ha centrado durante muchos años en titulaciones de Ciencias Sociales y Humanidades, aunque recientemente ha apostado por potenciar titulaciones científicas como Ciencias Ambientales (CC. AA.). La gran diferencia con las primeras titulaciones es que en la enseñanza de las ciencias resulta indispensable la formación práctica de los estudiantes, y para ello muchos centros centralizan la presencialidad. En este sentido, la UNED tiene una estructura en red que permite realizar prácticas en los diferentes centros asociados, diseminados por toda España, e incluso en el extranjero. Sin embargo, estas características, que facilitan mucho la formación de nuestros estudiantes, no garantizan la uniformidad de los materiales docentes en los laboratorios de prácticas. Este es el caso de las disecciones de peces o de insectos, ya que a veces estos materiales concretos no están disponibles en cada centro asociado.

Para paliar las limitaciones de tipo temporal, logístico o de acceso a muestras biológicas que impiden una formación unificada y coordinada de los contenidos prácticos, el Grupo de Innovación sobre la Docencia en Diversidad Biológica BIOINNOVA de la UNED ha creado una página web (<https://www.innovabiologia.com/>) para la difusión de contenidos virtuales relacionados con las diferentes asignaturas que imparte en el grado de Ciencias Ambientales, en concreto prácticas de laboratorio, sin pretender sustituir las presenciales, sino complementarlas.

El enfoque de nuestros recursos pretende acercar las ciencias de forma integradora, multidisciplinar y aplicada y, en concreto para nuestros estudiantes, facilitar la relación de los conceptos adquiridos en las asignaturas, abordándolos desde la diversidad biológica hasta los diferentes niveles de complejidad (molecular, estructural/funcional y adaptativo).

Estos recursos educativos de ciencias pretenden que nuestros estudiantes puedan acceder a ellos en cualquier lugar y momento, permitiéndoles aprovechar su tiempo de estudio y facilitar su aprendizaje. Sin embargo, la plataforma creada no solo es accesible para nuestros alumnos de grado, sino que es un espacio de acceso abierto a cualquier ciudadano interesado en aprender, ya que consideramos que la universidad tiene un papel en la distribución y socialización del conocimiento científico.

Por ello, este trabajo presenta la plataforma BIOINNOVA, ya que consideramos que puede resultar de interés para otros niveles educativos como la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, entre otros.

RESULTADOS

Nuestro trabajo se enmarca dentro de dos proyectos de innovación educativa desarrollados:

1. «Diseño de prácticas virtuales en Biología II: aproximación mediante disecciones a la fisiología animal» (2015-2016).
2. «Análisis de la biodiversidad mediante herramientas moleculares» (2016-2017).

Ambos proyectos crearon materiales y recursos didácticos para la enseñanza de la Biología en acceso abierto en la web del grupo de innovación educativa BIOINNOVA.

La web de BIOINNOVA

Cuando se accede a la página web (<https://www.innovabiologia.com/>), la pantalla muestra cuatro pestañas: *ACERCA DE*, donde podemos encontrar información sobre los componentes del grupo BIOINNOVA, otra pestaña denominada *BIODIVERSIDAD*, donde encontramos toda la información relacionada con la diversidad animal y vegetal, otra pestaña de *INFORMACIÓN*, que es actualizada con noticias relacionadas con la biodiversidad, eventos relacionados e incluso cursos, y, por último, una pestaña de *CONTACTO*, donde tanto alumnos como profesores pueden enviar sugerencias, pedir más información o cualquier cuestión que se estime oportuna (*figura 1*).



Figura 1. Aspecto general de la página web <https://www.innovabiologia.com/>, donde se ve el menú principal (superior) para navegar por la web.

A través de la web del proyecto, el estudiante tiene a su disposición una plataforma virtual con diferentes procesos de disección animal registrados en vídeo o en fotografía, los cuales van acompañados de comentarios y esquemas de apoyo para ayudar a su comprensión, así como de numerosos enlaces a recursos externos que permitan ampliar el conocimiento sobre conceptos específicos. En primer lugar, aparece una introducción teórica al taxón, en la que se explica de manera detallada cuáles son las novedades evolutivas y las características más relevantes típicas del grupo al que pertenece el organismo de estudio. A continuación, con respecto a la anatomía externa de cada animal, se han elaborado unas fichas con información sobre las estructuras externas más importantes en cada uno de los organismos diseccionados. Esta información aparece de forma interactiva cuando el estudiante selecciona una estructura concreta sobre la imagen. Con respecto a la anatomía interna del animal, se han elaborado unas fichas con información sobre cada uno de los órganos internos que se observan a lo largo de la disección de cada organismo. Esta información recoge aspectos sobre la morfología de cada órgano, la relación con uno o varios sistemas fisiológicos y el funcionamiento del mismo. Al igual que en el caso de la anatomía externa, en el caso de la interna la información adicional se proporciona cuando el estudiante selecciona un órgano o una estructura concretos sobre la imagen.

A modo de ejemplo, presentamos las dos actividades que están publicadas en la web de BIOINNOVA. Durante el desarrollo de los proyectos en los cursos 2015-2016 y 2016-2017 se elaboraron materiales que se presentan a continuación como Práctica 1 y Práctica 2.

Práctica 1. anatomía de un vertebrado: trucha arcoíris

Se diseñó dicha plataforma virtual en la que se incluyó como primera práctica la disección de un organismo modelo, en concreto la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), un pez teleósteo del grupo de los vertebrados. La disección de cada ejemplar fue un trabajo conjunto de los miembros que componen el equipo de la Red de Innovación, llevando a cabo un reportaje fotográfico de todo el proceso, e incluyendo detalles de cada una de las estructuras y órganos de interés (figura 2).

Como complemento a esta parte gráfica, se elaboraron una serie de materiales de apoyo que permitirían al estudiante profundizar en la anatomía, fisiología y diversidad de este grupo de organismos. Los nuevos contenidos que se han ido preparando se presentan en fichas, las cuales muestran de forma clara,

concisa y muy visual, la fisionomía de los peces dentro de un contexto evolutivo/adaptativo, amén de explicar el funcionamiento de las estructuras que pueden observarse durante el desarrollo del proceso de disección. Por último, el material complementario aporta información relevante sobre las adaptaciones evolutivas de algunos sistemas fisiológicos en estos organismos.

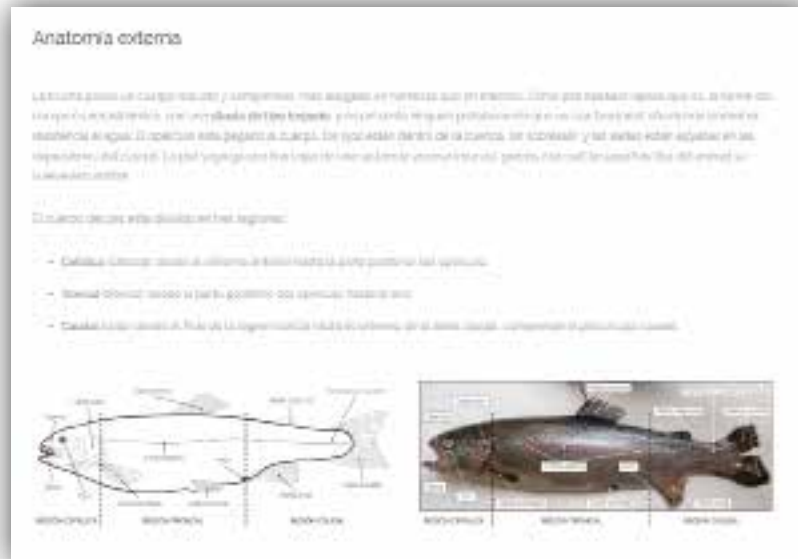


Figura 2. Ficha de la Práctica 1: Anatomía de un vertebrado: trucha arcoíris.

Práctica 2. Análisis de la evolución mediante herramientas moleculares

La Práctica 2 presenta herramientas moleculares para el análisis de la diversidad biológica. Esta práctica está dividida en dos prácticas virtuales en la página web, ya que por un lado está la parte de procesamiento de la muestra a través de las disecciones y la electroforesis de proteínas y, por otro, la segunda parte, que consiste en el análisis bioinformático de los datos para crear un cladograma. Los materiales se presentan con imágenes y se detalla la metodología, permitiendo relacionar los contenidos teóricos con el proceso que se describe, de forma que se integran teoría y práctica (ver figura 3). Por último, se elabora un cladograma con los datos obtenidos de la práctica y se compara con las filogenias morfológicas clásicas, para desarrollar acciones que promuevan la crítica y el razonamiento.

En este caso, se basa en el análisis de los perfiles de proteínas en una amplia variedad de «peces» para intentar determinar sus relaciones filogenéticas; para llevar a dicha práctica, seguimos esta secuencia:

- Fase 1. Elaboración de disecciones de peces.
- Fase 2. Extracción de las proteínas totales del tejido muscular de las especies de «peces» seleccionadas.
- Fase 3. Análisis de los perfiles proteicos de dichas muestras mediante separación de las proteínas por tamaño mediante la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida.
- Fase 4. Construcción de un árbol filogenético o cladograma a partir de los datos moleculares obtenidos en el gel.
- Fase 5. Uso de herramientas bioinformáticas: elaboración de árboles filogenéticos basados en secuencias, tanto de ADN como de las proteínas que codifican, seleccionadas para este estudio.
- Fase 6. Filogenias moleculares vs. morfológicas. Comparación de las relaciones de parentesco obtenidas a partir del estudio de las secuencias proteicas y las filogenéticas clásicas basadas en caracteres morfológicos.



Figura 3. Ficha de la práctica: análisis de la evolución mediante herramientas moleculares.

CONTENIDOS TEÓRICOS

Además, nuestro grupo ha creado materiales teóricos sobre biología molecular, genética y fisiología, con aspectos teóricos ilustrados con imágenes y con actividades que no solo son de tipo fáctico (que reproducen frases literales del contenido), sino que también son preguntas de reto, preguntas para pensar (figura 4). Un ejemplo de dicho tipo de preguntas sería: «En términos de cantidad de oxígeno disponible en el agua, explique por qué los peces son muy sensibles al aumento de la temperatura en el agua o a la presencia de materia orgánica en suspensión». La cual exige a los estudiantes una relación de contenidos con otras asignaturas como la Física, donde se explica que la solubilidad de las sustancias depende de la temperatura y cómo esto influye en la disponibilidad de oxígeno. De esta forma relacionan los conceptos de Física con la fisiología del aparato respiratorio.

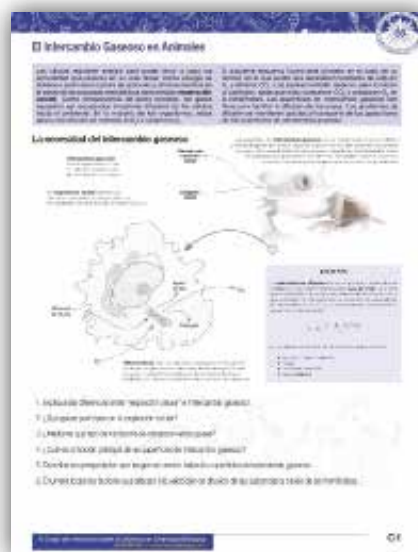


Figura 4. Imagen de una ficha descargable en PDF con contenidos relacionados con la práctica.

ACTIVIDAD DEL ESPACIO WEB

El espacio está destinado fundamentalmente a estudiantes de Ciencias Ambientales de la UNED. Sin embargo, desde sus inicios, siempre tuvo vocación abierta a todos los interesados en el tema. Durante el presente curso académico, hemos realizado un análisis sobre la propia actividad de la página web de BIOINNOVA, reflejando que, tras un periodo de un año, la web ha tenido más de 7300 visitas, de más de 5800 usuarios diferentes, que han consultado más de 12100 páginas web. Resulta bastante llamativo

que la página web haya sido tan visitada, con solo dos jornadas de difusión^{2,3}, un perfil de Facebook (<https://www.facebook.com/innovabiologia>) y otro en Twitter (<https://twitter.com/innovabiologia>). Asimismo la duración media de las visitas es de 4 minutos y 37 segundos, dato que nos indica que no solo se accede a la plataforma, sino que los distintos recursos son consultados y profundizan en los mismos (ver figura 5).

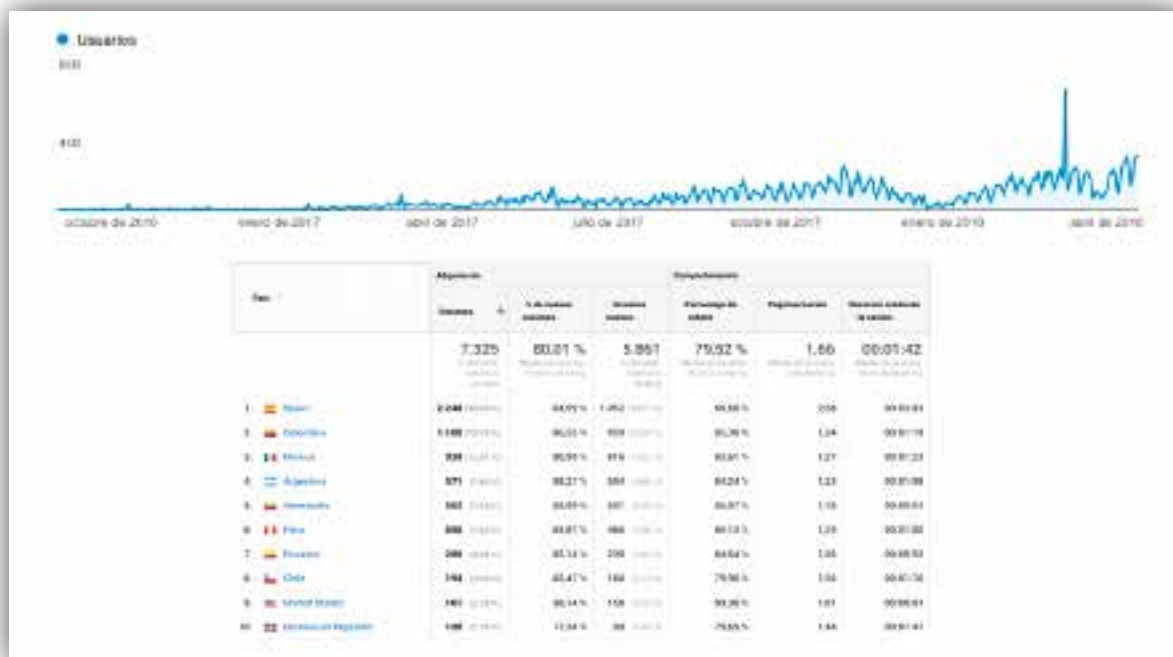


Figura 5. Actividad de la página web desde su inicio en octubre de 2016 hasta abril de 2018.

DISCUSIÓN

La herramienta virtual diseñada por el grupo BIOINNOVA para la enseñanza de las ciencias en el ámbito de las Ciencias Ambientales ha demostrado el interés para los estudiantes de la UNED en base a las visitas que se han contabilizado. Con esta misma contabilidad, hemos podido detectar que existe gran interés por otros colectivos de perfiles no detectados en buena parte del extranjero.

El interés demostrado por estos colectivos radicaría en la demanda social de acciones de difusión del conocimiento científico desde instituciones educativas, ya que la globalización y el aprendizaje a través de internet pone al alcance de la mano multitud de contenidos digitales gratuitos. Sin embargo, en general son contenidos que no están contrastados, y su validez o utilidad queda a juicio del usuario y, en el caso de las ciencias, la formación académica que tienen los usuarios no les permite valorarlos críticamente. Por ello, sabemos que existe la necesidad de publicar experiencias educativas universitarias y sus contenidos

² NARVÁEZ, I., ESCASO, F., HERRERO, O., PÉREZ MARTÍN, J. M., PLANELLÓ, R., y AQUILINO, M. (2016). Diseño de prácticas virtuales en Biología. Aproximación mediante disecciones a la fisiología animal. *Actas de la VIII Jornada de Redes de Investigación en Innovación Docente de la UNED*, pp. 87-88.

³ PLANELLÓ, R., HERRERO, O., AQUILINO, M., NOVO, M., PÉREZ MARTÍN, J. M., ESCASO, F., y ORTEGA, F. (2017). Análisis de la biodiversidad a través de herramientas moleculares. *Actas de la IX Jornada de Redes de Investigación en Innovación Docente de la UNED*, pp. 12-15.

en abierto para toda la sociedad⁴, ya que la necesidad de alfabetización científica es grande. En este contexto las actividades que ha promovido la UNED han permitido distribuir contenidos científicos de calidad para diferentes niveles educativos y sociales, lo que se enmarca en el enfoque de justicia social⁵.

Respecto de los materiales elaborados y publicados, hay que señalar el interés por mejorar la enseñanza reglada, pero también que esta sea más innovadora en lo que respecta a los procesos de aprendizaje. En este momento, ya no es suficiente aprender muchos datos, sino conseguir conectarlos e integrarlos para poder conseguir soluciones a problemas nuevos. Esta línea es la que promueven diferentes autores con preguntas para pensar o investigables⁶ o fomentar las destrezas científicas⁷, y nuestro trabajo trata de dar cabida a este tipo de evaluaciones donde el estudiante se enfrenta a problemas y retos, y no solo a actividades donde se replica el conocimiento presentado en las fichas.

En este sentido, las fichas y manuales creados para presentar los contenidos, las prácticas virtuales ampliamente documentadas con material gráfico y sus actividades, resultan de interés para estudiantes de primero de grado, y pueden serlo para los de Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Este tipo de herramientas de acceso abierto permite reducir el coste económico de las prácticas presenciales en los grados universitarios, lo que también puede ser extensivo para otros niveles educativos. Sin embargo, consideramos importante que se complementen con prácticas presenciales en todo caso para la completa formación de los estudiantes⁸, y, para ello, también incluimos guías para poder llevarlas a cabo en clase.

⁴ CHIAPPE, A. (2012). Prácticas educativas abiertas como factor de innovación educativa con TIC. *Boletín informativo de la Red Iberoamericana de Pedagogía*, 818, pp. 6-12.

⁵ MURILLO, J. y HERNÁNDEZ CASTILLA, R. (2011). Hacia un concepto de Justicia Social. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 9(4), pp. 8-23.

⁶ FURMAN, M. G., POENITZ, M.V., y PODESTÁ, M. E. (2012), La evaluación en la formación de los profesores de ciencias. *Praxis & Saber*, 3(6), pp. 165-189.

⁷ PRO, A. J. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 73, pp. 69-76.

⁸ DUQUE-PARRA, J. E. y BARCO-RÍO, J. (2013). Enseñanza de la ciencia sin experimentación por demostración versus enseñanza por virtualización de la experimentación. *Archivos de Medicina*, 13(2), pp. 226-232.

KAHOOT!: NO SOLO PARA JUGAR

Ángeles Calduch-Losa y Santiago Vidal-Puig

Universitat Politècnica de València, València (España)

Camino de Vera, s/n, 46022

mcalduch@eio.upv.es, svidalp@eio.upv.es

Palabras clave: motivación, constructivismo, Kahoot!, ARS, aprendizaje activo.

Keywords: motivation, constructivism, Kahoot!, ARS, active learning.

Resumen

En este trabajo se propone una metodología para el uso del Kahoot! que potencia la instrucción del alumno al mejorar su motivación e implicación en su propio aprendizaje. La experiencia se realizó en una materia de alto contenido matemático, como es la Estadística, en la titulación de grado en Ingeniería Informática de la Universitat Politècnica de València (UPV). La metodología propuesta conlleva la competición usando Kahoots en clase y la preparación de preguntas de tipo Kahoot por parte de los propios alumnos con anterioridad a las clases para potenciar su aprendizaje. Los resultados ponen de manifiesto que la plataforma Kahoot!, además de para jugar, sirve para fomentar el aprendizaje de los alumnos.

Abstract

A new methodology based on the use of the Kahoot! is proposed in order to promote the motivation and involvement of the student in the construction of its own learning. The experience was realized in the subject of Statistics in the Degree on Informatics offered by the Universitat Politècnica de València (UPV). Students compete in class against each other in different Kahoots but they are also requested to prepare Kahoot questions on a voluntary basis in order to potentiate active learning. The results show that the tool Kahoot! is not merely a game, but it is a good instrument to improve the students learning.

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos actuales en educación es conseguir y mantener la motivación y el interés de los estudiantes en las clases. Este desafío se incrementa en aquellas asignaturas que tradicionalmente se han considerado de difícil motivación por su alto contenido matemático, como puede ser Estadística, en titulaciones que no son puramente numéricas. Un método para lograr una mayor motivación es conseguir que los alumnos disfruten aprendiendo. Por ello, los autores de la presente comunicación han optado por la introducción de una metodología basada en el uso de sistemas de respuesta interactivos ARS (Audience Response Systems), para dinamizar las clases y mejorar el aprendizaje del alumno en un entorno

donde el estudiante esté más motivado y disfrute experimentando. La introducción de estos sistemas permite un cierto tipo de gamificación en el aula, dado que el alumno participa de un juego donde se mide con sus compañeros e introduce esa componente de competición que estimula su participación activa, su concentración y en definitiva le impulsa a dar lo mejor de sí mismo frente a un reto.

ARS

Los ARS son sistemas que utilizan dispositivos inalámbricos tales como teléfonos móviles o tabletas para que los alumnos respondan a preguntas de respuesta de opción múltiple (tipo más habitual) y que agregan las respuestas de los alumnos para mostrarlas en clase. La inmediatez de la exposición de los resultados permite un *feedback* inmediato a los estudiantes y da oportunidad al establecimiento de discusión y debate en determinadas preguntas y a potenciar la evaluación formativa.

Las primeras versiones de los ARS se llamaron Clickers y aparecieron en los años ochenta. Eran unos dispositivos con unos mandos electrónicos y que requerían de un cierto software específico. En los últimos años han aparecido diversas aplicaciones en páginas web como Kahoot!, Quizizz, Socrative... Estas ya no requieren software o tecnología específica y utilizan ordenadores personales y tabletas o teléfonos móviles para enviar la información al profesor a través de internet, lo que ha contribuido a facilitar más aún su expansión y ha dado lugar a un gran incremento en el uso de los ARS entre el profesorado.

Las características de las diferentes aplicaciones de internet varían con las diferentes actualizaciones, pero existen diferencias marcadas entre las mismas que las hacen más o menos apropiadas según el uso de los ARS que se vaya a hacer. En nuestro caso, nos hemos decantado por el uso del Kahoot!, porque se ajusta mejor a nuestra metodología.

Los beneficios del uso de los ARS incluyen mejoras en el entorno de aprendizaje¹ (mejora en la asistencia, niveles de atención, participación e involucramiento)², mejoras en la calidad de su aprendizaje (resultados obtenidos, grado de interacción, nivel de discusión)^{3,4}, y mejoras que tienden a la consecución de una evaluación más formativa y dotada de un *feedback* inmediato⁵. Cabe señalar que las aportaciones y experiencias en el campo del uso del ARS en docencia son muy numerosas. Una buena revisión de los logros conseguidos que amplíen los ya indicados, puede encontrarse en la revisión de Kay y otros⁶:

El grado en que los ARS cambian la práctica pedagógica varía considerablemente: desde enfoques donde el alumno se dedica únicamente a contestar pruebas en clase bajo este formato, a implementaciones donde se pide a los alumnos que preparen materiales, previamente a las sesiones, como parte de dicha actividad. La metodología desarrollada por los autores en esta experiencia se enmarca entre ambos tipos de práctica.

¹ DRAPER, S. W., y BROWN, M. I. (2004). Increasing interactivity in lectures using an electronic voting system. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(2), pp. 81-94.

² HINDE, K., y HUNT, A. (2006). Using the personal response system to enhance student learning: Some evidence from teaching economics. In D. A. Banks (ed.), *Audience response systems in higher education* (pp. 140-154). Hershey, PA: Information Science Publishing.

³ BULLOCK, D. W., LABELLA, V. P., CLINGHAN, T., DING, Z., STEWART, G., y THIBADO, P. M. (2002). Enhancing the student-instructor interaction frequency. *The Physics Teacher*, 40, pp. 30-36.

⁴ PELTON, L. F., y PELTON, T. (2006). Selected and constructed response systems in mathematics. In D. A. Banks (Ed.), *Audience response systems in higher education* (pp. 175-186). Hershey, PA: Information Science Publishing.

⁵ CALDWELL, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *Life Sciences Education*, 6(1), pp. 9-20.

⁶ KAY, R. H., LESAGE, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53, pp. 819-827.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico que aplica a nuestra metodología se centra en dos aspectos importantes: la motivación y el aprendizaje constructivo. Respecto a la motivación, señalar que hay dos tipos de motivación en educación⁷: la motivación intrínseca, que viene del propio estudiante o factores inherentes a la propia tarea realizada, y la motivación extrínseca, que viene de fuentes externas al estudiante o a la tarea realizada y que suele ser de reconocimiento o en forma de premio. La motivación intrínseca es la que conduce a aprendizajes más profundos y de mayor calidad; por lo tanto, ha de ser incentivada por el profesor. El segundo aspecto es el del aprendizaje constructivo⁸. Este incorpora la idea de que el mejor aprendizaje ocurre cuando los estudiantes se implican activamente en su proceso de aprendizaje. En nuestra implementación de la metodología docente es un aspecto importante; por ello, el introducir un trabajo previo de los alumnos en los diferentes contenidos de la materia.

OBJETIVO

Por lo explicado anteriormente, uno de nuestros objetivos es el de usar los ARS y la gamificación, de modo que se pueda potenciar de alguna manera la motivación intrínseca. Nuestra finalidad no es que el alumno se preocupe de ganar los distintos retos, sino que la propia diversión y el disfrute en las distintas actividades de la asignatura le lleven a profundizar en la misma por propio impulso y especialmente por su deseo de aprender.

HERRAMIENTA UTILIZADA: KAHOOT!

La plataforma Kahoot! fue desarrollada como un proyecto conjunto entre la empresa de informática Mobitroll y la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología. Está diseñada para ser accesible en las aulas de enseñanza. Las pruebas Kahoot se componen de una serie de preguntas con respuesta de tipo opción múltiple. El número de preguntas en cada prueba Kahoot es decisión de la persona que crea la prueba. Las pruebas pueden ser introducidas tanto por alumnos como por profesores. Las pruebas creadas se guardan en el propio espacio de la aplicación en la red y se pueden compartir de modo sencillo con otros profesores o usuarios. Con la opción *encontrar Kahoots* (figura 1) se puede acceder a un gran repertorio de pruebas ya creadas y ofrecidas en público por otros usuarios.

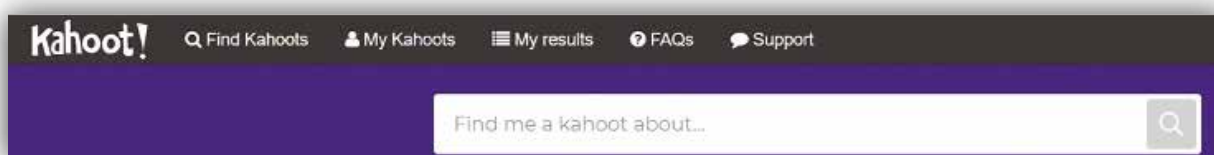


Figura 1. Menú de selección de Kahoots existentes.

Kahoot! se puede jugar en modalidad individual o de equipo. Esta última característica la diferencia de otras aplicaciones ARS y le proporciona cierto potencial para el aprendizaje colaborativo. Las pruebas admiten también asignar un tiempo determinado a cada pregunta de modo individual, con lo que se puede ajustar la dificultad de las mismas al tiempo concedido. En esta aplicación está especialmente cui-

⁷ Innovative Learning, disponible en: http://www.innovativelearning.com/educational_psychology/motivation/index.htm [consultado el 24/07/2018].

⁸ KITCHENER, R. (1986). *Piaget's theory of knowledge*. New Haven: Yale University Press.

dado el paso de una pregunta a la siguiente, dado que ofrece los resultados con carácter inmediato con unos gráficos de barras (figura 2) fácilmente interpretables, y se le indica individualmente a cada alumno a través de su propio receptor la puntuación y posición obtenidas.



Figura 2. Gráfico de barras con el número de alumnos que han seleccionado las distintas respuestas posibles.

Al finalizar la prueba se ofrece el ránking y se muestra en público el pódium (figura 3) incluyendo solamente a los tres primeros clasificados e indicando su número de aciertos y su puntuación.

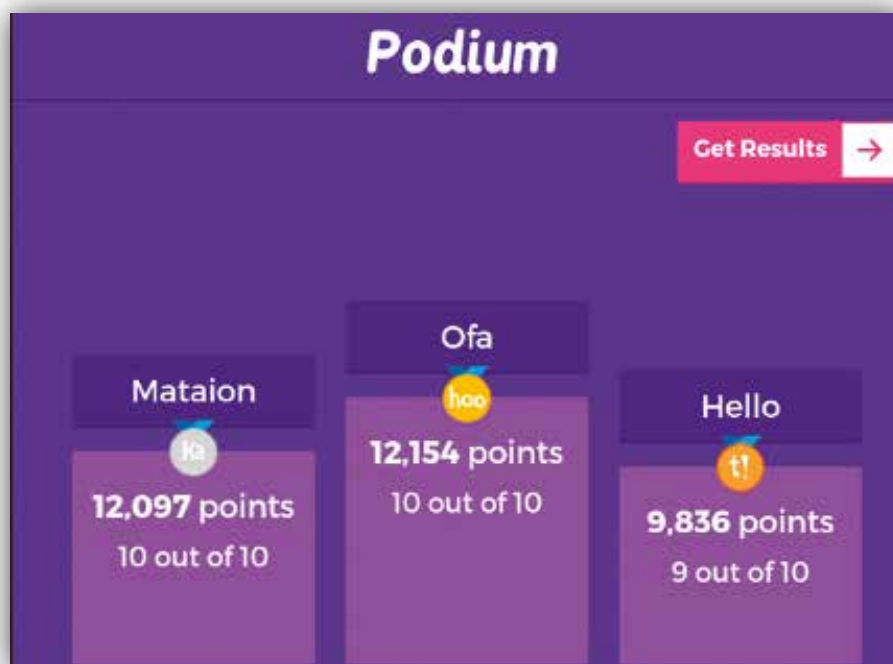


Figura 3. Ránking final del Kahoot!

Los resultados en forma de pódium actúan como agente motivador para los alumnos. El reto de poder alcanzar el pódium a la vista de los compañeros los motiva sin causarles estrés, dado que se mantiene la privacidad de los resultados de los alumnos más allá de la tercera posición.

Los resultados finales del Kahoot! quedan guardados en formato Excel y contienen información de los resultados de cada alumno o equipo en cada una de las preguntas y el tiempo utilizado en responderlas. En las figuras 4 y 5 se ofrecen imágenes de cómo se muestran estos resultados.

Estadística Descriptiva Unidimensional				
Q1 ¿Qué gráfico NO sirve para describir la distribución de una variable cuantitativa continua?				
Correct answers	Diagrama de barras			
Players correct (%)	34,78%			
Question duration	30 seconds			
Answer Summary				
Answer options	▲ "Polígono de frecuencias"	▶ "Diagrama de barras"	■ "Histograma"	■ "Diagrama de caja"
Is answer correct?	X	✓	X	X
Number of answers received	0	8	3	6
Average time taken to answer (seconds)	16,56	12,49	16,17	14,78
Answer Details				
Player	Answer	Score (points)	Current Total Score (points)	Answer time (seconds)
A.Luciano	X Diagrama de caja	0	0	13,03
CONTELL	X Polígono de frecuencias	0	0	10,48
Chenao	X Histograma	0	0	6,78

Estadística Descriptiva Unidimensional				
Final Scores				
Rank	Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers
1	MSoriano	8994	8	2
2	JJARQUE	8736	8	2
3	MSilvestre	8414	8	2
4	NMartínez	8371	8	2
5	Evalero	7399	7	3
6	Cfranco	6144	6	4
7	RALABAU	5952	6	4
8	Randres	5907	6	4
9	JBoix	5535	7	3
10	Emadrigal	5524	7	3

Figuras 4 y 5. Información en formato Excel sobre los resultados finales proporcionada por Kahoot!

CONTEXTO

La experiencia se ha realizado en el curso 2016/2017 con dos grupos de alumnos de primer curso de la asignatura Estadística en la titulación de grado en Ingeniería Informática, que se imparte en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica (ETSINF) de la Universitat Politècnica de València (UPV). La asignatura es troncal y se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso de la titulación, y había un total de 84 alumnos matriculados en total entre los dos grupos.

METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA EXPERIENCIA

La metodología propuesta basada en el constructivismo implica la participación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, a través de la creación de sus propias preguntas Kahoots sobre los temas que va progresivamente estudiando. Inicialmente, para que los alumnos conocieran la herramienta, el profesorado implicado en la experiencia preparó diferentes Kahoots con el fin de que el alumnado viera la mecánica de las pruebas. Es decir, en clase se utilizaban las preguntas al finalizar los temas de la asignatura para reforzar los contenidos vistos en el aula. Las respuestas que los alumnos acertaban se contabilizaban para la calificación de la nota de clase, que era el 10% de la evaluación de la asignatura, por lo

tanto un punto. No se tenía en cuenta la posición alcanzada por los estudiantes en el ránking que proporciona el Kahoot!, solo el número de preguntas bien contestadas. Después de haber hecho tres Kahoots, y una vez que los estudiantes estaban familiarizados con la mecánica de la aplicación y tenían claro el tipo de preguntas y respuestas utilizadas, con el fin de que revisaran más a fondo los temas de la asignatura, se les pidió que, de forma voluntaria, fueran ellos los que realizaran cuestiones y las posibles alternativas de respuesta. Dichas propuestas eran enviadas al profesorado para que las supervisara. De este modo, se pretendía que los estudiantes tuvieran opción a realizar un doble refuerzo con el Kahoot!: al preparar las preguntas y al responderlas en clase. Los alumnos participantes elegían el tema de la asignatura sobre el que realizaban las cuestiones, y el número de respuestas que daban como posibles soluciones, marcando siempre la que ellos consideraban como correcta. El profesorado revisaba las preguntas y las respuestas, y si no eran correctas lo comunicaba a los alumnos correspondientes, con lo que estos obtenían información sobre la documentación que habían preparado, y les servía para repasar. Cada pregunta planteada correctamente por un alumno puntuaba 0,1 puntos.

Como se ha indicado anteriormente, hay que destacar que las acciones realizadas con Kahoot! formaban parte de la calificación de la nota de clase, y que esta nota podían obtenerla por otras vías, tales como salir a la pizarra, o participar activamente en el aula.

RESULTADOS

Para valorar el impacto que ha tenido la experiencia sobre los alumnos, se han obtenido sus opiniones a partir de preguntas seleccionadas en dos encuestas: la *Encuesta oficial que realiza la UPV* para conocer la valoración del alumnado de los diferentes cursos impartidos en la universidad en relación con la calidad del profesorado y las metodologías docentes con que les han sido impartidos, y una *Encuesta propia*, realizada por los profesores para conocer el grado de satisfacción de los estudiantes con las acciones realizadas en el curso, siendo una de ellas las actividades con el Kahoot! Ambas encuestas están basadas en una escala de Likert, la primera con cinco niveles de respuesta y la segunda con tres.

Así, en la *Encuesta oficial* de la UPV tenemos los niveles de respuesta: TED: Totalmente en desacuerdo; MBD: Mas bien en desacuerdo; IND: Indiferente; MBA: Más bien de acuerdo; TDA: Totalmente de acuerdo y S/C: No sabe o no contesta. En el caso de considerar la escala numérica (0-10), por ejemplo, al dar la media obtenida, el 5 corresponde a «Indiferente» el 0 a un totalmente en desacuerdo y el 10 a un totalmente de acuerdo. Esta encuesta fue contestada por 63 de los 84 alumnos matriculados.

De esta encuesta hemos seleccionado la pregunta indicada en la *figura 6*: ¿la metodología empleada y las actividades realizadas en la asignatura ayudan a aprender al alumnado? En los resultados obtenidos podemos destacar que 51 de 63 alumnos estaban más bien de acuerdo o totalmente de acuerdo con la metodología empleada. Sobre una escala numérica, la media obtenida sería de 7,62.



Figura 6. Respuestas a la pregunta de la encuesta oficial de la UPV relativa a la metodología empleada en el curso estudiado.

La *Encuesta propia* constaba de tres posibles respuestas: ACUERDO, NEUTRAL y DESACUERDO, y también ha sido pasada a una escala numérica. Fue contestada por 67 estudiantes, y en la *figura 7* podemos apreciar que 58 de ellos indican estar de acuerdo con la afirmación Me ha gustado utilizar Kahoot!, mientras que 6 se declaran neutrales a la aseveración y sólo 3 indican estar en desacuerdo.

Resultados de la afirmación 1, «Me ha gustado utilizar Kahoot!»

Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
4,40	86,57%	8,96%	4,47%

Figura 7. Pregunta de la encuesta propia relativa al uso del Kahoot!

El resultado numérico obtenido sería un 8,8 sobre 10, lo que nos indica un buen resultado, en línea con el mostrado en la *figura 6*.

Recordando que el objetivo perseguido era el de mejorar la motivación intrínseca y, por tanto, las ganas de aprender de los alumnos, nos pareció que podría ser un buen indicador del mismo la productividad de los alumnos (cantidad de material producido por los estudiantes) y el grado de implicación en la creación de materiales. Hay que recordar que los materiales se producían de un modo voluntario, y por tanto, su producción es un indicador de motivación.

- Número de alumnos que plantearon preguntas de Kahoot!: 19.
- Cuestiones planteadas: 115, constando cada una de ellas de entre 2 y 4 respuestas posibles.
- Número medio de preguntas por alumno: 6.
- Número mínimo de preguntas por alumno: 1.
- Número máximo de preguntas por alumno: 12 (hay que recordar que el máximo de preguntas que le podían puntuar a cada alumno era 10).

Hay que destacar que las preguntas enviadas por los estudiantes mostraban, basándonos en su grado de complejidad, que habían revisado los temas a fondo para poder formularlas. Un hecho interesante es que el nivel de dificultad de algunas de sus preguntas superaba el que solíamos poner nosotros en las diferentes pruebas preparadas por el profesorado, lo que era una muestra de profundización importante en los temas estudiados.

Por último, señalar que, como ocurre frecuentemente en estudios de investigación en docencia, plantear un diseño experimental que permita cuantificar el impacto numérico o efecto en los resultados obtenidos por los alumnos, debido a las nuevas metodologías incorporadas, es todo un reto, y no siempre posible por la singularidad de los cursos, grupos y situaciones particulares que se dan en docencia. Sin embargo, sí podemos señalar que hay indicios claros de su efecto positivo: la cantidad de material producido por los alumnos; las encuestas, que ponen de manifiesto que los alumnos se han motivado y se muestran a gusto con la metodología utilizada; la opinión del profesorado participante, con amplia experiencia, y que también consideró que la metodología empleada tenía un efecto positivo sobre la motivación intrínseca del alumno, y una última evidencia favorable, que fue que todos los estudiantes que participaron en la creación de las preguntas (19 alumnos) superaron la asignatura.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados podemos concluir que se ha cumplido el objetivo de la experiencia, que recordemos que era mostrar que la propia diversión y el disfrute en las distintas actividades de la asignatura usando herramientas como el Kahoot! podía llevar a los estudiantes a profundizar en la materia por propio impulso y por su deseo de aprender. Los alumnos han participado voluntariamente, creando

materiales para participar en su propio proceso de aprendizaje y los resultados han mostrado que los estudiantes han adquirido un buen dominio, planteando incluso preguntas más complejas que las que preparaban los profesores, además de valorar positivamente la metodología.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros alumnos la colaboración prestada y que sean receptivos a las innovaciones que realizamos con ellos.

LA PLATAFORMA KAHOOT! ES UNA HERRAMIENTA ÚTIL EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DEL ÁREA DE CIENCIAS DE LA SALUD

María Pilar Cano Barquilla, Vanesa Jiménez Ortega, Rosa María Olmo López, María Pilar Fernández-Mateos, María Dolores Blanco Gaitán, José Izuzquiza Suárez Inclán, Ignacio Navarro Ruiz de Adana, Ana Esquifino Parras

*Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina
Universidad Complutense de Madrid (España)
canobarquilla@med.ucm.es*

César Teijón López

*Departamento de Enfermería, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología
Universidad Complutense de Madrid (España)
josemanuel.perez@uam.es*

Leire Virto Ruiz

*Laboratorio de Investigación Oral, Facultad de Odontología
Universidad Complutense de Madrid (España)*

Palabras clave: Kahoot!, enseñanza universitaria; gamificación, área de Ciencias de la Salud

Keywords: Kahoot!, university teaching, gamification, Health Sciences Area.

Resumen

El presente proyecto es una propuesta para evaluar el uso de la plataforma Kahoot! en la docencia presencial de asignaturas del área de Ciencias de la Salud, en la Universidad Complutense de Madrid. Los resultados obtenidos indican que la utilización de esta herramienta en la enseñanza universitaria mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje, desde una perspectiva lúdica, y aumenta la motivación y la participación activa de los estudiantes en el aula. Por lo tanto, la plataforma Kahoot! podría ser una importante herramienta metodológica en la enseñanza universitaria, siempre que se use desde un enfoque pedagógico bien establecido.

Abstract

The following project aims to evaluate the use of the Kahoot! platform in classroom teaching of the Health Sciences Area, at the Complutense University of Madrid. The results indicate that the use of this tool in university teaching improves the teaching and learning process, from a playful perspective, increases the motivation and the active participation of students in the classroom. Therefore, the platform could be a useful tool in university teaching, provided it is used from a well-established pedagogical approach.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, las tecnologías de la información y la comunicación se han ido incorporando de forma paulatina en las aulas de los centros educativos¹. Esto favorece el desarrollo de estrategias didácticas innovadoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje y son un elemento clave en la consecución de los propósitos fundamentales establecidos en el Espacio Europeo de Educación Superior².

En este contexto, se han utilizado los primeros dispositivos electrónicos, denominados *student response system*, que son sistemas de respuesta del estudiante que informan sobre el proceso de aprendizaje en tiempo real. Los primeros que se emplearon son los denominados *clickers*³, que utilizaban un terminal que recogía las señales de radiofrecuencia o de infrarrojos emitidas por unos mandos a distancia repartidos entre los estudiantes. En la actualidad, se siguen empleando, aunque su uso en el aula conlleva una inversión económica elevada en infraestructura y en capacitación de los participantes⁴.

En los últimos años se han creado plataformas web de acceso libre como *Kahoot* o *Socrative*, entre otros, que permiten el diseño de cuestionarios y su cumplimentación se realiza a través de *Smartphones*, *ipad*, tabletas y PC, sustituyendo a los mandos electrónicos^{5,6}. Por lo tanto, de forma similar a los *clickers* descritos previamente, son sistema de respuesta personal o en grupo.

La plataforma Kahoot!, desarrollada por el profesor Alf Inge Wang⁷, incluye, además, características propias del juego y, por lo tanto, transforma la clase en una competición entre los distintos participantes, es decir entre los estudiantes. Por lo tanto, su uso en la docencia presencial estimula la motivación, el compromiso emocional, la participación activa del estudiante y las interacciones personales entre el profesor y el estudiante y entre los alumnos/as, lo que aporta un valor añadido al aprendizaje⁸. Además, informa sobre el progreso del aprendizaje de los estudiantes en tiempo real y, por lo tanto, puede contribuir a mejorar la calidad docente^{9,10}. Esto se debe a diferentes aspectos del funcionamiento de este sistema de respues-

¹ PÉREZ MIRAS, S. D. (2017). El uso de los dispositivos móviles en clase de Historia: experiencia de uso de Kahoot como herramienta evaluadora. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 35, pp. 1-11.

² SALINAS, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1, pp. 1-16.

³ CALDWELL, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: current research and best practice tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6 (1), pp. 9-20.

⁴ CAMACHO MIÑANO, M. (2012). El uso de mandos interactivos: una innovación docente para aumentar la motivación y mejorar el aprendizaje del alumnado universitario. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(1), pp. 412-436.

⁵ MILLER, K. (2014). Socrative. *The Charleston Advisor*, 15(4), pp. 42-45.

⁶ WANG, A. I. (2015). The wear out effect of a game-based student response system. *Journal Computer and education*, 82, pp. 217-227.

⁷ WANG, A. I. (2015), pp 217-227.

⁸ SHARPLES, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education*, 34(3-4), pp. 177-193.

⁹ MOYA FUENTES, M. M., CARRASCO ANDRINO, M. M., JIMÉNEZ PASCUAL, M. A., RAMÓN MARTÍN, A., SOLER GARCÍA C., VAELLO LÓPEZ M. T. (2016). El aprendizaje basado en juegos: experiencias docentes en la aplicación de la plataforma virtual Kahoot. *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares*, pp. 1241-1254.

¹⁰ CANO BARQUILLA M. P., JIMÉNEZ ORTEGA V., OLMO LÓPEZ R. M., FERNÁNDEZ MATEOS M. P., MARTÍNEZ-CONDE IBAÑEZ A., BLANCO GAITÁN D., MAYOR DE LA TORRE P., VIRTO RUIZ L., TEJÓN LÓPEZ C., ESQUIFINO PARRAS A. La plataforma Kahoot como herramienta para evaluar la satisfacción de los estudiantes en el Área de Ciencias de la Salud. *I Congreso Internacional Virtual de Innovación Docente Universitaria We teach & We Learn* [en línea],

ta personal, como es el hecho de que la actividad planteada sea un reto para el participante, que fomente su curiosidad por conocer la respuesta correcta.

En los últimos años, se han descrito distintas experiencias del uso de la plataforma Kahoot! en la docencia universitaria^{9,10,11}, que sugieren que su uso en el aula favorece el aprendizaje de los estudiantes universitarios.

Por ello, un grupo de profesores de la Universidad Complutense de Madrid que imparten su docencia en diferentes asignaturas del área de Ciencias de la Salud, tras la concesión y financiación de un proyecto de Innovación Docente en la convocatoria «Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente» del año 2016 de la Universidad Complutense de Madrid, analizaron la incorporación de la plataforma Kahoot! en su docencia presencial, como una nueva herramienta atractiva y accesible para los estudiantes, que favorece la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para llevar a cabo este objetivo se establecieron los siguientes retos:

1. Acercar las tecnologías de la información y de la comunicación a la docencia presencial.
2. Identificar las deficiencias y necesidades mediante la herramienta Kahoot! en el aprendizaje de distintas asignaturas del área de Ciencias de la Salud: Genética, Bioquímica y Biología Molecular (grado de Odontología), Bioquímica Básica (grado de Medicina), Bioquímica Humana (grado de Medicina) y Bioquímica (grado de Enfermería).
3. Motivar y mantener la atención y la participación de los estudiantes en las jornadas de exposición de trabajos grupales en las asignaturas de Genética, Bioquímica y Biología Molecular (grado de Odontología).
4. Usar la herramienta Kahoot! en las clases prácticas de la asignatura de Organografía Microscópica Humana (grado de Medicina) para la evaluación de los conocimientos adquiridos.
5. Evaluar la satisfacción de los estudiantes y profesores sobre el uso de la herramienta Kahoot! en la docencia presencial.

METODOLOGÍA

1. La realización de este proyecto de Innovación se ha llevado a cabo por los siguientes participantes:

- Profesores del área de Ciencias de la Salud:

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular (Facultad de Medicina): Ana Isabel Esquifino Parras, María Dolores Blanco Gaitán, Rosa María Olmo López, María Pilar Cano Barquilla y Vanesa Jiménez Ortega.

Departamento de Biología Celular (Facultad de Medicina): María Pilar Fernández Mateos.

Departamento de Enfermería (Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología): Antonio Luis Villarino Marín y César Teijón López.

- Otros integrantes del proyecto de Innovación concedido que colaboraron en la realización del proyecto docente: Leire Virto Ruiz (estudiante de doctorado), José Izuzquiza Suarez-Inclán (estudiante del grado de Medicina) e Ignacio Navarro Ruiz de Adana (estudiante del grado de Medicina).

disponible en: http://www.uco.es/servicios/publicaciones/ocs/public/conferences/6/schedConfs/4/program-es_ES.pdf, [consultado el 20/07/2018].

¹¹ MARÍN SUELVES, D., VIDAL ESTEVE M. I., PEIRATS CHACÓN, J., LÓPEZ MARÍ, M. (2018). Gamificación en la evaluación del aprendizaje: valoración del uso de Kahoot. En H.H. van Brabantplein, *Innovative strategies for higher education in Spain*, The Netherlands, Editorial Adaya Press, pp. 8-15.

- Los estudiantes que cumplimentaron los distintos cuestionarios y que cursaban las siguientes asignaturas:

Grado de Odontología: Genética, Bioquímica y Biología Molecular.

Grado de Medicina: Bioquímica Básica, Bioquímica Humana y Organografía Microscópica Humana.

Grado de Enfermería: Bioquímica.

Para poder analizar el uso de la plataforma Kahoot! en la docencia presencial de distintas asignaturas del área de Ciencias de la Salud se evaluó la señal wifi Eduroam en los espacios destinados al desarrollo de las actividades programadas. Las deficiencias observadas en la señal wifi se solventaron mediante las medidas adoptadas por los servicios informáticos de la Universidad Complutense de Madrid.

2. Elaboración de los cuestionarios.

El diseño de las encuestas se llevó a cabo por los profesores que participaron en el proyecto y mediante la utilización de la página web <https://kahoot.com>.

Tipos de test:

- Cuestionarios para identificar las deficiencias y necesidades en el aprendizaje de distintas asignaturas del área de Ciencias de la Salud. Estas encuestas fueron elaboradas por los profesores que impartían las asignaturas.
- Cuestionarios para evaluar la satisfacción de los estudiantes y profesores sobre el uso de la herramienta Kahoot! en la docencia presencial. Para ello, los profesores participantes diseñaron una encuesta inicial para saber si los estudiantes conocían o habían empleado la plataforma Kahoot!, y un cuestionario al final del curso, para conocer la opinión del estudiante sobre el uso de esta plataforma a lo largo de la asignatura.

Posteriormente, en la clase y con acceso a internet, el profesor activaba el test en la página web kahoot.com, que se proyectaba en el aula para que los estudiantes cumplimenten el cuestionario mediante un dispositivo móvil personal que conectan a la página web <https://kahoot.it>.

Una vez finalizado el tiempo de respuesta, en la pantalla se visualizaba el porcentaje obtenido para cada una de las opciones. El profesor puede decidir cuándo continuar con la siguiente pregunta, lo que permite, si es necesario, dedicar un tiempo para explicar los errores de conocimiento de los estudiantes. Al final de la actividad, los resultados obtenidos se almacenaban en un documento de Excel que incluye las respuestas y la puntuación obtenida por cada participante.

RESULTADOS

Los cuestionarios orientados a identificar las deficiencias y las necesidades en el aprendizaje en una asignatura del área de Ciencias de la Salud permitieron a los profesores modificar algunas de las actividades programadas y mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, la evaluación de la satisfacción de los estudiantes y profesores sobre el uso de la herramienta Kahoot! en la docencia presencial, se realizó a través del análisis de los resultados obtenidos en los cuestionarios inicial y final. Los resultados indican que casi tres cuartas partes de los estudiantes no conocían la plataforma Kahoot!, como se muestra en la *figura 1*, aunque un 58,05 % habían utilizado dispositivos móviles en el aula, como se ha descrito en la *tabla 1*.



Figura 1. Conocimiento previo de la herramienta Kahoot!

Asignatura	¿Ha hecho uso en clase alguna vez de clickers o dispositivos electrónicos?		¿Ha usado en alguna actividad docente dispositivos móviles?		¿Conoce o ha empleado alguna vez la plataforma Kahoot!?			
	Sí	No	Sí	No	La conozco, pero no la he usado nunca.	La conozco y sí he hecho uso de ella.	No la conozco, pero he oído hablar de ella.	No la conozco.
Genética, Bioquímica y Biología Molecular (grado de Odontología)	49,12%	50,88%	58,18%	41,82%	1,79%	12,50%	1,79%	83,93%
Bioquímica (grado de Enfermería)	56,74%	43,26%	63,48%	36,53%	12,80%	13,41%	7,93%	65,85%
Bioquímica Básica (grado de Medicina)	58,46%	41,54%	74,63%	25,37%	20,90%	14,93%	4,48%	59,70%
Bioquímica Humana (grado de Medicina)	46,22%	53,78%	41,32%	58,68%	8,26%	1,65%	4,13%	85,95%
Asignatura del área de Ciencias de la Salud	56,67%	46,53%	58,05%	41,95%	11,27%	10,05%	5,39%	73,28%

Tabla 1. Respuestas de los estudiantes al cuestionario inicial.

Por otro lado, los resultados del cuestionario de satisfacción que recogía la opinión de los estudiantes tras la utilización de la herramienta Kahoot! en la docencia presencial se muestran en las *tablas 2 y 3* y en la *figura 2*. El 93,46% de los estudiantes están de acuerdo en utilizar sus dispositivos móviles personales en la docencia presencial. Con respecto a la herramienta Kahoot!, un 45,31 % considera que es muy fácil el uso de la página web <https://kahoot.it/>.

Además, el 65,30% de los estudiantes están muy de acuerdo en emplear esta herramienta en su asignatura; gracias a la cual, su interés por la misma ha aumentado mucho (30,84%) o bastante (38,32%).

Asignatura	¿Ha participado en los cuestionarios realizados mediante el uso de la plataforma Kahoot!?		¿Considera acertado el empleo de sus propios dispositivos móviles en la docencia presencial?		¿Cómo considera que es el uso de la página web https://kahoot.it/ mediante un dispositivo móvil?			
	Sí	No	Sí	No	Muy difícil	Difícil	Fácil	Muy fácil
Genética, Bioquímica y Biología Molecular (grado de Odontología)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	17,33%	82,67%
Bioquímica (grado de Enfermería)	100%	0%	88,50%	11,50%	22,12%	10,62%	50,44%	16,81%
Bioquímica Básica (grado de Medicina)	87,10%	12,90%	90,32%	9,68%	25,81%	0%	25,81%	48,39%
Bioquímica Humana (grado de Medicina)	98%	2%	95,05%	4,95%	16,83%	0%	34,65%	48,51%
Asignatura del área de Ciencias de la Salud	98,11%	1,89%	93,46%	6,54%	15,63%	3,75%	35,31%	45,31%

Tabla 2. Respuestas de los estudiantes tras la cumplimentación del cuestionario final.

Asignatura	¿Está de acuerdo en la utilización de esta herramienta en esta asignatura?				La utilización de la plataforma Kahoot!, ¿ha contribuido a aumentar su interés por la asignatura?			
	Muy en desacuerdo.	En desacuerdo.	De acuerdo.	Muy de acuerdo.	No ha contribuido.	Ha contribuido poco.	Ha contribuido bastante.	Ha contribuido mucho.
Genética, Bioquímica y Biología Molecular (Grado de Odontología)	1,30%	0%	12,99%	85,71%	2,63%	9,21%	38,16%	50,00%
Bioquímica (Grado de Enfermería)	8,18%	3,64%	35,45%	52,73%	4,42%	30,97%	38,94%	25,66%
Bioquímica Básica (Grado de Medicina)	9,68%	0%	35,48%	54,84%	6,45%	29,03%	41,94%	22,58%
Bioquímica Humana (Grado de Medicina)	4,04%	2,02%	27,27%	66,67%	5,56%	33,33%	38,89%	22,22%
Asignatura del Área de Ciencias de la Salud	5,36%	1,89%	27,44%	65,30%	4,36%	26,48%	38,32%	30,84%

Tabla 3. Respuestas de los estudiantes tras la cumplimentación del cuestionario final

No solo los participantes estaban muy de acuerdo en el uso de la plataforma Kahoot! en su asignatura, sino que el 59,06% de los participantes estaban muy de acuerdo en usarla también en diferentes asignaturas, como se indica en la *figura 2*.



Figura 2. Porcentaje de estudiantes que estaban de acuerdo en utilizar la herramienta Kahoot! en otras asignaturas.

Por último, una vez finalizada la realización del proyecto de innovación, se recogieron las reflexiones de los profesores participantes sobre el uso de la plataforma Kahoot! en la docencia presencial de algunas asignaturas del área de Ciencias de la Salud, que confirmaron que esta herramienta permite obtener fácilmente información sobre el proceso de enseñanza aprendizaje. Además, aumenta la motivación y la satisfacción de los estudiantes en un ambiente educativo lúdico y la comunicación entre los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, entre los profesores y los estudiantes. Sin embargo, las aulas deben disponer de una señal wifi adecuada, y las preguntas del cuestionario deben ser cortas y contener respuestas precisas, ya que en la herramienta Kahoot! está limitado el número de caracteres en los enunciados de las preguntas y de las respuestas.

Por lo tanto, los resultados presentados indican que la plataforma Kahoot! es una herramienta útil y muy beneficiosa en la docencia presencial universitaria de asignaturas del área de Ciencias de la Salud, por lo que su uso debería ser promovido por la comunidad universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Estos resultados forman parte del proyecto de Innovación Docente titulado «Plataforma de aprendizaje Kahoot! para la mejora de la enseñanza en diferentes grados del área de Ciencias de la Salud» concedido en la convocatoria «Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente» del año 2016 de la Universidad Complutense de Madrid.

METODOLOGÍA, DIDÁCTICA Y DIVULGACIÓN CON ESTENMÁTICAS

Guadalupe Castellano Pérez

*Profesora de Matemáticas de Enseñanza Secundaria con destino definitivo en IES Juan de Padilla,
C/ Yeles, s/n. 45200 Illescas (Toledo)
lupecaste@gmail.com*

Palabras clave: Estenmáticas, gamificación, clase-invertida, TIC, matemáticas.

Keywords: Estenmatics, gamification, flipped classroom, ICT, mathematics.

Resumen

Estenmáticas es el acrónimo de estandarización de la enseñanza de las matemáticas y ha sido implantado satisfactoriamente en toda la Educación Secundaria Obligatoria. Diseñado como un torneo de puntos y respaldado en TICs: software y hardware matemático, documentos PDF en línea, hojas de cálculo, generador php de cartillas de puntos, vídeos explicativos para hacer clase-invertida, códigos QR, escenarios virtuales y mucha divulgación..., todo accesible gratuitamente desde estenmaticas.es.

Los alumnos estenmáticas tienen un alto grado de autonomía en su formación, pues Estenmáticas es un entorno autoorganizado de autoaprendizaje.

Abstract

Estenmatics is the Spanish acronym for "standardization of the teaching of Mathematics" and it is successfully implemented in Compulsory Secondary Education. Designed as a points tournament and supported by ICTs: mathematical software and hardware, online pdf documents, spreadsheets, php generator of point cards, explanatory videos to do flipped classroom, QR codes, virtual scenarios and... all accessible free from estenmaticas.com

Estenmatics students have a high level of autonomy in their training since estenmáticas is a self-organized environment for self-learning.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge de trece años dedicados a la enseñanza de las Matemáticas en nueve institutos de las regiones de Madrid y Castilla-La Mancha.

Con el objetivo de motivar al alumnado, cambié en su día el enfoque de mi docencia abrazando un punto de vista distinto... ¡El del adolescente! Se me ocurrió hacer unas cartillas de puntos para que los estudiantes tuvieran un control real de sus progresos y resultados, transformando la educación en un

proceso transparente y justo que responsabilizaba al alumno de su propio aprendizaje. Centrándome en la calificación, conseguí que el estudiante viera la asignatura de Matemáticas como ¡un torneo de puntos!

A continuación, expongo lo más destacado de las tres facetas de Estenmáticas (acrónimo de ESTandarización de la ENseñanza de las mateMÁTICAS –en la web estenmaticas.es–)¹: metodología, didáctica y divulgación.

DESARROLLO

METODOLOGÍA: GAMIFICACIÓN

El primer paso de la metodología estenmáticas es la interpretación del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria² vigente en España actualmente.

La piedra angular de mi torneo de puntos es el encapsulamiento de este documento oficial en **39 ejercicios** numerados que el alumno ha de aprender en cada curso. Cada uno de estos ejercicios se sustenta en una **programación** muy elaborada que cumple con los requisitos legales de objetivos, contenidos, competencias, criterios de evaluación..., pudiendo ser descargadas desde la web al ordenador en formato PDF con tamaño A3 por cualquier persona que lo estime oportuno (*figura 1*). Dependiendo de su dificultad y/o importancia, cada ejercicio tiene asociada una cantidad de puntos concreta y fija. El torneo completo de **cada curso tiene 30 puntos** (39 ejercicios valen en total 30 puntos) y, lógicamente, el curso queda aprobado consiguiendo al menos la mitad de ellos. Así, por ejemplo, un alumno que termine el torneo del curso con 15 puntos tendría una calificación de suficiente; con 18 puntos tendría un bien; con 21 puntos un notable y con 27 puntos un sobresaliente.

The image shows a complex table representing a curriculum program. It is divided into several columns: 'OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA', 'CONTENIDOS', 'CRITERIOS DE EVALUACIÓN', and 'COMPETENCIAS'. The rows correspond to different units or topics within the subject. The table is dense with text, detailing specific learning goals, the topics to be covered, the criteria used to assess student performance, and the competencies that should be developed through the course.

Figura 1. Ejemplo de programación Estenmáticas.

Para que el alumno lleve la cuenta de su puntuación, a principio de curso le entrego **una cartilla de puntos con la que «jugará» su torneo individual** (*figura 2*). A lo largo del año el niño va enfrentándose a sucesivas pruebas para demostrar que ha adquirido las destrezas de los ejercicios y, al devolvérselas co-

¹ Bibliografía: <http://estenmaticas.es/>.

² Bibliografía: <http://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>.

regidas, el adolescente consigna en su cartilla la calificación de cada uno de ellos usando bolígrafo rojo si lo ha suspendido o azul si lo ha aprobado. Este **código de colores** hace de la cartilla de puntos una guía eficiente para **reconocer sus fortalezas y debilidades**, para así potenciarlas o mejorarlas según sus necesidades. Además, el estudiante tiene la posibilidad de ser evaluado hasta en cuatro ocasiones de un mismo ejercicio, con la certeza de que Estenmáticas se quedará con la mejor de las calificaciones que consiga (en lugar de hacerle la media). Esta sencilla medida **anula la ansiedad que producen los exámenes** tradicionales, pues aquí son percibidos como ensayos y oportunidades. Por otra parte, es una ayuda inestimable para **mantener la ilusión y la esperanza de poder aprobar**, evitando que nadie tire la toalla prematuramente.

Figura 2. Ejemplo de cartilla de puntos para el torneo Estenmáticas.

Estenmáticas atiende la diversidad porque la diferencia de intereses y de capacidades del alumno lo empuja a **diseñar su propia estrategia para alcanzar su meta particular**. Un alumno con aspiraciones sobresalientes tendrá que llegar a 27 puntos; si, por el contrario, se conforma con un notable alto, solo necesitará sobrepasar los 24 puntos... , y siempre **eligiendo libremente la disposición de esos puntos** dentro del temario (estadística, probabilidad, geometría, números, álgebra y análisis), lo que en la práctica se traduce por **exámenes totalmente personalizados**.

Como la ley me obliga a informar periódicamente a los padres sobre la evolución de sus hijos, al final de cada trimestre escolar les envío unas cartillas de puntos oficiales estenmáticas. Tarea rutinaria que realizo gracias al generador automático programado en php y alojado en la página web, que se alimenta de la hoja de cálculo de calificaciones en la que yo voy anotando el historial de cada alumno.

Esta gamificación de las matemáticas funciona porque se aprovecha de la única «debilidad» del adolescente a nuestro favor, es decir, su deseo de aprobar. Nosotros (profesores) queremos que los niños aprendan, pero ellos (y frecuentemente sus padres) sobre todo están interesados en la calificación. Esta ludificación (o *jueguización*) beneficia a todas las partes, pues conquistar una nota determinada implica aprender la materia encerrada en el puñado de ejercicios que hay detrás. ¡Todos contentos!

A nadie se le escapa que la metodología Estenmáticas con su torneo así concebido carece de sentido si el alumno no tiene acceso a todo el temario de su nivel y, consecuentemente, no es evaluado de todos los ítems. Obviamente, **lo que no se imparte no se puede evaluar. Y lo que no se evalúa se devalúa. Impartir solamente un subconjunto del temario lastra a los estudiantes**, ¡a TODOS los estudiantes!, porque al alumno con pretensiones mediocres se le restan opciones de aprobar y al alumno de sobresaliente se le crea una falsa sensación de seguridad cuando en realidad no tiene una formación completa.

Echarle la culpa a la longitud del currículo es un clásico en nuestros días, pero no olvidemos que a los docentes nos pagan para que nuestros alumnos aprendan unos bloques de contenidos recogidos en una ley de obligado cumplimiento.

DIDÁCTICA: EJERCICIOS Y CLASE-INVERTIDA

Una vez fijadas las reglas, es momento de jugar. La segunda fase de mi proyecto es enseñar. Y considero que enseñar bien las matemáticas es un pilar fundamental en la formación de las personas. Los profesores de mi rama asiduamente nos quejamos de la falta de razonamiento de nuestros estudiantes. Regularmente me preguntan qué hacer para mejorarlo y mi contestación siempre es la misma: el razonamiento de los alumnos se desarrolla con la sucesión continua de actividades bien diseñadas a lo largo de la vida escolar. Algún alumno excepcionalmente será capaz de razonar por sí mismo frente a una situación nueva; algún otro no lo conseguirá jamás por mucho que lo ayudemos; la mayoría, en cambio, lograrán hacerlo si se enfrentan antes a un número significativo pero dispar de escenarios similares (buscando en sus cabezas vivencias anteriores que se le parezcan). Yo no creo en actividades mágicas porque llevo trece años observando adolescentes y sé por experiencia que los milagros no existen. Y digo más, el razonamiento es el culpable principal de la desmotivación por aprender matemáticas. La incapacidad de razonar se convierte en la excusa perfecta para dejar de esforzarse. ¡El cáncer de la educación!

Y siendo este mi planteamiento, **Estenmáticas se cimienta en la gradación de la dificultad de los contenidos** a través de un sinfín de ejercicios para practicar. Yo no uso libro de texto. Yo uso mis libros de ejercicios con todos los niveles/cursos juntos encuadrados en **tablas de líneas y colores específicos** (tabla 1).

1º de la ESO	2º de la ESO
3º ESO aplicadas	3º de la ESO académicas
4º ESO aplicadas	4º de la ESO académicas

Tabla 1. Líneas de colores por niveles.

Gracias a ellas el estudiante se posiciona perfectamente en el nivel que le corresponde, sabiendo en cada momento si lo que está trabajando es de su curso o si por el contrario pertenece al ámbito del repaso o la ampliación (tabla 2). En este sentido, el alumno es muy dueño de retroceder o avanzar de nivel si así lo cree conveniente (por necesidad o interés).

PRIMARIA $2^3 =$ calcula
1º de la ESO Ítem 15 del torneo de puntos. 0,50 puntos. <i>(0,05p presentación y rigor matemático)</i> A) Reduce el producto siguiente a una sola potencia de signo adecuado (e signo 0,10p; gestionar las potencias 0,10p): $-(-7)^4 \cdot (-7) \cdot 7^5 \cdot (-7)^3 \cdot 7^7 \cdot (-7)^0 =$

2º de la ESO

Ítem 15 del torneo de puntos. 1 punto.
(0,05p presentación; 0,10p rigor matemático)

A) Reduce el producto siguiente a producto de potencias de base prima e adecuado *(0,15p discusión del signo; 0,15p descomposiciones base prima; 0,10p correctamente propiedades de potencias; 0,10p resultado correcto):*

$$-(-25^2) \cdot (-6^3)^6 \cdot (-62)^0 \cdot (-27)^2 \cdot [(-1^3)^5]^3 \cdot 45 =$$

B) Reduce el producto siguiente a una potencia de fracción con signo adecuado *(0,15p discusión del signo; 0,10p gestionar correctamente las potencias; 0,05p resultado correcto):*

$$-\left(-\frac{5}{-2}\right) \cdot \left[\left(-\frac{5}{2}\right)^3\right]^5 \cdot \left(\frac{-5}{2}\right)^7 \cdot \left[-\left(-\frac{5}{2}\right)^4\right]^5 \cdot \left[-\left(-\frac{5}{2}\right)^2\right]^3 \cdot \left[\left(-\frac{-5}{2}\right)^3\right]^2$$

3º de la ESO académicas

Ítem 15 del torneo de puntos. 0,50 puntos.
 Reduce a producto de potencias de base prima y da la solución de dos formas: a) en una línea; b) con exponentes positivos *(0,10p discusión del signo; 0,05p descomponer base prima; 0,15p usar las propiedades de potencias; 0,10p reducir; 0,10p solución de dos formas: línea y exponentes positivos; 0,05p presentación y rigor matemático)*

4º de la ESO académicas

Ítem 15 del torneo de puntos. 0,55 puntos.
 Reduce a producto de potencias de base prima y da la solución de dos formas: a) en una línea; b) con exponentes positivos *(0,10p discusión del signo; 0,05p descomponer base prima; 0,15p usar las propiedades de potencias; 0,10p reducir; 0,10p solución de dos formas: línea y exponentes positivos; 0,05p presentación y rigor matemático)*

$$\frac{-75^{-2/5} \cdot (-15^2)^{-5/3}}{(-25)^{-2/3} \cdot 10^{-1/2} \cdot (-40^2)^{-1/3}} =$$

Tabla 2. Gradación de dificultad. Ejemplo con potencias.

En otro orden de cosas, Estenmáticas saca el máximo rendimiento a las herramientas tecnológicas de corte matemático. Una calculadora de prestaciones adecuadas, la hoja de cálculo y el manejo de software GeoGebra o Wiris son indispensables para independizar al alumnado en su formación. Los estudiantes Estenmáticas consiguen desarrollar un alto grado de autoaprendizaje que les permite hacer bueno el lema de «hasta donde tú quieras llegar».

Y todo lo anterior sazonado con explicaciones maduras de cada una de las partes de la materia, de cada ejercicio, de cada variante, de cada modalidad, de cada aplicación. Explicaciones en formato vídeo a los que se acude desde cuatro vías distintas: listas de reproducción en mi canal de YouTube; enlaces directos en la sección de vídeos de la página web; códigos QR incrustados en los libros de ejercicios para ser leídos con dispositivos móviles (figura 3); paisajes de aprendizaje para atender mejor las necesidades de los alumnos con capacidades especiales (altas y bajas), pues fácilmente pueden recorrer con clics cada bloque del temario desde lo más básico a lo más avanzado (figura 4).



Figura 3. Ejemplo de códigos QR para dispositivos móviles.

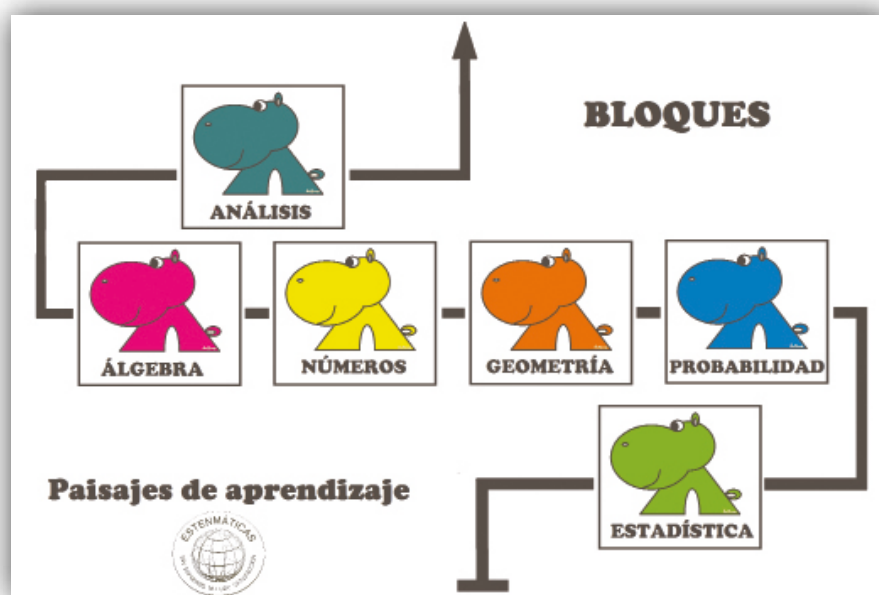


Figura 4. Paisajes de aprendizaje.

Cuando en 2013 grabé en mi salón el primer vídeo no era consciente del enorme valor añadido que le aportaba a la metodología por medio de la didáctica. Un alumno que está malo, un alumno que no se concentra en clase, un alumno que se ha distraído puntualmente, un alumno que te pide que le cuentes las cosas media docena de veces, un alumno que nunca pregunta aunque sea un mar de dudas... Estos alumnos están sentados hoy en mi aula y a diario confían en poder hacer clase-invertida en sus casas, viendo la misma explicación las veces que lo requieran. Alumnos que se esfuerzan voluntariamente para superar sus limitaciones. Alumnos que alcanzan metas siguiendo sus ritmos personales de aprendizaje. Alumnos que se autoorganizan guiados por su torneo de puntos.

En resumen, las colecciones tabuladas de ejercicios, la utilización de herramientas matemáticas y el respaldo de las clases grabadas hacen de la didáctica la garantía de que **las programaciones estenmáticas se cumplen de principio a fin**. ¡El secreto para estirar el tiempo en el aula!

DIVULGACIÓN: MOTIVACIÓN

La tercera pata de esta aventura es la curiosidad. ¡Qué fácil es enseñar a alguien que necesita aprender! ¡Y qué difícil es crear esa necesidad!

Soy de los que piensan que, antes de intentar enseñar algo a un auditorio, hay que entretenerlo. No es lo mismo poner directamente en la pizarra la fórmula de la ecuación de segundo grado que decirle pre-

viamente al adolescente que le vas a explicar cómo saber si es «culi-bajo o culi-alto». No es lo mismo dibujar simplemente en la pizarra el arco capaz de un ángulo, que decirle previamente al adolescente que le vas a contar cuál es el mejor sitio para sentarse en el cine. En otras palabras..., resulta de cierta utilidad pertrecharse de una ristra de ganchos que despierten la curiosidad por aprender. Ganchos que son **aplicaciones de las matemáticas a nuestro alrededor**, es decir, la cara más amable de la materia: la divulgación. Y estenmáticas lo hace relacionando los conceptos y los cálculos con el mundo real. Por un lado, los enunciados de los problemas pretenden ser elocuentes aproximaciones de la vida cotidiana. Por otro lado, las preguntas televisivas del programa *La aventura del saber* de La2 de RTVE³ están seleccionadas para apoyar cada parte del currículo de las Matemáticas de Secundaria, ilustrando por doquier los libros de ejercicios (figura 5). Según su interés, los estudiantes pueden o no acercarse a estas píldoras que les dan la oportunidad de indagar más allá de las clases convencionales y que, eventualmente, les abren otras líneas de investigación.



Figura 5. Píldoras de divulgación matemática.

En cualquier caso, dar clase de la asignatura más odiada sobre la faz de la Tierra, y conservar la motivación docente mientras hordas de niños te manifiestan su rechazo constantemente, tiene su mérito. No me cabe la menor duda de que cada profesor de Matemáticas tiene su propia receta para no sucumbir a la desazón y permanecer incansable al desaliento. Mi receta es el humor. Soy una profesora estricta y exigente pero, gracias al humor, en mis clases se respira un ambiente distendido y un clima de complicidad que me permite romper la barrera del rechazo inicial y captar la atención de mis alumnos. Quizás el *feedback* que recibo fue el detonante que me impulsó a escribir monólogos científicos para favorecer el aprendizaje significativo.

Y si con lo anterior no he conseguido despertar aún vocaciones científicas, con el pretexto de atraer las miradas a un escenario virtual montado con un *chroma* en cualquier sitio, mis alumnos se sientan frente al ordenador para ver la trayectoria vital de ingenieros, físicos, biólogos... que fueron adolescentes antes que ellos.

CONCLUSIÓN

Estenmáticas es un entorno educativo autoorganizado. En línea, libre y gratuito. Un método preparado para el autoaprendizaje con clase-invertida. Ni siquiera hay que ser adolescente o estar matriculado en un centro para aprender matemáticas con estenmáticas. Si quieres, puedes. Y si ahora no quieres, pero luego cambias de opinión, también puedes. Porque lo importante es que la metodología estenmáticas está a tu disposición en la red 24x7 y tú ya sabes dónde encontrarla.

AGRADECIMIENTOS

Vaya mi reconocimiento a la comunidad educativa del IESO Manuel de Guzmán de Navahermosa (Toledo) por la confianza depositada en mí. Porque allí Estenmáticas vio la luz y allí demostró ser una realidad plausible. Mis alumnos de aquellos cuatro años permanecerán en mi recuerdo y en mi corazón para el resto de mi vida.

³ Bibliografía: <http://www.rtve.es/television/la-aventura-del-saber/>.

AULA VIRTUAL DE ENTOMOLOGÍA

Ana García Moreno, Concepción Ornos Gallego, Joan Roca Juncosa, José Ramón Castello Fortet, Benito Muñoz Araujo, Pablo Refoyo Roman, Sergio Pérez González, Ana Tello Fierro, Daniel Romero López

*Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais, 12. 28040 Madrid
agmoreno@ucm.es, ea3cwk@gmail.com, info@doctorcastello.com*

Palabras clave: artrópodos, insectos, recurso educativo, modelos arquitectónicos, banco de imágenes.

Keywords: arthropods, insects, educational resource, architectural models, image bank.

Resumen

El Aula Virtual de Entomología (<https://www.ucm.es/aulaucme/>) es un recurso docente, generado a partir de la Colección de Entomología UCME, que surge como iniciativa del Grupo de Investigación Biología y Biodiversidad de Artrópodos (UCM 921632). En él pueden encontrarse la descripción de los modelos arquitectónicos básicos y la diagnosis de los taxones principales de los artrópodos insectos y un banco de imágenes obtenido mediante la digitalización de ejemplares pertenecientes a la colección. Es un recurso que puede emplearse tanto con fines docentes como de investigación.

Abstract

The Virtual Entomology Classroom (<https://www.ucm.es/aulaucme/>) is a teaching resource, generated from the UCME Entomology Collection, which emerged as an initiative of the Arthropods Biology and Biodiversity Research Group (UCM 921632). It offers the description of the basic architectural models and the diagnosis of the main taxa of the Insect Arthropods and a Bank of images obtained by digitizing specimens belonging to the collection. It is a resource that can be used for both teaching and research purposes.

La innovación educativa es una de las prioridades en la mejora de la actividad docente. La Universidad Complutense de Madrid financia y desarrolla proyectos con este objetivo desde hace más de una década. Parte de los resultados obtenidos por el equipo firmante de esta propuesta han sido presentados en

todos los congresos de docentes de Ciencias de la Naturaleza, desde su primera edición en el año 2010, y sus resultados se han publicado en los libros de actas correspondientes.

El recurso que describimos aquí, surgido como iniciativa del Grupo de Investigación Biología y Biodiversidad de Artrópodos (UCM 921632) (<http://bba.bioucm.es/>), ha sido realizado en el marco de los proyectos «Innova-Docencia», proyecto 91, de la Universidad Complutense de Madrid, en la convocatoria de 2016-2017, como iniciativa del Grupo de Investigación Biología y Biodiversidad de Artrópodos. Además de los firmantes de esta comunicación, también han intervenido en su desarrollo Raimundo Oute-relo Domínguez, Eduardo Ruíz Piña, José María Hernández de Miguel, María Ángeles Vázquez Martínez, Elena Moreno González de Eiris, Antonio Gabriel Arillo Aranda, Fernando Acevedo Ramos, Domingo Marquina Díaz y Javier Camilo Barriga Bernal.

En la Universidad Complutense existen una gran cantidad y variedad de colecciones, en muchos casos desconocidas, con un gran valor didáctico, que podrían mostrarse a la comunidad universitaria y al público en general a través de la página web de la institución a modo de museos o aulas virtuales. En el departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución de la Facultad de Ciencias Biológicas de nuestra universidad existe una importante colección de Entomología UCME (<https://biologicas.ucm.es/ucme>) formada por más de cuatro millones de ejemplares, que representa un elemento fundamental en el conocimiento taxonómico de este importante y numeroso grupo animal. Además de las colecciones científicas, el departamento cuenta con un material adicional destinado a las prácticas de las materias relacionadas con la Entomología. Por otra parte, la mayoría de los componentes de esta propuesta han reunido una importante cantidad de imágenes de artrópodos, tomadas en el ambiente natural, como resultado de sus proyectos de investigación, publicaciones, o simplemente por afición a la fotografía.

Con todo ello era posible afrontar la creación de un recurso educativo que vinculara la investigación, la docencia universitaria, los estudios de Secundaria y la divulgación. El objetivo es que se basara fundamentalmente en imágenes, ya que suponen una forma sencilla y atractiva de asimilar y entender conocimiento, que puede llegar a los especialistas en el tema y a estudiantes, pero también al público en general. Puesto que es generado por especialistas, docentes e investigadores, y profesionales de la fotografía, supone un recurso importante para aquellas personas que quieran iniciarse en el mundo de la Entomología. No hay que olvidar que los artrópodos es el grupo animal más numeroso y abundante en la Naturaleza; considerando solo las especies descritas de manera formal para la ciencia, representa más del 50% del total de las especies animales. Además, tiene una gran importancia ecológica y son prioritarios en temas económicos y de la salud para el ser humano.

El Aula Virtual de Entomología (AulaUCME) (<https://www.ucm.es/aulaucme>) (*figura 1*) ha sido creada en el gestor de la página web de la Universidad Complutense, y es de acceso libre y gratuito. En ella se puede encontrar información sobre la iniciativa y el equipo. Sus contenidos pueden ser empleados por cualquier usuario para producir sus propios materiales educativos, ya que se permite su empleo a través de una licencia de Creative Commons, que otorga el derecho de hacer obras derivadas para fines no comerciales, bajo una licencia idéntica a la que regula la obra original; siempre y cuando se especifiquen la fuente y los autores del material.



Figura 1. Acceso al Aula Virtual de Entomología.

El modelo arquitectónico de los artrópodos insectos se describe en el primer apartado del aula, mediante textos e iconografía. El lenguaje empleado es sencillo, de tal modo que pueda ser comprendido por cualquier usuario, independientemente de su formación. La iconografía incluye tanto esquemas (figura 2) como imágenes rotuladas (figura 3).

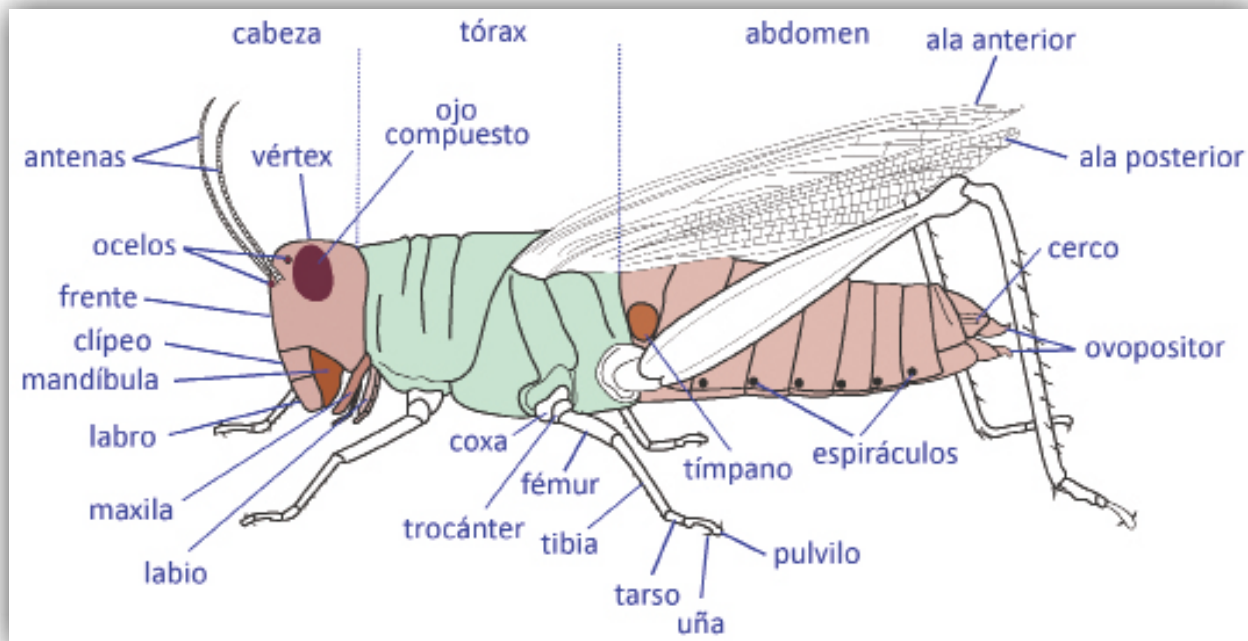


Figura 2. Esquema de la anatomía externa de un saltamontes.

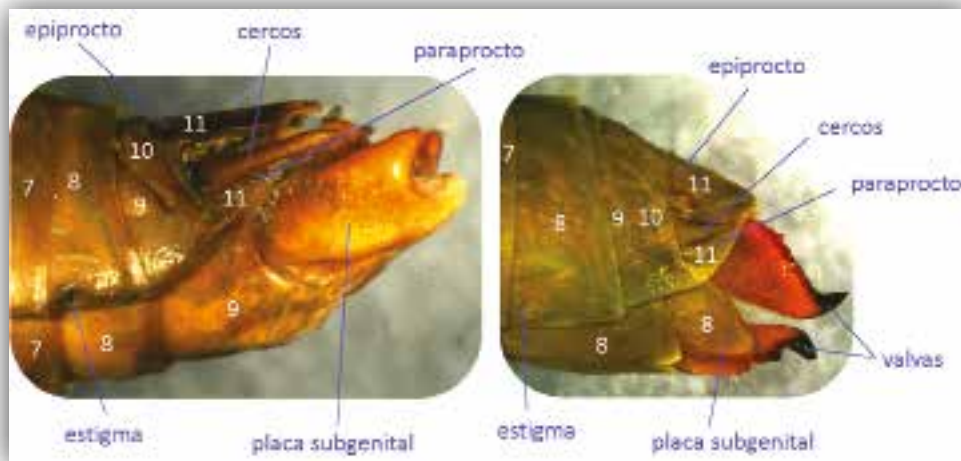


Figura 3. Fotografías del extremo posterior del abdomen de un saltamontes macho (izquierda) y hembra (derecha).

Obviamente, la mayor parte de las fotografías proceden de ejemplares de la colección base de esta iniciativa. Se han tomado fotografías de todos los órdenes de insectos, presentes en la UCME. Todas ellas han sido procesadas con tres objetivos primordiales: que su calidad fuera la mayor posible, que mostraran los caracteres importantes desde el punto de vista científico y que tuvieran carácter didáctico. Se tomaron desde una perspectiva docente, no puramente estética, intentando reflejar claramente los caracteres necesarios para el aprendizaje de la Entomología (figura 4). Se obtenían tomas del mismo ejemplar desde varios ángulos para captar de manera completa la anatomía de los ejemplares (figura 5).



Figura 4. Fotografía lateral de un díptero mostrando el halterio.

Además, se han rotulado para facilitar el reconocimiento y la interpretación de las estructuras, en relación con los textos incluidos en el recurso (figura 6). Por lo tanto, podemos considerar que se ha potenciado el valor didáctico de la colección. Dado que aparecerá su referencia en varios de los recursos generados, el patrimonio cultural de la Universidad Complutense va a ser más conocido.



Figura 5. Díptero fotografiado desde varios ángulos.

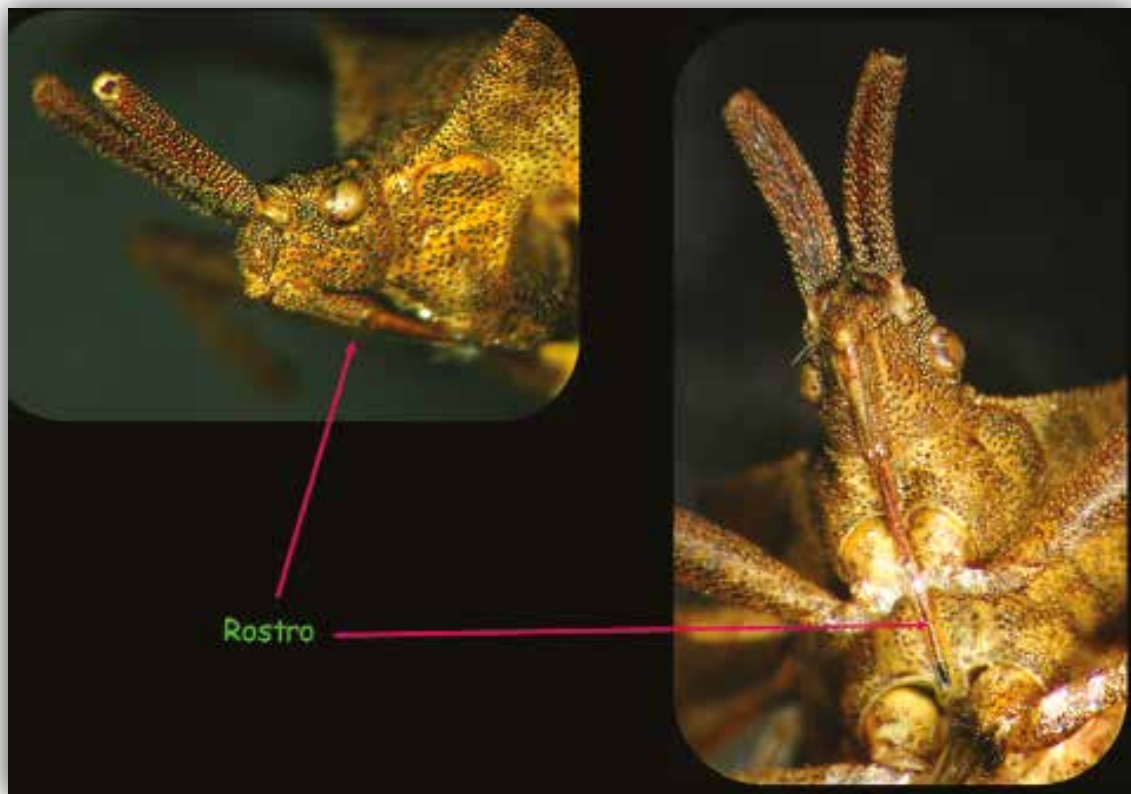


Figura 6. Detalle de la cabeza de un heteróptero, mostrando el aparato picador.

Algunas de las fotografías incorporadas en el Aula Virtual proceden de ejemplares fotografiados vivos en la naturaleza (figura 7).



Figura 7. Pulgones.

Las fotografías se depositaron en Bioimágenes (<http://bioimagen.bioucm.es/>), banco de imágenes de la facultad de Biología, que pone a disposición de cualquier profesional relacionado con la docencia toda una serie de recursos gráficos sobre Biología. Desde allí se han enlazado las imágenes al Aula Virtual. Además, se depositaron en Biotiff, un banco de imágenes en alta resolución. De esta manera se amplía el acceso a los materiales generados.

Dentro del Aula Virtual se ha incluido también la diagnosis de los taxones de artrópodos insectos. La taxonomía de estos animales es compleja dado el tamaño y la diversidad del grupo; por ello se describen las características más básicas de los órdenes y se incluyen imágenes representativas para facilitar el reconocimiento a nivel taxonómico de orden.

También se proporciona un glosario de términos entomológicos en el que cada definición se vincula con la imagen fotográfica correspondiente, para facilitar al usuario la comprensión de los textos, ya que obligatoriamente el Aula Virtual incluye mucha terminología científica.

Se han diseñado una serie de preguntas, ejecutables desde el mismo Aula Virtual, con la idea de que sirvan como pruebas evaluadoras (*figura 8*). Estas preguntas pueden ser empleadas por los docentes para realizar las evaluaciones de sus estudiantes y también por el alumnado o cualquier usuario para valorar su nivel de aprendizaje.

Finalmente, se ha incluido una biblioteca electrónica con las referencias y los enlaces a los textos básicos y a las páginas web de referencia en la materia, así como enlaces a todos los recursos docentes y de investigación generados por el grupo de trabajo.

Los materiales generados van a proporcionar, a los potenciales estudiantes y aficionados, una alternativa dinámica de estudio en la que la adquisición de conocimientos no se limite a la docencia impartida por un profesor en las aulas y potenciar la adquisición del conocimiento a través del tiempo de trabajo personal.

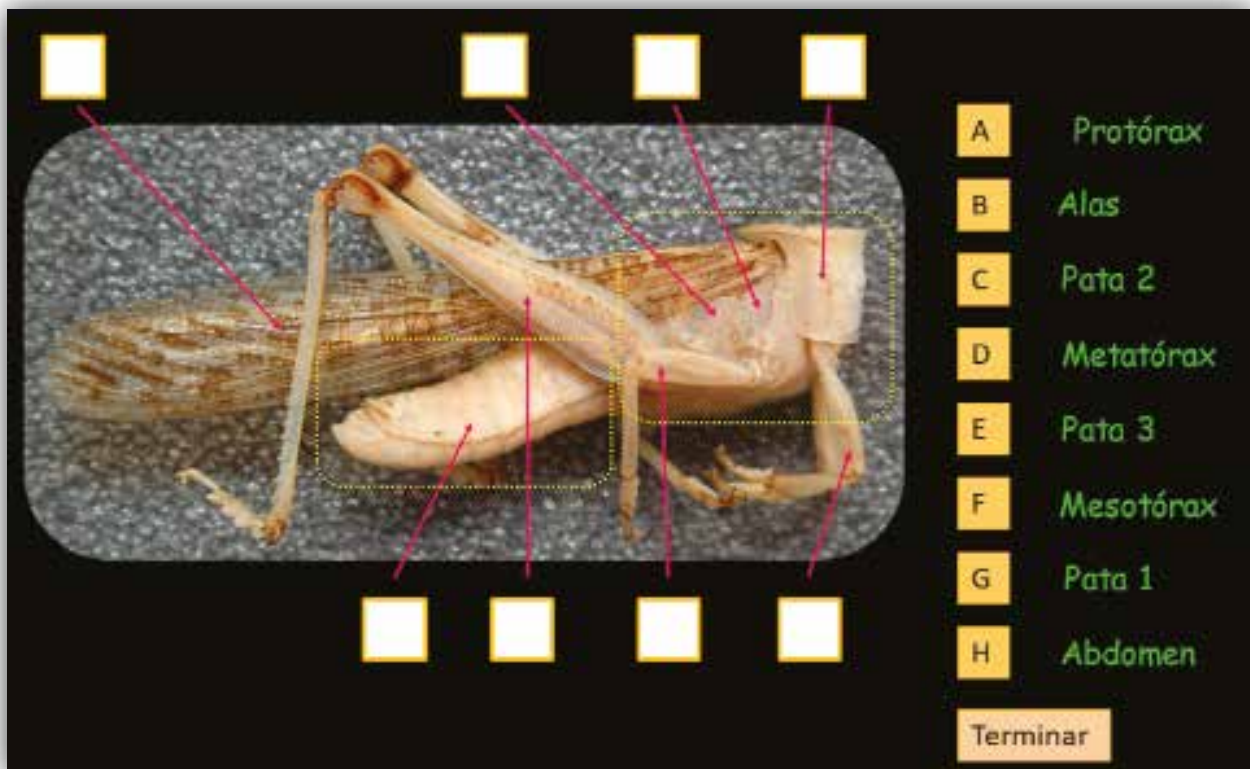


Figura 8. Modelo de pregunta evaluadora.

MALACOLOGÍA: RECURSO EDUCATIVO EN ABIERTO

Ana García Moreno, Benito Muñoz Araujo, Joan Roca Juncosa, José Ramón Castello Fortet, Pablo Refoyo Román, Sergio Pérez González

*Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais, 12. 28040 Madrid
agmoreno@ucm.es, ea3cwk@gmail.com, info@doctorcastello.com*

Palabras clave: moluscos, colección Beltrán de Malacología, recurso educativo, modelos arquitectónicos, banco de imágenes.

Keywords: mollusks, Malacology Beltrán' collection, educational resource, architectural models, image bank.

Resumen

La colección Beltrán de Malacología (CBMUCM), del departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución de la Universidad Complutense de Madrid, abarca alrededor de 1 500 especies de moluscos, terrestres y marinos. A partir de ella se ha generado un Aula Virtual sobre Malacología (<https://www.ucm.es/malacologia/>). Se ha depositado en la página web de la Universidad Complutense. Es de acceso libre y gratuito y sirve como recurso educativo para investigación, docencia en cualquier nivel de enseñanza y divulgación. Consta de una base de datos de la colección y una extensa iconografía, basada en esquemas e imágenes, de los ejemplares que la componen.

Abstract

Beltrán' collection of Malacology (CBMUCM), from the Department of Biodiversity, Ecology and Evolution of the Complutense University of Madrid, covers around 1,500 species of mollusks, terrestrial and marine. From there, a Virtual Classroom on Malacology has been generated (<https://www.ucm.es/malacologia/>). It has been deposited on the website of the Complutense University. It is freely accessible and serves as an educational resource for research, teaching at any level of teaching and divulgation. It consists of a database of the collection and an extensive iconography, based on diagrams and images, of the specimens that compose it.

La colección Beltrán de Malacología (CBMUCM) (*figura 1*), depositada en el departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución de la Universidad Complutense de Madrid, fue recopilada entre 1920 y 1970

por D. Vicente Beltrán. Consta de alrededor de 1 500 especies encuadradas en unos 2 500 lotes, pertenecientes tanto a gasterópodos, bivalvos, poliplacóforos y cefalópodos, repartidos en terrestres y marinos, que fueron aportados y/o determinados por grandes malacólogos del siglo XX. El destino de esta colección es ser depositada en el Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados (MACV) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UCM para poder conservarse adecuadamente y ser exhibida al público.



Figura 1. Colección Beltrán de Malacología (CBMUCM).

Las colecciones científicas tienen una gran importancia desde el punto de vista científico, pero también se pueden aprovechar como un valioso recurso didáctico. Obviamente, la colección Beltrán tiene un potencial docente importante y, de la misma manera que con el resto de las colecciones del departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución de la UCM, su aplicación para la enseñanza, en este caso de la Zoología, no podía desaprovecharse.

A partir de ella se ha generado un Aula Virtual sobre Malacología (<https://www.ucm.es/malacologia>), volcada en el gestor de la página web de la Universidad Complutense, de acceso libre y gratuito, que sirve como recurso educativo para investigación docente en cualquier nivel de enseñanza y de carácter divulgativo. El objetivo es que este recurso contribuya a la mejora de la calidad docente, vinculada a procesos de innovación, de la materia de Zoología, en general, y más específicamente en Malacología, ya que puede aplicarse en cualquiera de las materias relacionadas con su estudio en cualquier institución educativa que se interese y acceda a él. La sencillez de los textos y la extensa iconografía, basada en esquemas y fotografías, también la hacen adecuada para la difusión del conocimiento para todos los usuarios, independientemente de su nivel formativo.

Este recurso ha sido realizado en el marco de los proyectos «Innova-Docencia», proyecto 175, de la Universidad Complutense de Madrid, en la convocatoria de 2017-2018. Además de los firmantes de esta comunicación, también han intervenido en su desarrollo José María Hernández de Miguel, Rosario V. González Cánovas, Eduardo Ruiz Piña, Raimundo Outerelo Domínguez y Elena Moreno González de Eiris.

La adecuación de la colección para los fines previstos se inició con la limpieza y la informatización de los datos recopilados en las etiquetas de los ejemplares, así como en la posterior creación de una base de datos (figura 2). Las identificaciones de los ejemplares se han actualizado para adecuarlas a la taxonomía actual.

CLASE	SUPERFAMILIA	FAMILIA	GÉNERO	IDENTIFICACIÓN ORIGINAL		AUTOR/AÑO
				ESPECIE	SU	
GASTROPODA	HALIOTOIDEA	HALIOTIDAE	<i>Haliotis</i>	<i>Haliotis lamellosa</i>	Linnaeus, 1758	E. C. Hidalgo
	PATELLOIDEA	PATELLIDAE	<i>Pateella</i>	<i>Pateella asperata</i>	Linnaeus, 1819	J. Rutland
	FISSURELLOIDEA	FISSURELLIDAE	<i>Megathura</i>	<i>Megathura crenulata</i>	(Sowerby I, 1825)	Jonh Q. Buch
	TROCHOIDEA	TEGULIDAE	<i>Tegula</i>	<i>Tegula funebralis</i>	(A. Adams, 1855)	Jonh Q. Buch
	LOTIIOIDEA	ACMAEIDAE	<i>Acmaea</i>	<i>Acmaea zaccarina</i>	(Linnaeus, 1758)	
	STROMBOIDEA	APTIORRIDAE	<i>Aporrhais</i>	<i>Aporrhais pespelecani</i>	(Linnaeus, 1758)	
	STROMBOIDEA	ROSTELLARIDAE	<i>Troba</i>	<i>Troba fusus</i>	(Linnaeus, 1758)	
	CONOIDEA	TEREBRIDAE	<i>Terebra</i>	<i>Terebra crenulata</i>	(Linnaeus, 1758)	
	CONOIDEA	TEREBRIDAE	<i>Terebra</i>	<i>Terebra dimidiata</i>	(Linnaeus, 1758)	
	TONNOIDEA	CASSIDAE	<i>Cassia</i>	<i>Cassia anolis</i>	(Linnaeus, 1758)	
	TONNOIDEA	CASSIDAE	<i>Cassia</i>	<i>Cassia torquata</i>		
			<i>Calliostoma</i>	<i>Calliostoma</i>		J. Rutland
	TROCHOIDEA	TROCHIDAE	<i>Trochus</i>	<i>Trochus maculatus</i>	L.	
	TROCHOIDEA	TROCHIDAE	<i>Trochus</i>	<i>Trochus incarnatus</i>	Philippi, 1846	
	TROCHOIDEA	TROCHIDAE	<i>Gibbula</i>	<i>Gibbula magus</i>	(Linnaeus, 1758)	

Figura 2. Ejemplo de la base de datos de la colección.

La base de este recurso es el conjunto de imágenes de los ejemplares representativos de cada una de las especies de la colección (figura 3). Como punto de partida, las imágenes se han depositado en Bioimágenes (<http://bioimagen.bioucm.es/>), banco de imágenes de Biología de nuestra facultad, para favorecer su acceso al mayor número de usuarios posible. Para resaltar la importancia de la colección y la relevancia del proyecto, se depositaron en una galería específica, generada con ese fin.

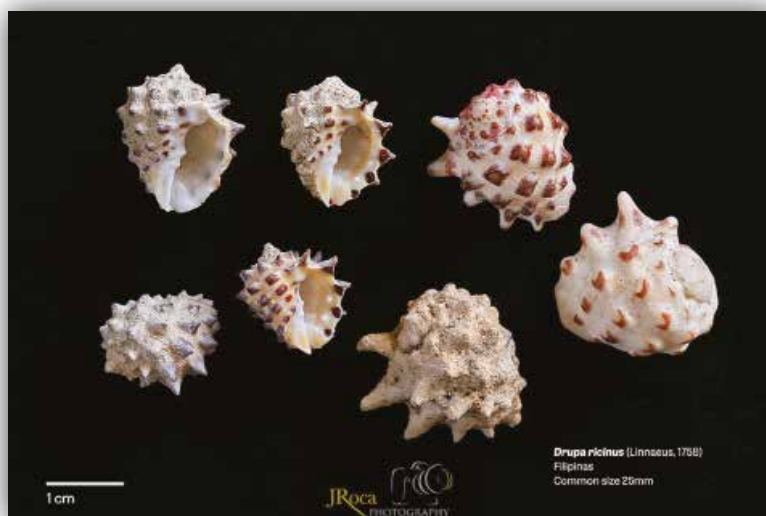


Figura 3. Ejemplares de gasterópodos.

Las fotografías se tomaron con una perspectiva docente, no puramente estética, intentando reflejar claramente los caracteres necesarios para el aprendizaje de la Malacología. Además, se han tomado fotos de cada especie desde diferentes ángulos para poder mostrar todas las características necesarias para su identificación (figura 4).



Figura 4. Ejemplar de la colección fotografiado desde diferentes ángulos.

También se han procesado, con el fin de ofrecer la interpretación visual de las estructuras mostradas y transformarlas en imágenes con contenido didáctico, relacionadas con las explicaciones teóricas del recurso (figura 5).

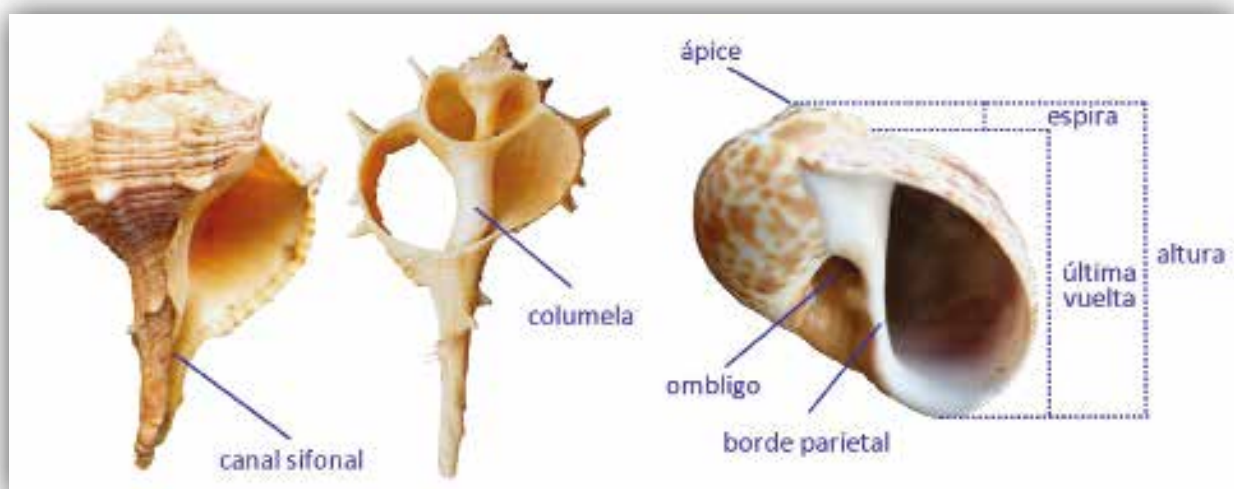


Figura 5. Estructura de la concha de los gasterópodos, mostrada a partir de imágenes.

El Museo Virtual contiene una serie de textos teóricos sobre los grupos principales de moluscos y la descripción de sus modelos arquitectónicos, con sus características principales y sus rasgos identificativos. Las explicaciones teóricas se han complementado con esquemas que muestran los caracteres importantes desde el punto de vista científico y de reconocimiento de los grupos (figura 6).

Por otro lado, se ha incluido el listado de los ejemplares que componen la colección, con los datos de recolecta incluidos en las etiquetas de los ejemplares. Los datos relacionados son: ubicación en la colección, número de la colección, identificación original, clase, superfamilia, familia, género, subgénero, especie, subespecie, autor, año, identificación actualizada, tipos, número de ejemplares, fecha de recolección, observaciones, datos geográficos, provincia/estado, municipio, localidad, lugar y coordenadas geográficas. Los datos taxonómicos se han actualizado para que la información sea lo más veraz posible y puedan ser empleados para trabajos de investigación.

Cada una de las especies listadas está acompañada por las imágenes de los ejemplares mejor conservados y con las características anatómicas mejor representadas.

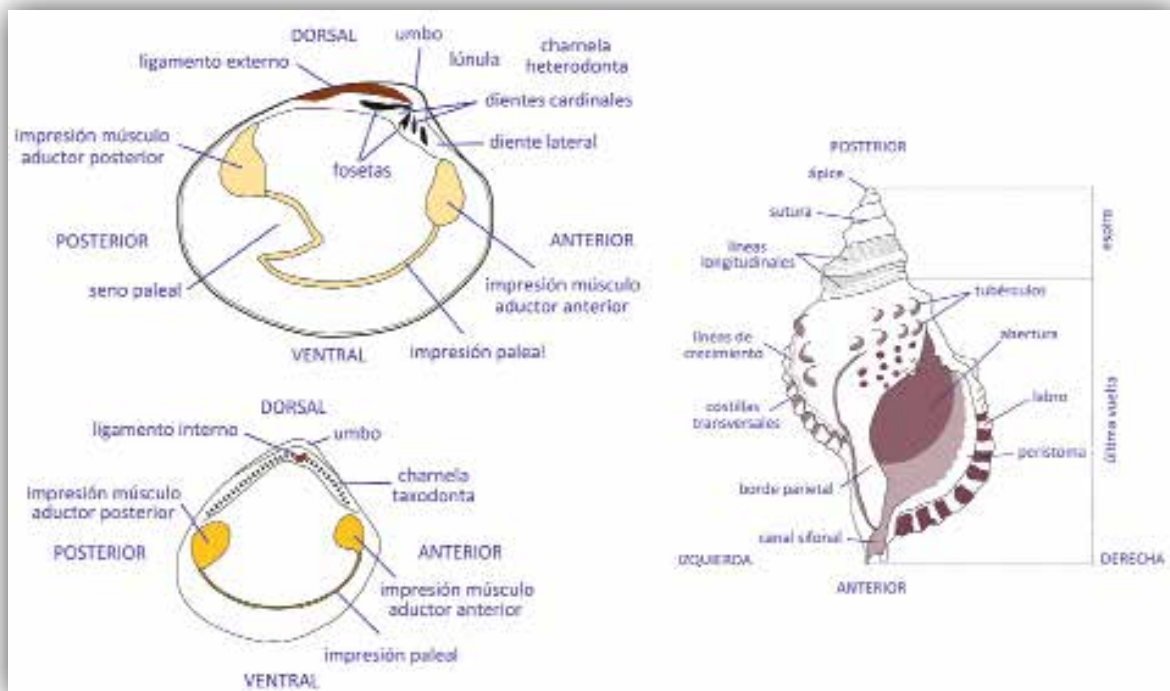


Figura 6. Esquemas representativos de la estructura de las conchas de algunos moluscos.

Finalmente, se ha incluido una página con las referencias y los enlaces a los textos básicos y a las páginas web de referencia en la materia, así como enlaces a todos los recursos docentes y de investigación generados por el grupo de trabajo.

Los materiales generados van a proporcionar a los usuarios una alternativa dinámica de estudio en la que la adquisición de conocimientos no se limite a la docencia impartida por un profesor en las aulas y potencie la adquisición del conocimiento a través del tiempo de trabajo personal.

Este recurso docente puede ser empleado por cualquier usuario para producir sus propios materiales educativos, ya que se permite su empleo a través de una licencia de Creative Commons, que otorga el derecho de hacer obras derivadas para fines no comerciales, bajo una licencia idéntica a la que regula la obra original.

DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LAS AUTOEVALUACIONES EN LA PLATAFORMA MOODLE COMO HERRAMIENTA EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

Juan Francisco González, Ángel Cores, José Carlos Menéndez, Mercedes Villacampa, María Teresa Ramos

*Unidad de Química Orgánica y Farmacéutica, Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas
Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid
Plaza Ramón y Cajal, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid
jfgonzal@ucm.es*

Palabras clave: autoevaluación, Moodle, cuestionarios, Química Orgánica.

Keywords: self-assessment, Moodle, quizzes, Organic Chemistry.

Resumen

En este trabajo se describe una experiencia de innovación docente que diseña y aplica las autoevaluaciones en la plataforma Moodle. La serie de cuestionarios creados en Moodle demostró ser una herramienta útil en el proceso de aprendizaje fuera del aula y para la evaluación formativa de los alumnos en la asignatura de Química Orgánica I en el grado en Farmacia. Los objetivos de este proyecto incluyen la valoración de la comprensión de los contenidos, la resolución de las dificultades que aparecen en el proceso de aprendizaje y la mejora del rendimiento académico de los alumnos. El análisis de los coeficientes psicométricos demostró ser una poderosa herramienta para evaluar la eficacia y el apropiado nivel de las cuestiones.

Abstract

This article describes a teaching innovation experience that involved the design and implementation of self-assessment tools supported by the Moodle platform. Moodle question pools proved to be useful for the non-presential learning process and formative assessing for the Organic Chemistry course students at the School of Pharmacy. The aims of this project are to evaluate the understanding of the contents, to solve difficulties in the learning process and to improve the academic performance of students. The analysis of the psychometric coefficients has proved to be a powerful tool to measure efficacy and suitability of the academic level of the questions.

INTRODUCCIÓN

La mejora del rendimiento de la actividad docente, la eficacia y la autogestión de su aprendizaje por parte del alumno están estrechamente ligadas al tiempo que este dedica al aprendizaje fuera del aula. Así, el empleo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza superior ha sido crucial en la mejora de la calidad docente, y ha conducido a un incremento en la interacción entre profesor y alumno, como principales agentes que intervienen en el proceso enseñanza-aprendizaje¹. El desarrollo de las TIC ha contribuido a la aparición de nuevas herramientas docentes que facilitan notablemente la comunicación entre alumno y profesor, haciendo conveniente un replanteamiento de las metodologías docentes, en las que la participación del alumnado se contemple como esencial durante todo el proceso².

Desde un enfoque pedagógico tradicional, la evaluación era considerada como una actividad lineal, en la que el alumno plasma los conocimientos adquiridos y la aplicación de estos en una prueba de evaluación que es calificada por el profesor. Sin embargo, desde el cambio de enfoque metodológico promovido por la declaración de Bolonia de 1999 y la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), la evaluación se considera como un proceso dinámico que puede enriquecer el proceso de aprendizaje tanto desde el punto de vista del alumno como del profesor. Esto ha llevado al desarrollo y la aplicación de nuevos conceptos de evaluación, como son la evaluación continua, la evaluación formativa y la autoevaluación³. En este contexto, la autoevaluación puede ser utilizada no solo como una medida cuantitativa de lo aprendido, sino como herramienta para el aprendizaje⁴. Así, la correcta aplicación de los mecanismos de retroalimentación y el *feedback* que recibe el alumno desempeñan un papel fundamental. Por otro lado, el análisis estadístico de los datos obtenidos a partir de las respuestas de los estudiantes constituye una valiosa información, la cual puede ser empleada para la mejora de la eficacia docente⁵.

En los últimos tiempos el aumento del número de estudiantes, la disminución del número de profesores y de los recursos, unido al aumento del empleo de las nuevas tecnologías, ha conducido al desarrollo e implementación de plataformas de enseñanza que ofrecen recursos en línea, las cuales se han convertido en un complemento fundamental en la enseñanza superior presencial⁶. De esta forma, el sistema de gestión del aprendizaje del entorno Moodle ha sido adoptado por un gran número de universidades como herramienta para el profesor a la hora de crear entornos virtuales de enseñanza. En este contexto, el empleo del aula virtual para la creación, la realización de evaluaciones y el análisis de los datos obtenidos ocupan un papel principal en el empleo de los entornos virtuales⁷.

¹ VÁSQUEZ ASTUDILLO, M. (2017). Aplicación de modelo pedagógico Blended Learning en educación superior: *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 35.

² GALLEGO-ARRUFAT, M. J., CHAVES-BARBOZA, E. (2014). Tendencias en estudios sobre entornos personales de aprendizaje (Personal Learning Environments-PLE-). *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 49.

³ GARCÍA BELTRÁN, A. (2006). La autoevaluación como actividad docente en entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza. *RED. Revista de Educación a Distancia* (M6, número especial dedicado a la evaluación en entornos virtuales de aprendizaje).

⁴ a) BARBERÁ, E., (2006). Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. *RED. Revista de Educación a Distancia* (monográfico VI). b) BROWN, S., GLASNER, A. (2003). Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques.

⁵ BLANCO, M., GINOVART, M. (2012). On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses. *RUSC, Universities and Knowledge Society Journal*, 9, pp. 354-370.

⁶ ESCALONA FERNÁNDEZ, J., GÓMEZ MARTÍN, P., ESCALONA FERNÁNDEZ, I. (2017). Las TIC en la educación española a través de las publicaciones periódicas: un análisis bibliométrico. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 51, pp. 21-36.

⁷ BIANCO, M., GINOVART, M. (2012). Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)* 9, pp. 166-183.

En este proyecto nos hemos centrado en el módulo de actividades «Cuestionarios» de Moodle⁸, el cual permite crear cuestionarios con diferentes formatos de pregunta, tales como: respuesta múltiple, verdadero/falso, coincidencia, respuesta corta y respuesta numérica. Las actividades del cuestionario Moodle constituyen una potente herramienta para el seguimiento global e individualizado del alumno de forma rápida y sencilla, siendo una alternativa interesante a las tradicionales pruebas de control. Por otro lado, el sistema de cuestionarios Moodle permite una retroalimentación eficaz sobre la respuesta, lo cual favorece de forma sustancial el carácter formativo de los mismos. El módulo de actividades de cuestionarios cuenta también con un sistema de tratamiento estadístico de las respuestas dadas, que permite medir la eficacia y la fiabilidad de las pruebas realizadas⁹.

En este trabajo describimos los resultados obtenidos en un proyecto de innovación docente en el que se han empleado los cuestionarios de respuesta múltiple de la plataforma Moodle como una herramienta de evaluación formativa, en la asignatura de Química Orgánica I del grado en Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. Los objetivos del proyecto fueron:

1. Diseño de una batería de preguntas de respuesta múltiple, las cuales recogen las competencias que el alumno debe adquirir durante el periodo de aprendizaje.
2. Diseño de una serie de cuestionarios para evaluar de forma periódica el grado de asimilación de los conceptos de la asignatura, así como un cuestionario final, en el que se contempla la aplicación de las competencias adquiridas.
3. Realización de un análisis psicométrico para obtener información de los resultados de las autoevaluaciones con el objetivo de detectar las carencias y dificultades del alumno, así como mejorar la retroalimentación en las cuestiones que ofrecen especial dificultad.

MATERIALES Y MÉTODOS

ORGANIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS TESTS

La Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid ofrece el grado en Farmacia desde 2010 y el doble grado en Farmacia y Nutrición desde 2017. La materia de Química Orgánica se encuentra dividida en dos asignaturas obligatorias, Química Orgánica I y II, que se cursan en el segundo cuatrimestre del segundo curso y en el primer cuatrimestre del tercer curso de la titulación, respectivamente, y que proporcionan 6 créditos ECTS cada una. En este proyecto nos hemos centrado en la asignatura de Química Orgánica I, dado que tradicionalmente ha mostrado un índice de aprobados relativamente bajo. Con estos antecedentes, nos pareció necesario realizar un mayor seguimiento y tutela del alumno, para lo que exploramos distintas alternativas, como realización de tareas y tutorías colectivas. Sin embargo, en una aproximación de este tipo el elevado número promedio de alumnos por grupo (curso 2016, 96; curso 2017, 104; curso 2018, 129) genera una carga de trabajo sobre el profesorado difícilmente soportable e incompatible con las tareas de investigación. Así, para dar un mayor soporte al alumno en su proceso de aprendizaje, sin aumentar significativamente la carga de trabajo del profesor, nos pareció conveniente emplear las herramientas digitales que nos ofrece la plataforma Moodle.

⁸ Sitio web oficial de la plataforma Moodle donde se pueden encontrar manuales de uso y cursos de demostración: www.moodle.org.

⁹ STÖDBERG, U. (2012). A revisión de e-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 5, pp. 591-604.

Inicialmente se realizó un análisis de distintas cuestiones disponibles en libros de texto especializados, en diferentes web y en la colección de exámenes de la asignatura disponible en el departamento. El objetivo de esta primera fase del proyecto era identificar cuestiones de autoevaluación que permitieran cubrir el contenido completo de la asignatura con un nivel de dificultad correspondiente al que normalmente se exige. El siguiente paso fue la generación de una base de datos con preguntas y respuestas en la plataforma Moodle, a partir de la cual se desarrollaron los cuestionarios que deberán ser resueltos por el estudiantado. Las preguntas se agruparon por temas, para un total de ocho temas y una autoevaluación final, y se desarrollaron diferentes niveles de dificultad. En la *figura 1* se muestra un ejemplo de una pregunta correspondiente al cuestionario Q1.

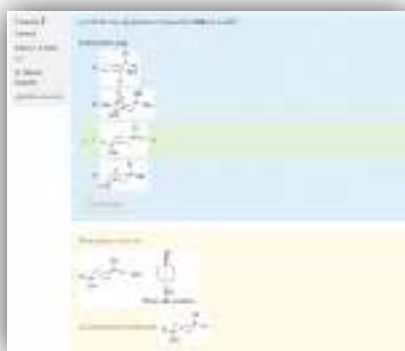


Figura 1. Ejemplo de pregunta, perteneciente al cuestionario Q1, junto con su retroalimentación. El alumno ha de saber identificar la simetría en derivados sustituidos de ciclohexano.

Se prepararon varias preguntas por tema, de modo que en el cuestionario que realice el alumnado aparezcan diferentes cuestiones de forma aleatoria. Las preguntas planteadas son de respuesta múltiple y constan de cuatro posibles respuestas. Además, también se preparó una solución desarrollada y explicativa de cada cuestión, la cual servirá de retroalimentación en la elaboración del cuestionario (*tabla 1*).

Cuestionario	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Tema	Nomenclatura de compuestos orgánicos	Alcanos y cicloalcanos	Estereoisomería	Haluros de alquilo	Introducción a la elucidación estructural de compuestos orgánicos	
Número de preguntas	18	9	12	10	12	
Cuestionario	Q6		Q7		Q8	Q9
Tema	Compuestos organometálicos y alquenos		Alquinos, alcoholes y derivados		Sistemas aromáticos y π deslocalizados	Evaluación final
Número de preguntas	13		11		16	23

Tabla 1. Temas incluidos en los cuestionarios de Química Orgánica I.

El proyecto se puso en marcha en un grupo de la asignatura Química Orgánica I en el curso 2015-2016. Una vez finalizada en el aula la explicación de los contenidos de cada bloque del cuestionario, se activó el cuestionario correspondiente en el aula virtual y se abrió para que el alumnado pudiera realizar el test. Las pruebas de autoevaluación permanecieron abiertas hasta final de curso. Se permitió que cada estudiante pudiera realizar cada prueba un máximo de dos veces, con el fin de preparar las pruebas de evaluación finales.

RESULTADOS

El proyecto se desarrolló en una primera fase de documentación y creación de una base de preguntas de las cuales se nutrían los cuestionarios, cuya implementación se realizó por primera vez en el curso 2015-2016, y desde ese año se ha venido aplicando en la asignatura de Química Orgánica I. En una segunda fase, el análisis de los resultados obtenidos por los alumnos y el análisis psicométrico de las respuestas nos ha permitido detectar preguntas que no eran eficaces, y han sido sustituidas o reformuladas. Se han identificado los conceptos de la asignatura cuya comprensión plantea más problemas a los alumnos, lo que nos ha llevado a reforzar la retroalimentación de estas preguntas.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS

La experiencia de innovación docente realizada en el curso 2015-2016 fue bien acogida por el alumnado. Así, de los 99 alumnos matriculados en la asignatura, 64 la cursaban por primera vez, una media de 41 alumnos realizaron alguna de las 9 autoevaluaciones propuestas en el curso y 70 de ellos se presentaron a la convocatoria ordinaria del examen de la asignatura. De esta forma, pudimos observar que aproximadamente el 70% de los alumnos mostró algún interés y participó en la asignatura durante el periodo de impartición, y de ellos un alto porcentaje realizó todas las autoevaluaciones. Así, los resultados obtenidos durante el periodo previo a la primera convocatoria del examen de la asignatura muestran que un 54% de los alumnos ha realizado al menos un test de un tema concreto, un 43% ha hecho al menos test de dos temas distintos, el 35% ha realizado autoevaluaciones al menos de tres temas diferentes, un 31% lo hizo de cuatro y un 16% lo hizo de todos los temas disponibles (nueve autoevaluaciones). Además, la mayoría de los alumnos realizó dos intentos de cada autoevaluación. En total, se han realizado 228 tests y un total de 440 intentos. En los cursos posteriores estos porcentajes se incrementaron levemente hasta alcanzar en el curso 2017-2018 unos valores medios del 55% de realización de los tests de autoevaluación (figura 2).

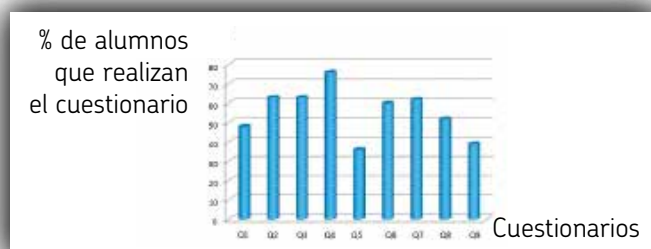


Figura 2. Porcentaje de participación del alumnado en los tests de autoevaluaciones en el curso 2017-2018.

Para la evaluación aditiva final de la asignatura se aplicó una fórmula ponderada donde se computaron los siguientes ítems: un examen parcial que consta de una parte de nomenclatura orgánica (10%) y otra de elucidación estructural (5%); prácticas de laboratorio (10%); un examen final escrito (65%); cuestionarios de autoevaluación (10%). La nota de los cuestionarios de autoevaluación se calculó como la media

de calificación obtenida en cada uno de los intentos para los nueve cuestionarios. Esta nota se otorga en la forma de punto extra que solo se suma en el caso de que se hubieran superado las otras pruebas. Una vez realizada la evaluación final, se observó un alto grado de correlación entre las calificaciones obtenidas en la asignatura y la media ponderada de las autoevaluaciones del campus virtual (*figura 3*). Así, de los 129 alumnos matriculados durante el curso 2017-2018, 23 de ellos no se presentaron a la convocatoria ordinaria, de los cuales solamente 2 habían realizado algún test durante el curso. Por otra parte, 29 alumnos no superaron la prueba final escrita, lo cual está en consonancia con los resultados obtenidos en sus autoevaluaciones, ya que solo tres de estos 29 estudiantes habían conseguido una nota media superior a cinco (sobre un máximo de 10) en las autoevaluaciones que habían realizado. Por otro lado, de los alumnos que superaron la prueba escrita en la convocatoria ordinaria, solamente 8 no habían superado las autoevaluaciones de la asignatura. Los resultados obtenidos están en consonancia con los mostrados por otros autores que han descrito ejemplos de empleo del sistema de evaluación formativa¹⁰. A la vista de los resultados obtenidos, podemos concluir que el empleo de las autoevaluaciones es una herramienta de trabajo eficaz que, además, permite al alumno estimar su nivel de preparación para la prueba final de la asignatura.

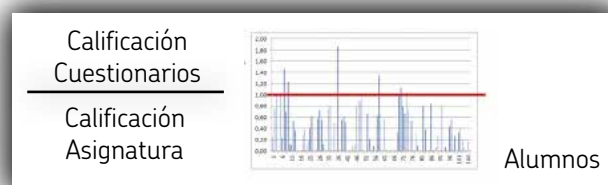


Figura 3. Correlación entre la calificación media de las autoevaluaciones y la calificación de la asignatura.

Es interesante destacar que, a partir de los datos obtenidos en los tres cursos, pueden identificarse las distintas maneras que tienen los alumnos de afrontar la asignatura. Así, existe un tipo de alumno que realiza los cuestionarios de forma ordenada en el tiempo y de forma correlativa con la finalización de la explicación de los temas por el profesor, «el que estudia al día», y un segundo tipo de estudiante que realiza los cuestionarios de forma aleatoria y en el periodo final de la asignatura, cuando el periodo presencial ya ha finalizado, «estudiante de última hora». Curiosamente, los dos modelos son igual de válidos, sin que puedan identificarse diferencias estadísticas en el rendimiento de su trabajo.

ANÁLISIS PSICOMÉTRICO DE LAS RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

El análisis psicométrico de los cuestionarios que ofrece Moodle demostró ser una herramienta muy útil a la hora de discernir la utilidad de las preguntas. Así, un análisis pormenorizado de los resultados obtenidos por los alumnos en cada una de las autoevaluaciones nos permitió identificar los índices de dificultad y discriminación de cada una de las preguntas que conformaban nuestro cuestionario. Esta herramienta nos ha permitido mejorar los cuestionarios durante los tres años en que hemos realizado esta experiencia. Dichos índices se definen a continuación.

Índice de dificultad (IF). Es el tanto por ciento de ítems respondidos correctamente. Evalúa cuán fácil o difícil resulta una pregunta a los estudiantes y se calcula como: $IF = X_{\text{promedio}} / X_{\text{máx}}$, donde X_{promedio} es la media obtenida por todos los estudiantes que contestan el ítem, y $X_{\text{máx}}$ es la puntuación máxima obtenida en el ítem. Si las preguntas pueden distribuirse dicotómicamente en categorías correcto/incorrecto,

¹⁰ MALLÉN F. F., DOMÍNGUEZ, E. (2014). Acciones para la mejora del rendimiento académico a través de la autoevaluación en el aula virtual. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 48, pp. 1-12.

este parámetro coincide con el porcentaje de usuarios que responden correctamente a la pregunta. En principio, un IF muy alto o muy bajo indica que una pregunta no es útil como instrumento de medición.

Índice de discriminación (ID). Esta es la correlación entre la calificación para esta pregunta y la correspondiente al examen completo. Así, para que una de las preguntas se considere buena se espera que los estudiantes que la resuelvan con una puntuación alta sean los mismos que tengan puntuación alta en el examen completo. A modo de ejemplo, en la *figura 4* se muestra la gráfica de los índices mencionados obtenida para el cuestionario Q1 en el curso 2017-2018 (los números mayores son mejores).

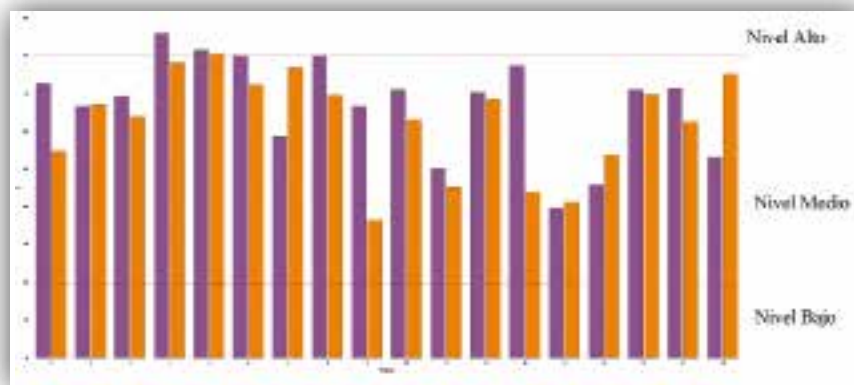


Figura 4. Índice de dificultad, en color morado, e índice de discriminación, en color naranja, obtenidos para los tests de autoevaluación del tema 1.

En el primer análisis de los resultados del curso 2015-2016, decidimos agrupar los valores de IF e ID en tres niveles: bajo, medio y alto. Así, las preguntas que mostraron unos valores bajos o altos de IF (columnas de color morado en la *figura 4*) o unos valores bajos de ID (columnas de color naranja en la *figura 4*) se eliminaron de los cuestionarios, siendo modificadas o reemplazadas por otras. De esta forma se pudieron identificar las mejores preguntas, así como los problemas de comprensión que presentaba el alumnado en partes concretas del temario de la asignatura. Desafortunadamente, esta información no pudo ser aprovechada durante el curso, para solucionar mediante tutorías colectivas las carencias identificadas. Ello se debió a que los cuestionarios fueron contestados por los alumnos, en gran medida, en las fechas próximas al examen final y fuera de los periodos de docencia presencial. Sin embargo, esta información sí que fue útil en los cursos posteriores.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado los resultados obtenidos en un proyecto de innovación docente, financiado por la Universidad Complutense de Madrid, en el que se ha creado una base de datos en la plataforma Moodle con más de 120 preguntas de respuesta rápida, las cuales se han empleado para la elaboración de nueve cuestionarios en la asignatura de Química Orgánica I del grado en Farmacia de la UCM.

En consonancia con las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior se ha desarrollado un proceso de evaluación formativa con un periodo de análisis de los resultados obtenidos, el cual redundará en la calidad de la enseñanza.

El sistema de cuestionarios de autoevaluación (SIAE) ha mostrado ser una herramienta eficaz para el autoaprendizaje del alumno, y se ha comprobado una mejora en el proceso de aprendizaje en los grupos en los que se ha aplicado.

Aunque por el momento, el SIAE tiene un bajo porcentaje en la evaluación aditiva de la asignatura, consideramos que puede ser una herramienta eficaz y fiable para la evaluación. El SIAE, junto con otras actividades, permite el seguimiento y la identificación de forma individualizada de posibles dificultades en el aprendizaje del alumno.

RUTA NATURALISTA URBANA: EL USO DE GOOGLE EARTH Y TWITTER COMO RECURSOS DOCENTES EN LAS ENSEÑANZAS MEDIAS

Ruth Hernández-Paredes, Alejandra García-Frank

*Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas
Universidad Complutense de Madrid
C/ José Antonio Novais, 2. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid
ruther02@ucm.es, agfrank@geo.ucm.es*

Palabras clave: divulgación científica, Google Earth, recursos educativos web, ruta geológica urbana, Twitter.

Keywords: Google Earth, scientific dissemination, Twitter, urban geology route, web educational resources.

Resumen

La propuesta didáctica que se presenta está basada en la utilización de los programas informáticos Google Earth y en el uso de la red social Twitter en el aula para posteriormente poder realizar una ruta naturalista urbana.

El objetivo es ofrecer al alumno una visión de su entorno más cercano con información histórica, cultural, biológica y geológica, integrando las tecnologías de la información y la pedagogía en la realización de dicha ruta geológica urbana.

Se trabaja con los alumnos para que descubran su entorno, se interesen por él y realicen una divulgación científica del mismo al resto de la población.

Abstract

The didactic proposal presented is based on the use of the computer programs *Google Earth* and the use of the social network *Twitter* in the classroom as the first steps to develop the final project based on an urban geological route.

The objective is to offer students the vision of their closest environment with historical, cultural, biological and geological information, integrating with Web educational resources and pedagogy to develop an urban naturalist route.

We work with students to discover their environment, get interested in it and carry out a scientific dissemination of it to the rest of the community.

INTRODUCCIÓN

La propuesta didáctica que presentamos está basada tanto en la utilización de los programas informáticos Google Earth como en el uso de la red social Twitter en el aula para posteriormente poder realizar una ruta naturalista urbana.

El objetivo es ofrecer al alumno una visión de su entorno más cercano con información histórica, cultural, biológica y geológica, integrando las tecnologías de la información y la pedagogía en la realización de dicha ruta naturalista urbana.

El desarrollo de la actividad consiste en enseñar a los estudiantes cuáles son los pasos necesarios para crear rutas en Google Earth, dándoles las nociones para la carga de datos geológicos y puntos de interés. Por otra parte, se les instruye en la utilización de la red social Twitter, donde hay cuentas especializadas en información sobre geología urbana, y que son por sí mismas un repositorio de información sobre fósiles, rocas y minerales que podemos encontrar en el ámbito urbano. Los alumnos deben realizar la ruta a pie y visualizarla virtualmente desde los ordenadores.

La propuesta didáctica puede ser ampliada por los docentes del centro incluyendo aspectos relacionados con otras asignaturas de Secundaria o Bachillerato.

La dinámica propuesta consiste en detallar cómo realizar una ruta, y explicar a los estudiantes las nociones de creación de polígonos y cuerpos en tres dimensiones. Una vez que el alumno conoce y está familiarizado con la herramienta, se crea una ruta urbana desde el centro escolar a un punto del municipio de interés histórico, cultural o natural donde se valoran los puntos de interés urbanos y se realiza una ficha sobre cada uno de ellos, terminando por realizar una ruta naturalista urbana en el entorno más cercano al alumno.

Junto con el aprendizaje de cómo elaborar una ruta naturalista urbana con componentes históricos y culturales de su entorno más cercano, los beneficios resultantes de esta propuesta incluyen la potenciación del autoaprendizaje por parte del alumno y fomentan el trabajo colaborativo para conseguir la meta final.

Las salidas de campo son una actividad principal en el aprendizaje de las ciencias, valoradas por profesores y estudiantes; sin embargo, debido a numerosas causas, no siempre consiguen cumplir con los objetivos de docentes ni con las expectativas de los alumnos. Los recursos didácticos innovadores pueden mejorar esta situación siempre que se integren de forma efectiva en la actividad escolar¹ y estas salidas también se pueden enfocar al entorno urbano, un entorno más cercano al alumnado.

Es por ello que se presenta y propone una actividad que une las tecnologías de la información con la realización de una actividad al aire libre, dentro de un entorno urbano, donde el alumno realice un trabajo de investigación no solo de la geología urbana, sino de la historia y cultura de la población o municipio donde se desarrolla la actividad.

¹ HERNANDEZ, R. y TARACIDO, L. (2014). Un paseo por el lado más natural de las TAC. *III Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza*, pp. 333-340.

OBJETIVOS

Los objetivos o logros que se esperan de la actividad sobre los alumnos están basados en el RD 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato:

OBJETIVOS
Conocer el uso del programa Google Earth , descubrir su posibilidad de cara a encontrar lugares de interés y su visualización desde el aula en 3D.
Conocer el uso de la red social Twitter enfocada a ser utilizada como repositorio de información, lugar de intercambio de conocimientos y fuente de aprendizaje colaborativo.
Comprender la utilidad de los programas y la red social para su aprendizaje integrado con otras disciplinas y participar en un aprendizaje colaborativo e interdisciplinar.
Aprender por sí mismos; una vez que conoce las bases para el uso de estas herramientas, el alumnado puede seguir aprendiendo debido a la gran posibilidad que ofrecen.
Descubrir y aprender sobre lugares remotos, descubrir y aprender sobre la geología urbana en muchos países del mundo.
Desarrollar su capacidad de búsqueda de información proporcionando unos recursos que despiertan la curiosidad del alumno, querer saber.
Afianzar el espíritu emprendedor; las herramientas propuestas, al despertar la curiosidad del alumnado, favorecen el espíritu emprendedor; dando lugar al descubrimiento de su entorno más cercano, querer saber más sobre la historia de su pueblo o ciudad.
Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas de los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

En base a las competencias que se deben desarrollar en el alumnado, se presenta una actividad a realizar en un contexto real y cercano al alumnado, una actividad teórica y práctica enfocada a diseñar una actividad de aprendizaje integrado que permite al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo:

COMPETENCIAS
Comunicación lingüística: el alumno produce y comunica un mensaje y constituye un instrumento fundamental para la socialización.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: se acerca al alumno al mundo físico y la interacción responsable con él. Se identifican, plantean y resuelven situaciones de la vida cotidiana y se aprende a actuar frente a los retos y problemas propios de las actividades científicas y tecnológicas.
Competencia digital: implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación.
Aprender a aprender: motivar al alumno a aprender; generar curiosidad, organización y gestión del aprendizaje. Requiere una reflexión. Fundamental para el aprendizaje permanente que se produce a lo largo de la vida.
Competencias sociales y cívicas: se enseña al alumno a elaborar respuestas, tomar decisiones, resolver conflictos e interactuar con otras personas.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: implica la capacidad de transformar las ideas en actos. Capacidad de pensar en forma creativa, gestionar el riesgo y manejar la incertidumbre.
Conciencia y expresiones culturales: valorar, emocionarse y disfrutar: implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico y con una actitud abierta y respetuosa las diferentes manifestaciones culturales y artísticas.

En base a los contenidos comunes transversales en la educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre de currículo básico para 1.º, 3.º de la ESO y 1.º de Bachillerato recoge las siguientes consideraciones:

CONTENIDOS TRANSVERSALES
Comprensión lectora: para realizar la actividad es necesario leer y entender las instrucciones. Se proporcionará al alumno un documento donde se explicará el uso de Google Earth y Twitter:
Expresión oral y escrita: una vez realizada la ruta geológica urbana, se hará una exposición en el aula, explicando el porqué de la ruta y sus puntos de interés.
Comunicación audiovisual, las tecnologías de la información y la comunicación: se podrán usar los dispositivos móviles para realizar fotos del recorrido y vídeos.
Emprendimiento: se diseña y realiza una ruta geológica urbana (creatividad, autonomía, iniciativa, confianza en uno mismo y sentido crítico).
Educación cívica y constitucional: se trabaja en equipo e igualdad de oportunidades.

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La experiencia consta de dos fases diferenciadas que se trabajan en el aula y en el campo.

PRIMERA FASE

Consiste en la explicación en el aula de informática del uso del software libre Google Earth y la red social Twitter:

Google Earth se explicará en tres partes o módulos: el primero incluye los conceptos básicos sobre la visualización del terreno, creación de elementos lineales (rutas) y localización de puntos de interés. Posteriormente se añadirá la información de interés a la ruta y se finalizará con la realización de polígonos, explicando las mejoras que ofrece Google Earth Pro en relación con la carga de imágenes georreferenciadas. Para ello se usarán tablas (recogidas en las *figuras 1, 2 y 3*) con explicaciones en la parte izquierda e ilustraciones en la derecha.

Así, las primeras sesiones serán básicamente teóricas, y en ellas los alumnos ya deberán empezar a investigar sobre la ruta naturalista a realizar y los posibles puntos de interés, geológicos y no geológicos (*figuras 1 y 2*).

El programa Google Earth se puede descargar de manera gratuita desde la web². Una vez descargado, se aconseja seguir el tutorial para familiarizarse con todas sus aplicaciones. Es posible que desde una tableta o un *netbook* no se pueda visualizar correctamente por la resolución mínima de pantalla que es necesaria.

Para guardar nuestra ruta de Google Earth en nuestro PC, la marcamos y la guardamos desde Archivo -> Guardar -> Guardar lugar como.

² <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>.

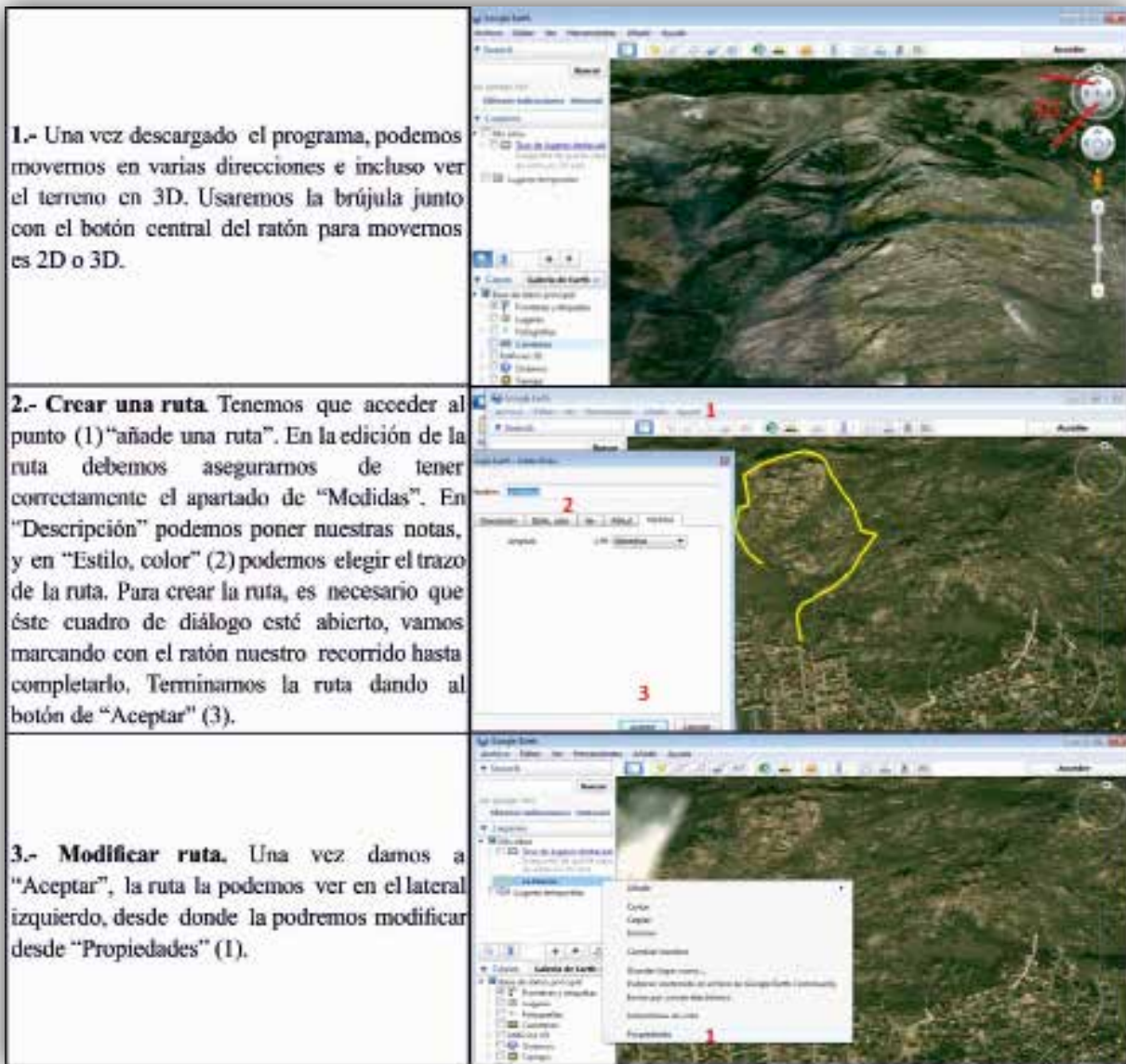


Figura 1. Explicación secuenciada del uso de Google Earth.

La ruta se guarda con la extensión .kmz. Si hemos sacado puntos de interés, los guardamos también en nuestro ordenador para adjuntar a la ruta.

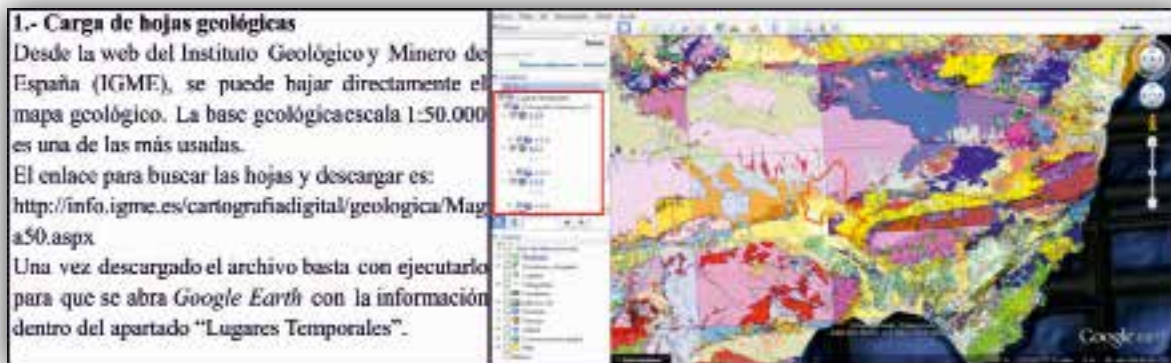


Figura 2. Instrucciones para cargar Google Earth y la base geológica.

Una interesante alternativa es usar la aplicación Google Earth Pro (GEP), cuyo acceso se realiza desde la web³.

La visualización del GEP es igual que la de Google Earth, y la secuenciación se muestra en la *figura 3*: se crea la ruta desde el icono «añade ruta» situada en la barra de herramientas. La ruta se marca haciendo clic con el botón izquierdo del ratón. Desde el botón de propiedades podemos seguir trabajando en ella.

<p>1.- Crear ruta en 3D. Desde el submenú <i>Altitud</i>, podemos transformar la ruta, que es un elemento lineal en un objeto 3D. Elegimos el menú “relativa al suelo”, ponemos una altura, por ejemplo 20 m, y marcamos extender la ruta al suelo.</p>	
<p>2.- Editar la ruta en 3D. Desde el menú “estilo, color” podemos cambiar el color del contorno, del relleno y variar su opacidad,</p>	
<p>3.- Creación de un polígono. Desde “añade un polígono” podemos hacer lo mismo con una montaña, cuerpo de agua, etc. En este caso cuando se dibuja el polígono es de utilidad, cambiar la opacidad en “estilos, color”, para ver por dónde vamos dibujando.</p>	
<p>4.- Carga de información geológica. Desde el siguiente enlace del IGME: http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx?language=es Se pueden descargar también las imágenes georeferenciadas. Una vez que se ha encontrado la hoja, podemos descargar en mapa en varios formatos.</p>	

Figura 3. Explicación del uso de Google Earth Pro (GEP).

³ <http://www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html>

Google Earth permite viajar a cualquier parte del mundo a través de un globo terráqueo virtual y ver imágenes de satélite, mapas, relieve y edificios 3D, entre otras cosas. Es una herramienta básica para preparar y diseñar nuestras rutas, ya que podemos cargar muchos tipos de archivos, jugar con los relieves y con la opacidad de la imagen para crear documentación del más alto nivel.

La red social Twitter nació en el año 2007 y debe su nombre al verbo *to tweet*, que significa piar. Podemos encontrar noticias breves de todos los campos, incluida la geología y la geología urbana, donde podremos compartir nuestros hallazgos, descubrir localizaciones de nuevos fósiles urbanos e interactuar con una comunidad que nos ayudará si no podemos identificar un tipo de roca o fósiles urbanos.

Twitter permite enviar *tweets* o mensajes de texto con enlaces o elementos multimedia y su longitud máxima es de 280 caracteres. También permite suscribirse o seguir los mensajes de otros usuarios y contactar con ellos bien de manera pública o a través de mensajes privados. Los mensajes privados solo se pueden mandar si ambas cuentas se siguen.

Los *hashtags* son palabras clave que se introducen en los *tweets* y van precedidas del símbolo #. Las palabras pueden empezar por mayúsculas o minúsculas; algunos pueden ser: #geología #GeologiaUrbana #UrbanGeology #PavementGeology #GeologyintheCity #GeologíaenlaCiudad.

¿Cómo publicamos en Twitter?

En Twitter tenemos una limitación de caracteres, lo que nos hace trabajar mucho en la redacción y en el uso de sinónimos, ya que debemos llamar la atención con el menor número de palabras posible.

Si incluimos una foto, tenemos la opción de *¿Quién está en esta foto?* donde podemos etiquetar hasta 10 cuentas de Twitter y cuyos caracteres no nos cuentan en el texto que añadamos a la foto.

¿Qué vamos a publicar en Twitter?

Una vez diseñada la ruta naturalista y con los puntos de interés marcados, los alumnos podrán formar parte de la gran comunidad educativa que existe en Twitter y hacer publicaciones sobre los puntos de interés con fotografía generales y en detalle, estas últimas siempre con algún elemento de escala.

Las tres cuentas de referencia en la divulgación de la geología y, sobre todo de la geología urbana, son las siguientes:

- @Paleourbana: Urban Palaeontology. Find and share fossils hidden in your city #UrbanPalaeontology #UrbanFossils#UrbanGeology. Cuenta española del geólogo Rubén Alonso basada en la web homónima <http://www.paleourbana.com/>.
- @pavementgeology: The building stones of the UK & the amazing geology of city streets. Nació sobre el proyecto de la geología urbana de Londres de la mano de Dave Wallis y ahora es un referente en toda Inglaterra.
- @R_Siddall: UCL Geologist & @uclmediator, Academic Director for #LaidlawScholars also do #UrbanGeology #PigmentCompendium & @pavementgeology. Geóloga inglesa que realiza rutas geológicas urbanas guiadas en la ciudad de Londres.

Los *tweets* creados por los alumnos pueden nombrar estas cuentas de referencias para aumentar su impacto en la red social. Además, si en alguna ocasión se desconoce el tipo de fósil, roca o estructura geológica, se puede mandar un *tweet* con la foto y recibir respuestas. De esta manera el aprendizaje es casi inmediato, ya que el *tweet* es contestado rápidamente si tiene los *hashtags* correctos y nombra las cuentas de referencia.

La realización de la primera fase se realizó durante el curso 2016-2017 en el IES Las Salinas de Seseña (Toledo), desde el aula de informática, y a través de la plataforma de formación RedAlumnos⁴, los alumnos de segundo de Bachillerato tuvieron acceso a la formación en línea sobre el uso de Google Earth y Twitter:

A los alumnos se les proporcionó el acceso a la plataforma, desde donde pudieron descargar un manual de uso y las instrucciones de la primera fase de la realización de una ruta geológica urbana. Las sesiones de trabajo fueron finalmente tres: la primera se centró en la explicación del uso de la plataforma, registro y descarga del manual, la segunda se centró en la explicación de Google Earth y la tercera estuvo enfocada a Google Earth Pro y Twitter:

SEGUNDA FASE

Con el diseño realizado en el aula de informática en las sesiones anteriores, se harán dos aproximaciones al campo. La primera de ellas para detectar puntos de interés relacionados con la geología urbana en edificios, estatuas o elementos decorativos del entorno urbano. Con esta primera salida se busca confirmar lo visto en el aula y/o posibles modificaciones en el trazado, se confirma o no el diseño de la ruta, se buscan los árboles más representativos, elementos de geología urbana, históricos y culturales.

La segunda salida se centrará en la reproducción de la salida entre los alumnos, midiendo el tiempo empleado en cada parada y sus explicaciones; posteriormente, se plantea una discusión sobre la salida en clase en la que participan todas las propuestas y los alumnos explican el porqué de la misma y sus impresiones sobre el resultado.

Durante el año 2016-2017 no se pudo llegar a concluir esta segunda fase de investigación y desarrollo. En dicha fase el alumnado se debe centrar en:

- Investigar su entorno más cercano, centrándose en el entorno natural, la historia y cultura del municipio elegido.
- Definir un recorrido basado en la investigación anterior fijándose en detalle en los edificios, monumentos, parques y demás elementos urbanísticos que aporten valor a la ruta.
- Estudiar la accesibilidad de la ruta.
- Realizar un documento con las paradas y explicaciones en cada una de ellas.

CONSIDERACIONES A LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica presentada dividida en dos fases se pudo completar en su primera fase en el curso 2016-2017 en el IES Las Salinas. Queda, por lo tanto, implementar la segunda fase y realizar el estudio completo de la actividad.

El diseño y elaboración de una ruta naturalista urbana puede ser una actividad de centro que abarque las etapas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, trabajando transversalmente y de manera multidisciplinar los contenidos de diferentes materias y contribuyendo a la adquisición de competencias.

Es una actividad que se desarrolla tanto dentro del aula como en el exterior; siendo una actividad activa que favorece el desarrollo de la educación del alumnado y se basa en un aprendizaje constructivista y significativo, de esta manera el papel del alumnado es un papel activo y construye su conocimiento desde la realidad de su día a día.

⁴ <http://www.redalumnos.com/>

CONCLUSIONES

Como conclusión a la realización de la ruta naturalista urbana basada en el uso de programas informáticos de uso libre y de una red social, se ofrece una actividad que acerca al alumno a conocer e investigar su entorno, es una actividad que fomenta la actividad física y da valor al entorno «para valorar algo, antes es necesario conocerlo y comprenderlo», se estimula la iniciativa en la toma de decisiones por parte de los alumnos y se promueve despertar el interés y la curiosidad por la historia y cultura del entorno más próximo al alumnado.

Los alumnos son los promotores de la ruta, aprenden a orientarse en el medio urbano, a seleccionar puntos de interés en el recorrido, a valorar la viabilidad de dichos puntos, a comunicar los puntos de interés del entorno y a su elección basándose en una búsqueda de información tanto desde el punto de vista natural como del punto de vista histórico y cultural.

Por lo tanto, la actividad propuesta despierta en los alumnos la valoración de su entorno, su relación con los contenidos estudiados durante el curso actual y anterior, ya que es un trabajo multidisciplinar (une conceptos sobre geología, biología, historia y cultura).

Al tener que realizar una actividad multidisciplinar, se implica al alumnado en la toma de decisiones, despierta en él el interés y la curiosidad por la historia y cultura de su entorno más próximo.

AGRADECIMIENTOS

Al IES Las Salinas, Seseña (Toledo), por su colaboración y al Proyecto de Innovación Educativa, Geodivulgar: Geología y Sociedad, que desde la Universidad Complutense se enmarca en el Proyecto INNOVADOCENCIA n.º 55 (2018-2019).

CONTRIBUCIÓN DE LOS CUESTIONARIOS DE AUTOEVALUACIÓN COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA EN EL GRADO EN FARMACIA

Pilar Hoyos Vidal, Cecilia García Oliva, María José Hernáiz Gómez-Dégano

*Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia
Universidad Complutense de Madrid
Plaza Ramón y Cajal, s/n. 28040 Madrid
phoyosvi@ucm.es, mjhernai@ucm.es*

Palabras clave: autoevaluación, TIC, cuestionario interactivo, campus virtual, química farmacéutica.

Keywords: self-assessment, ICTs, interactive questionnaire, virtual platforms, medicinal chemistry.

Resumen

La implantación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación universitaria ha ampliado los modelos de enseñanza y ha generalizado el uso del Campus Virtual. Esta plataforma ofrece herramientas con las que generar actividades que estimulen y promuevan la participación de alumnos, como complemento al aula presencial. En este sentido presentamos la contribución de cuestionarios interactivos de autoevaluación en el incremento de la autonomía y responsabilidad del alumno en su propio proceso de aprendizaje, mejorando los rendimientos académicos, en asignaturas de Ciencias de la Salud como es Química Farmacéutica, dentro del grado en Farmacia.

Abstract

The introduction of new Innovation and Communication Technologies (ICTs) in university education has expanded the teaching methodologies and has generalized the use of virtual platforms. These platforms offer a variety of tools to generate activities that can stimulate and promote the participation of students. In this context, this work presents the contribution of interactive self-assessment questionnaires in the increase of student autonomy and responsibility in their own learning process, improving academic performance in subjects of Health Sciences such as Pharmaceutical Chemistry in the Degree in Pharmacy.

INTRODUCCIÓN

La evolución e implantación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la sociedad actual han promovido también un cambio en los modelos de enseñanza universitaria¹, de manera que se adapte mejor a las necesidades de las nuevas generaciones de estudiantes². El estudiante universitario actual forma parte de una sociedad en la que las TICs están completamente integradas, por lo que también reclama su uso en el entorno de su aprendizaje³. Así, la introducción de las TIC en la educación universitaria ha supuesto la transformación paulatina del entorno convencional de aprendizaje presencial en el aula en un entorno coordinado entre el aula presencial y el aula virtual. De esta forma, el Campus Virtual se ha convertido en una herramienta de uso generalizado, ofreciendo nuevas posibilidades que puedan derivar en una mejora del proceso enseñanza-aprendizaje⁴.

El nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha generado un cambio en el modelo de enseñanza universitaria^{5,6}, tratando de incrementar la comunicación docente-alumno, muy favorecida mediante el uso de las TICs^{7,8}. No obstante, la cifra de estudiantes universitarios sigue siendo muy elevada en determinadas poblaciones, en especial en algunos grados, lo que se traduce al final en la formación de grupos muy numerosos, en los que al docente le resulta casi imposible realizar un seguimiento más continuo del alumno. De forma muy habitual, el Campus Virtual es utilizado como una plataforma en la que se proporcionan apuntes o material didáctico a los alumnos, y además sirve como medio de comunicación de avisos de interés para el grupo o calificaciones. Sin embargo, el Campus Virtual ofrece otra serie de alternativas didácticas con un gran potencial de innovación y mejora de la calidad de la enseñanza. Así, esta plataforma virtual puede convertirse en un espacio dinámico de comunicación docente-alumno.

Entre las diferentes posibilidades disponibles en este espacio virtual, se puede elaborar material didáctico interactivo que estimule la intervención del estudiante en su formación.⁹ En este contexto, planteamos la

¹ LÓPEZ-NAVAS, C. (2014). Educación superior y TIC: concepto y tendencias de cambio. *Historia y Comunicación Social*, 19, pp. 227-239.

² SALINAS, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 1 (1).

³ DE LA TORRE BARBA, S., CARRANZA ALCÁNTARA, M. R., ISLAS TORRES, C., MORENO GARCÍA, H. (2009). El rol de los alumnos ante el uso de las TIC's en el proceso de enseñanza aprendizaje, en PRIETO MÉNDEZ, M., SÁNCHEZ-ALONSO, S., OCHOA, X., PECH CAMPOS, S., *Recursos digitales para el aprendizaje*, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

⁴ DE PABLOS PONS, J., COLÁS BRAVO, M. P., GONZÁLEZ RAMÍREZ, T. (2011). La enseñanza universitaria apoyada en plataformas virtuales. Cambios en las prácticas docentes: el caso de la Universidad de Sevilla. *Estudios sobre Educación*, 20, pp. 23-48.

⁵ RODRÍGUEZ MENÉNDEZ, M. C., FERNÁNDEZ GARCÍA, C. M. (2007). Los procesos de enseñanza-aprendizaje universitario ante el reto de la convergencia europea: algunos obstáculos en su implementación. *Campo abierto*, 26(2), pp. 123-135.

⁶ FERNÁNDEZ MARCH, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, pp. 35-56.

⁷ DE PABLO PONS, J., VILLACIERVOS MORENO, P. (2005). El Espacio Europeo de Educación Superior y las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Percepciones y demandas del profesorado. *Revista de Educación*, 337, pp. 99-124.

⁸ DE PABLOS PONS, J. (2007). El cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior y el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *RIED*, 10, pp. 15-44.

⁹ BETEGÓN SÁNCHEZ, L., FOSSAS OLALLA, M., MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, E., RAMOS GONZÁLEZ, M. M. (2010). Entornos virtuales como apoyo a la docencia universitaria presencial: utilidad de Moodle. *Anuario Jurídico y Económico Escorialense XLIII*, pp. 273-302.

elaboración de cuestionarios de autoevaluación interactivos, como complemento a la formación de los estudiantes de Química Farmacéutica II de cuarto curso del grado en Farmacia, a través de la plataforma Moodle. Una de las principales dificultades encontradas por los alumnos de esta área de conocimiento consiste en la resolución de problemas y casos prácticos, por lo que el refuerzo de los mismos por parte del docente es necesario, pero a veces un reto difícil por la falta de tiempo en las clases presenciales. Es aquí donde las plataformas virtuales pueden jugar un papel fundamental, para que una vez separados docente y estudiante en espacio-tiempo, el aula virtual se convierta en una extensión del aula presencial.

La elaboración de este tipo de cuestionarios supone diferentes ventajas desde distintas vertientes, tanto para el profesor como para el alumno. Por un lado, el desarrollo de material interactivo que atraiga y motive al estudiante fomentará su dedicación a la asignatura, facilitando la comprensión de la misma, lo que al final se traduce en una mejora del proceso enseñanza-aprendizaje. El material diseñado en forma de cuestionario de autoevaluación ha de contener en todo momento un proceso de retroalimentación inmediato, con el fin de que el alumno pueda conocer de manera rápida su nivel de conocimiento y, en caso de cometer un error, poder conocer la explicación de la solución correcta.

Por otro lado, el docente puede realizar un seguimiento de cada uno de los alumnos de una manera rápida, aunque el grupo sea muy numeroso. Puede tener acceso a los resultados alcanzados por cada estudiante, teniendo así información de la evolución de cada uno de ellos, así como de los puntos que resultan más conflictivos para el grupo. De esta manera, puede detectar a tiempo los temas o apartados que presenten mayor dificultad y poder reforzar esos conocimientos.

OBJETIVOS

Durante el desarrollo del curso de la asignatura de Química Farmacéutica planteamos el desarrollo de nuevo material didáctico a través de la plataforma virtual de la asignatura que pudiese complementar la formación de los estudiantes, y mejorasen los conocimientos y competencias adquiridos. Así, los objetivos establecidos fueron los siguientes:

- Diseño de cuestionarios de autoevaluación interactivos con preguntas tipo test acerca del contenido de cada tema, que ayuden al estudiante a mejorar la comprensión de los mismos, así como a evaluar de forma rápida los conocimientos adquiridos.
- Diseño de dichos cuestionarios con contenidos que transmitan al docente las principales dificultades que el grupo encuentra de manera general en cada tema, y que a su vez permitan hacer un seguimiento rápido de cada alumno, aunque se trate de un grupo voluminoso.
- Elaboración de la retroalimentación rápida y clara, que permita al estudiante conocer su error si lo ha cometido, así como entender fácilmente la respuesta correcta.
- Diseñar los cuestionarios de forma que resulten atractivos al estudiante, con el fin de estimular su participación en la plataforma, así como incrementar la autonomía y responsabilidad del alumno en su propio proceso de aprendizaje¹⁰.
- Diseño atractivo, pero también sencillo de los cuestionarios, de manera que se facilite su resolución desde cualquier dispositivo (teléfono móvil, tableta, ordenador) con conexión a internet.

¹⁰ MONEREO I FONT, C., POZO, J. I. (2003). *La Universidad ante la nueva cultura educativa: enseñar y aprender para la autonomía*. Madrid. Ed. Síntesis.

- Realizar un aprendizaje combinado y colaborativo entre el aula presencial y el aula virtual, de manera que se mejore la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje que posteriormente se traduzca en la mejora de los rendimientos académicos.
- Evaluación de las actividades ofrecidas a los estudiantes mediante un cuestionario dirigido a los alumnos del curso en el que se incluyan diferentes cuestiones acerca de los contenidos y el diseño, con el fin de evaluar su utilidad y proponer y plantear mejoras en un futuro.

METODOLOGÍA EMPLEADA

La preparación de los cuestionarios comenzó antes del inicio del curso, con la finalidad de recopilar preguntas de cada tema; así, una vez iniciada la asignatura sería más fácil realizar modificaciones sobre preguntas ya existentes y plantear otras nuevas para cubrir todos los aspectos del tema. Las preguntas se trataron de plantear con enunciados cortos y comprensibles, abriendo la posibilidad de cuatro respuestas a elegir (siendo solo una de ellas la correcta).

Al comenzar el curso, durante la presentación de la asignatura a los nuevos estudiantes, también se les presentó esta nueva actividad que podrían encontrar en el Campus Virtual como apoyo a su formación. La participación en la misma se propuso como voluntaria, para poder evaluar el interés, la atracción y la utilidad generados hacia los estudiantes. Si un alumno considera esta actividad de utilidad, continuará resolviendo los sucesivos cuestionarios al finalizar cada tema; por el contrario, si no es partidario de esta metodología, no volverá a participar.

Una vez comenzado el curso, las preguntas se fueron trasladando al entorno virtual, para comenzar a formar los cuestionarios de unas 10-12 preguntas por tema. El cuestionario se puede mantener oculto a los alumnos en la plataforma hasta que el docente considera que pueden resolverlo. De esta forma, si durante el desarrollo del tema el profesor detecta la necesidad de reforzar algún aspecto concreto del tema, las preguntas pueden ser modificadas y se pueden plantear nuevos ejercicios adaptados a las necesidades de cada grupo.

Cada pregunta debe contener una retroalimentación rápida, de forma que el alumno pueda conocer si seleccionó la respuesta correcta y en caso negativo poder detectar su error y comprender claramente la solución. Un sistema de retroalimentación rápido constituye uno de los principios básicos de buenas prácticas para la formación a través de internet. En determinados ejercicios de esta área de conocimiento, donde interviene la presencia de fórmulas y reacciones químicas, es necesario que queden bien detalladas para que el alumno entienda correctamente la resolución del ejercicio en ausencia del profesor. Como ejemplo, en la *figura 1* se muestran dos ejemplos de preguntas y su retroalimentación.

Pregunta 1
Correcta
Puntuo 1.00
sobre 1.00

🚩 Marcar pregunta

🔍 Buscar pregunta

¿Cuál es la función del grupo carbamato del betanecol respecto al grupo éster del agente metacolina?

CC(=O)OCC[N+](C)(C)C
Metacolina

CC(=O)OCC[N+](C)(C)C
Betanecol

Seleccione una:

- a. La sal formada sobre el nitrógeno de dicho grupo aumenta su solubilidad en agua
- b. El carbamato se hidroliza más rápidamente que el éster, siendo así un fármaco blando de la metacolina
- c. El carbamato puede establecer un enlace de hidrógeno con el receptor que el éster no puede
- d. El carbamato aumenta su estabilidad oral ✔

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: El carbamato aumenta su estabilidad oral

Pregunta 2
Incorrecta
Puntuo 0.25
sobre 1.00

🚩 Marcar pregunta

🔍 Buscar pregunta

¿Cuál de las siguientes estructuras puede actuar como agonista colinérgico?

Seleccione una:

- a. CC(=O)OC[N+](C)(C)C ✘ El grupo trifluorometilo, debido a la electronegatividad del fluor, facilita la hidrólisis del éster (aumenta la inestabilidad)
- b. CC(=O)OCC[N+](C)(C)C
- c. CC(=O)OCC[N+](C)(C)C
- d. CC(=O)OCC[N+](C)(C)C

Respuesta incorrecta

La respuesta correcta es: CC(=O)OCC[N+](C)(C)C

Figura 1. Ejemplo de preguntas planteadas en los cuestionarios y su retroalimentación en caso de acierto y error.

Al finalizar cada tema, una vez que el cuestionario estaba perfectamente preparado para su publicación, el docente permitió el acceso de los estudiantes a la resolución del mismo.

A la hora de diseñar el cuestionario, las plataformas virtuales ofrecen diferentes posibilidades en cuanto a tiempo de resolución, intentos permitidos, calificación, etc. Así, cada docente puede elaborar los mismos bajo los criterios que considera más adecuados en su grupo.

Los parámetros fijados en el diseño de cuestionarios de Química Farmacéutica fueron los siguientes:

- *Tiempo durante el curso en el que los alumnos pueden acceder al cuestionario para su resolución:* los cuestionarios, una vez accesibles a los alumnos, han estado disponibles para su realización durante todo el curso académico, tratando de facilitar a los estudiantes su organización del tiempo de estudio.

- Quienes lo realizaron según se terminaban los temas permitieron al docente seguir su evolución, así como comprobar la comprensión de la información transmitida a los alumnos. Sin embargo, otros alumnos prefirieron utilizar los cuestionarios para reforzar sus conocimientos al finalizar la asignatura, como preparación al examen presencial final.
- Asimismo, quedaron abiertos para poder ser también utilizados por los alumnos que se presentasen en la convocatoria extraordinaria en el mes de julio.
- *Tiempo para la resolución del cuestionario*: no se estableció límite de tiempo para su entrega una vez iniciado el cuestionario. Una vez iniciado el mismo, el estudiante podía dedicar el tiempo que considerase necesario para su resolución.
- *Número de intentos permitidos*: no se limitó el número de intentos, con el fin de que el alumno que hubiese cometido errores pudiese comprobar más adelante si había mejorado. En cada intento se mezclaba el orden tanto de las preguntas como de las correspondientes respuestas, con el fin de que el alumno no memorizase las mismas.
- *Calificación*: al no limitar el número de intentos, decidimos calificar el primer intento aunque el alumno tuviese más oportunidades de realizar el cuestionario.

Al finalizar la asignatura se preparó un cuestionario de repaso del curso completo, de cara a la preparación del examen final de la asignatura. Asimismo, también se consultó a los alumnos su opinión sobre esta actividad del Campus Virtual. Con los datos recogidos durante todo el curso, los de estos últimos cuestionarios y los resultados finales de la asignatura, se analizaron los resultados obtenidos con el fin de detectar las posibles debilidades y fortalezas del material elaborado.

RESULTADOS OBTENIDOS

El primer indicador utilizado para comprobar si el proyecto generaba el impacto esperado fue la participación de los estudiantes en la resolución de ejercicios. El Campus Virtual ofrece herramientas para comprobar la participación de los alumnos y, por tanto, si se han sentido atraídos por la iniciativa en un primer momento. Si la resolución de cuestionarios a través de internet le resulta útil al alumno, continuará haciendo uso de ella según se avance en el temario del curso.

Cabe destacar que el 71 % de los alumnos matriculados en el grupo de la asignatura en el que se planteó esta actividad participó en la resolución de la misma (figura 2A). En general los alumnos se sintieron atraídos por esta iniciativa y la participación fue bastante constante y continuada con el transcurso de los temas. Como se comentó anteriormente, algunos alumnos prefirieron realizar esta actividad más tarde, en función de su organización del tiempo de estudio.



Figura 2. Resultados obtenidos en cuanto a participación de alumnos en la actividad y sus resultados académicos.

Como se puede observar en la *figura 3*, el docente puede comprobar cuándo se realizó el primer intento (también es posible visualizar el número de intentos) y la calificación obtenida por cada alumno en las preguntas de cada tema.

Apellido(s)	Intención de control	Calificado	Pruebas	Temas	Resumen	Calificación	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10	P.11	P.12
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alumno	18/02/2018	100%	18/02/2018	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 3. Información de los resultados de cada test referente a cuándo se ha realizado, tiempo invertido y calificación obtenida en cada pregunta.

Con el análisis de estos datos se pudo realizar un seguimiento del curso, y comprobar fácilmente las mayores dificultades con las que los estudiantes se encontraban. La plataforma Moodle ofrece diferentes alternativas para analizar los resultados, ya sean del grupo en su conjunto o de cada alumno individualmente. Fue, por tanto, muy sencillo realizar una calificación de los alumnos que habían participado, así como detectar de forma rápida qué cuestiones habían resultado de mayor dificultad y poder reforzar esos conocimientos en clase.

Por otro lado, es importante resaltar que el 90% de los alumnos que superaron la asignatura participaron en esta actividad (*figura 2B*) y, en general, los alumnos que obtuvieron elevadas calificaciones en los cuestionarios se correspondieron también con los que alcanzaron mejores calificaciones en la evaluación final de la asignatura en la convocatoria ordinaria. Independientemente de en qué momento se realice la resolución de cada cuestionario, el alumno podía tomar conciencia de su evolución y valorar los conocimientos adquiridos, así como conocer cuáles eran los aspectos de los temas en los que debía profundizar.

Al finalizar la asignatura, los alumnos fueron preguntados acerca de su opinión sobre estos cuestionarios de autoevaluación. En general, esta actividad ha tenido una gran aceptación por parte de los estudiantes, quienes la han considerado un complemento útil en su formación, con un contenido adecuado al nivel de exigencia de la asignatura, y en un formato práctico, ya que son preguntas cortas y la respuesta correcta y la retroalimentación son recibidas de manera casi inmediata. Destacaron también que su realización podía llevarse a cabo desde cualquier dispositivo móvil con conexión a internet.

CONCLUSIONES

Ante los resultados obtenidos tras la utilización de cuestionarios de autoevaluación en un grupo de la asignatura de Química Farmacéutica del grado en Farmacia podemos resaltar diferentes conclusiones:

- Los estudiantes se sienten atraídos por nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, principalmente si conllevan el uso de TIC.
- Los estudiantes de este grupo valoraron positivamente la utilización de estos cuestionarios interactivos como complemento de su formación, ya que les sirve como refuerzo de lo aprendido y pueden realizarlos desde cualquier dispositivo con conexión a internet, sin limitación de espacio ni tiempo.
- Es una metodología que estimula la autonomía del alumno. Este adquiere mayor responsabilidad en su proceso de aprendizaje, conociendo cuál es su progreso individual en el curso y qué aspectos debe reforzar.
- Desde el punto de vista del docente, estos cuestionarios han facilitado enormemente el seguimiento de la evolución del grupo, así como de cada alumno individualmente, ya que la calificación de cada uno es inmediata y la plataforma posibilita diferentes formas de analizar los resultados. Es posible así detectar si la información del aula presencial ha sido transmitida correctamente.
- En grupos donde se incluyan estudiantes extranjeros, los cuestionarios pueden ser también diseñados en inglés, favoreciendo así la internacionalización de los estudios.

ENSEÑANZA DE LA PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL SEGÚN EL ENFOQUE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE MEDIANTE APLICACIONES SIMULADAS

Beatriz Marcos Salas, A. I. Manzanal Martínez,
N. Serrano Amarilla, M. J. Cuetos Revuelta

*Universidad Internacional de La Rioja
C/ Almansa, 101. 28048 Madrid
beatriz.marcos@unir.net*

Palabras clave: relaciones CTSA, alfabetización científica, pensamiento crítico, simulación didáctica, contaminación atmosférica.

Keywords: CTSA relations, scientific literacy, critical thinking, didactic simulation, atmospheric pollution.

Resumen

El enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) es una estrategia didáctica que impulsa una educación científica más contextualizada e integrada, y permite a los alumnos involucrarse en su vida cotidiana con pensamiento crítico, aunque su incidencia en Secundaria resulta todavía escasa. Una buena opción para su implementación es la simulación didáctica, porque permite analizar problemas complejos en escenarios virtuales. En esta propuesta, centrada en la contaminación atmosférica, se han seleccionado una serie de webs con aplicaciones simuladas para facilitar una mejor comprensión de los fenómenos y dinámica de sistemas desde el punto de vista científico, donde predominen el aprendizaje experimental y por descubrimiento.

Abstract

The Science-Technology-Society-Environment (CTSA) approach is a didactic strategy that promotes a more contextualized and integrated scientific education, and allows students to get involved in their daily lives with critical thinking, although their incidence in Secondary is still scarce. A good option for its implementation is the didactic simulation because it allows analyzing complex problems in virtual scenarios. In this proposal, focused on air pollution, a series of webs with simulated applications have been selected to facilitate a better understanding of the phenomena and dynamics of systems from a scientific point of view, where experimental learning and discovery predominate.

EL ENFOQUE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE (CTSA)

El modelo socioeconómico vigente ha ocasionado y continúa ocasionando múltiples problemas de carácter ambiental, social, político y cultural. Todos ellos son problemas interrelacionados que amenazan la sostenibilidad del planeta y requieren urgentemente replantearnos un nuevo modelo, y en ello, el ámbito educativo no puede sustraerse, sino que debe jugar un papel clave y liderar el cambio¹.

El enfoque CTSA tiene su origen en la crisis ambiental y en las reflexiones sobre la naturaleza de la ciencia y su papel en la sociedad. Fue generado como una estrategia didáctica alternativa para la enseñanza de las ciencias, que se ocupa de la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente preparados ante la problemática socioambiental del mundo moderno². Permite que los docentes incorporen en su práctica pedagógica una educación para la sostenibilidad, articula la construcción de actitudes, intereses y valores hacia la ciencia con la formación científica, tecnológica y ciudadana³.

Desde el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales se apunta a la descontextualización como una de las principales causas de la falta de interés y actitudes negativas del alumnado hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias⁴. Una imagen predominantemente teórica y cuantitativa, que ignora su conexión con el mundo circundante, así como sus aplicaciones en el entorno natural y social, ofrece a los alumnos una visión fragmentada y distorsionada de la ciencia y de las tecnologías asociadas, haciendo que muchos de los alumnos manifiesten que no ven utilidad personal y social a los contenidos que se enseñan.

La inserción de la letra A, de ambiente, implica considerar la comprensión de las cuestiones ambientales y de calidad de vida, lo que contribuye a mostrar la realidad de forma integral³. En torno al eje de estudio que la problemática ambiental suscita, el profesor puede diseñar escenarios de aprendizaje para analizar y profundizar sobre las relaciones de lo natural con lo social y lo cultural, conectar la realidad local y global con otras vertientes como economía, industrial, histórica, etc. La contextualización de los conceptos y procesos científicos facilita a los alumnos su comprensión y su valoración en la sociedad actual.

Esta estrategia provoca el reconocimiento de esos problemas socioambientales, ocasiona inquietudes y cuestiones relacionadas con la influencia creciente de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad, y finalmente, promueve la reflexión, así como compromisos y comportamientos favorables hacia el desarrollo sostenible⁵. Ha demostrado ser muy eficaz para desarrollar en los alumnos aptitudes que les permitan involucrarse con pensamiento crítico en su vida cotidiana, promover la alfabetización científica y contribuir al ejercicio de una ciudadanía activa y consciente.

La integración de las relaciones CTSA en el currículo resulta, por tanto, esencial al ofrecer una visión multidimensional de los elementos que intervienen en el problema, en la solución, además de dar una

¹ MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. (2013). La emergencia de las cuestiones socio científicas en el enfoque CTSA. *Góndola*, 8(1), pp. 23-35.

² SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de las interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 337-347.

³ BONAVERI, P. D. (2010). *Ciencia, tecnología, sociedad global y medio ambiente. Elementos para el desarrollo de una cultura con un enfoque sistémico, en la construcción de comunidades ecológicamente sostenibles*. Editorial Uniatonoma. Bogotá.

⁴ RÍOS, E. y SOLBES, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 32-55.

⁵ MARQUÉS, R., PEDROSA, A., PAIXAO, F., MARTINS, I., CAAMAÑO, A., VILCHES A., y MARTÍN DÍAZ, M. J. (coord.) (2008). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Enseñanza de las Ciencias. Educación Científica y desarrollo Sostenible*. V Seminario Ibérico/Iberoamericano de CTS no Ensino das Ciências. Aveiro. Universidade de Aveiro.

visión histórica y una contextualización de los contenidos a enseñar². De esta manera, es fácil vincular temas disciplinares no solo con el fin de alcanzar un aprendizaje cognitivo, sino con el desarrollo de capacidades sociales, éticas y culturales que fomenten la responsabilidad social.

Este enfoque ya forma parte de muchos currículos en la universidad; sin embargo, continúan sin ser implementados de forma rutinaria en la Educación Secundaria; de hecho, en numerosas ocasiones, se reducen a actividades complementarias⁴. Entre los principales obstáculos para ponerlo en marcha destacan las resistencias comunes a todas las innovaciones educativas debido al carácter generalmente conservador de los sistemas educativos, la formación básicamente disciplinar del profesorado y el escaso dominio de la mayoría del profesorado con muchas de las estrategias de enseñanza-aprendizaje¹.

USO DE LAS SIMULACIONES DE FORMA DIDÁCTICA

Los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más interesantes en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, ya que facilitan la comprensión procedimental de las disciplinas científicas en todos sus aspectos. Por ese motivo son utilizados en una gran variedad de programas académicos, a todos los niveles educativos, generalmente de forma complementaria y sincronizada con la teoría de la asignatura correspondiente. Sin embargo, a medida que los modelos educativos se han flexibilizado y enfocado hacia la adquisición de competencias, la integración de las TIC ha cambiado sustancialmente los conceptos del espacio físico, la versatilidad o la interactividad. De hecho, los ambientes de aprendizaje basados en la web se han convertido en muy populares en la Educación Secundaria y superior; por su acceso fácil a una gran variedad de tecnología multimedia, a las que no se tendría acceso de otro modo.

Entre los recursos educativos digitales destacan los laboratorios virtuales y las aplicaciones simuladas, debido principalmente a su impacto visual, sus características de animación y su interfaz interactiva. Mediante realidad virtual logran recrear escenarios, reproducir fenómenos naturales, simular condiciones variables en los sistemas y modelos. Son reproducibles tantas veces como requiera el alumno para apropiarse de los conceptos y al interactuar con la simulación mejoran la comprensión de los procesos, superando así algunas de las limitaciones de las actividades prácticas en el aula o en un laboratorio tradicional. Evidentemente, la implementación de estas tecnologías en el aula conlleva un reto para el docente, pero compensa el esfuerzo, porque asegura la motivación del alumno y su participación más activa en el proceso y en nuestro caso, cabe enfatizar que la simulación es útil para trabajar acorde al enfoque CTSA.

El profesor puede crear fácilmente entornos constructivistas, generando investigaciones sobre cuestiones ambientales de actualidad, potenciando procedimientos como la experimentación, la recogida de datos, el análisis y la verificación de hipótesis⁶, sin olvidar que durante el proceso el alumno reflexiona sobre el alcance y los impactos a nivel local y/o global, para finalmente construir un juicio personal acorde con valores como la sostenibilidad y la responsabilidad social.

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La idea del diseño de una propuesta didáctica en torno al problema de la contaminación atmosférica surge a raíz de un episodio prolongado de ausencia de lluvias e inversión térmica durante el otoño de 2017. Durante esos meses se difunden a través de los medios de comunicación gran cantidad de noticias informando de los elevados índices de contaminación atmosférica en algunas ciudades españolas, y don-

⁶ CATALDI, Z., DONNAMARÍA, M. C. y LANGE, F. J. (2009). *Didáctica de la química y TICs: laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual*. IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.

de aparecían constantemente titulares tan impactantes y preocupantes como «La España a la que le cuesta respirar»⁷, «18 grandes ciudades españolas superan los niveles de contaminación atmosférica»⁸ o «Casi 17 millones de bebés menores de un año en el mundo respiran un aire tóxico que puede afectar a su desarrollo cerebral»⁹.

Los alumnos son parte importante e implicada en los efectos de la contaminación ambiental como parte y agentes directos de las nuevas generaciones y, por lo tanto, partir de este enfoque CTSA y de la utilización de aplicaciones simuladas es la excusa perfecta para abordar el cambio climático, la contaminación y sus repercusiones económicas y sociales.

Con estos antecedentes, la simulación didáctica se presenta como una buena opción para facilitar al alumno la comprensión de un fenómeno tan complejo como la contaminación atmosférica. Se eligieron tres aplicaciones que recreasen escenarios donde el alumno explore y sea protagonista, logrando que se involucre a través de la experiencia directa, procesando la información que se le ofrece, la obtención de resultados y el análisis de las consecuencias de las diferentes decisiones que se puedan adoptar.

Al inicio, es aconsejable implicar al alumno en la búsqueda activa de noticias en los diferentes medios de comunicación sobre valores e indicadores de contaminación atmosférica, sus consecuencias y medidas correctoras, relacionadas con su entorno más próximo. Después, la lectura guiada de las noticias más relevantes servirá como punto de partida para afianzar y profundizar conceptos básicos, tales como contaminación atmosférica, emisión de sustancias contaminantes en la atmósfera, principales actividades humanas generadoras de contaminación atmosférica, y red de estaciones de vigilancia de calidad del aire. De esta manera, se crea el sustrato para que el alumno entienda que la atmósfera es esencial para la vida, reflexione sobre la calidad de aire y el efecto nocivo de la polución y cómo una atmósfera contaminada puede dañar la salud de las personas y afectar a la vida de animales y plantas.

Con la utilización de las aplicaciones, el alumno es capaz de comprender que la atmósfera es un medio complejo, dinámico y frágil. Ayuda al docente a conjugar la teoría sobre su estructura, composición química y propiedades físicas con evidencias prácticas sobre variaciones en las emisiones y dispersión de contaminantes en una zona cercana a donde viven. Así, mediante el análisis de los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera, es posible introducir y enlazar con sus graves consecuencias a nivel global, tales como cambio climático, destrucción de la capa de ozono, lluvia ácida, elevación del nivel del mar, etc., fenómenos todos ellos que acarrearán graves consecuencias para la humanidad y la biosfera.

The World Air Quality Index (WAQI) Project¹⁰ presenta abundantes datos sobre calidad del aire en tiempo real en más de 60 países, con más de 9000 estaciones repartidas por todo el planeta, que se pueden visualizar fácilmente gracias a la interfaz de un mapa. En la *figura 1* se señalan las estaciones repartidas por la península ibérica y parte del sur de Europa.

⁷ BLANCO, P. (2017). La España a la que le cuesta respirar. Hora 25. Cadena SER. Recuperado de: http://cadenaser.com/programa/2017/11/23/hora_25/1511469443_374798.html.

⁸ GREGORI, J. (2017). 18 grandes ciudades españolas superan los niveles de contaminación atmosférica. SER. Ciencia y Tecnología. Recuperado de: http://cadenaser.com/ser/2017/11/20/ciencia/1511176298_716529.html.

⁹ ATRESMEDIA (2017). El cerebro del niño es especialmente vulnerable. Noticias de Antena 3. Recuperado de: http://www.antena3.com/noticias/mundo/unicef-alerta-casi-millones-bebes-menores-ano-mundo-respiran-aire-toxico-que-puede-afectar-desarrollo-cerebral_201712065a27c1220cf2b410ea9ac56a.html.

¹⁰ Índice de calidad mundial (2016). Recuperado de: <http://aqicn.org/map/spain>



Figura 1. Contaminación del aire en España: mapa visual del índice de calidad del aire en tiempo real.

Esta web ofrece información sobre el nivel de calidad del aire mediante una escala de colores (figura 2) para facilitar su lectura y comprensión por parte del alumno.



Figura 2. Índice de la calidad del aire.

Situando el cursor en cualquiera de las estaciones, aparecen las lecturas correspondientes de los parámetros medidos, las concentraciones de las partículas en suspensión (PM10), ozono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, temperatura, presión, humedad y viento, como en la imagen adjunta (figura 3), en la que se muestra la calidad del aire en Madrid en el medidor situado en la Casa de Campo. Por ejemplo, en esta ciudad existen un total de 7 medidores repartidos por diferentes localizaciones, lo que proporciona oportunidades para el seguimiento y comparativas entre ellas, a fin de analizar los factores que influyen en los episodios de mayor contaminación, cómo afrontarlos y buscar posibles soluciones a los problemas que origina la contaminación atmosférica en una gran ciudad y sus alrededores.



Figura 3. Contaminación del aire en la Casa de Campo, Madrid. Índice de calidad del aire en tiempo real.

Por otro lado, diferentes estudios avalan la evidencia de que la temperatura del planeta se está elevando, tanto que a finales de 2120 habrá aumentado de media medio grado¹¹. El proyecto Eurosion¹², de la Unión Europea, se encarga del estudio y desarrollo de medidas para proteger las zonas costeras de la erosión y las inundaciones. Cuando el nivel del mar se eleva con rapidez, incluso un pequeño incremento puede derivar en efectos catastróficos para los hábitats costeros. El agua de mar logra penetrar en zonas interiores, lo cual generará, sin duda, erosión, inundación de humedales, contaminación de acuíferos y de suelo agrícola, y pérdida del hábitat de peces, pájaros y plantas. Por otro lado, muchos millones de personas habitan en áreas cada vez serán más vulnerables al riesgo de inundaciones y, por lo tanto, la subida del nivel del mar los obligaría a abandonar sus hogares y a mudarse a otra zona.

Esta aplicación¹⁰ permite estudiar estos impactos ambientales y en concreto, simular el aumento del mar en las costas de España, en concreto, en la costa mediterránea, mostrando la modificación de la línea de costa (figura 4), la destrucción de ecosistemas litorales (playas, deltas, etc.), la salinización de acuíferos costeros y desaparición de islas, entre otros fenómenos.



Figura 4. Simulación del cambio en la costa por el aumento del nivel del mar.

The Climate Time Machine, o Máquina del Cambio Climático, del Jet Propulsion Laboratory de la NASA¹³ es una aplicación interactiva que simula el cambio climático a nivel global, para comprender los efectos del aumento en las emisiones de CO₂ y la temperatura media global sobre los glaciares y el nivel del mar. Todo ello acompañado de unos anexos muy útiles destinados a los educadores, que incluyen una serie de artículos, gráficos y multimedia para el análisis de los signos vitales del planeta, y para la reflexión sobre las causas y consecuencias de los cambios producidos con el paso del tiempo (figura 5).



Figura 5. Cambio climático global. Signos vitales del planeta disponible en The Climate Time Machine.

¹¹ BROWN, P.T. y CALDEIRA, K. (2017). Greater future global warming inferred from Earth's recent energy Budget. *Nature*, 552, pp. 45-50.

¹² Proyecto EUROSION (s.f). Portal EUROSION. Una iniciativa europea para la gestión sostenible de la erosión costera. Recuperado de: <http://www.eurosion.org/>.

¹³ Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA/Instituto de Tecnología de California (2018). Recuperado de: <https://climate.nasa.gov/>.

Brinda la oportunidad de observar y comprender la dinámica del CO_2 en la atmósfera, y para ello cuenta con animaciones de las corrientes de los vientos y cómo se desplaza el gas desde los focos de emisión hasta zonas lejanas. Se escenifica el aumento en los niveles del CO_2 desde enero de 2005 hasta la actualidad en el planeta, de forma gráfica y con multimedia (figura 6). Resulta muy didáctico observar los gradientes de concentración de esta sustancia a nivel regional y global para concienciarse de las repercusiones que tiene.



Figura 6. Niveles de dióxido de carbono en The Climate Time Machine.

Otro de los parámetros que ofrece es el nivel de hielo en el Ártico. Esta capa de agua congelada que cubre gran parte del océano Ártico y los mares vecinos resulta esencial y crítica, porque su superficie blanca devuelve energía solar al espacio y enfría el planeta. La página muestra datos relativos a la extensión del casquete polar en un registro histórico desde 1979 hasta la actualidad (ver figura 7), lo que permite verificar en el aula fácilmente su declive progresivo, acelerando su derretimiento a un ritmo rápido debido al aumento de las temperaturas.

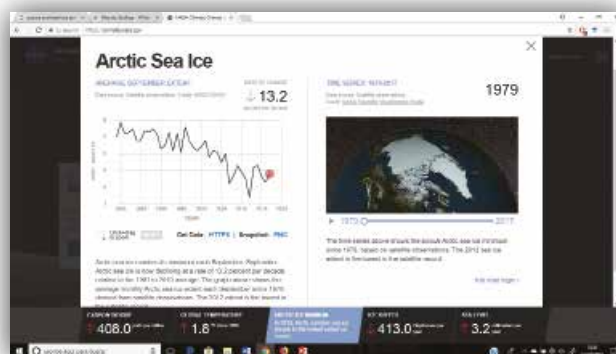


Figura 7. Niveles de hielo en el Ártico en The Climate Time Machine.

Y, por último, también son accesibles los registros de temperatura global del planeta desde 1984. Mediante gráficos e información audiovisual, el alumno puede profundizar y valorar su evolución y los cambios térmicos ocurridos en los últimos 135 años (figura 8). Mediante un mapa, diferenciado por zonas y colores, se aprecia el alarmante aumento durante las últimas cuatro décadas y la localización de las zonas más cálidas del planeta.



Figura 8. Temperatura global del planeta en The Climate Time Machine.

Y, como complemento, es recomendable usar también Eyes on the Earth 3D¹⁴, una aplicación desarrollada por la NASA para observar la Tierra desde la perspectiva de 15 satélites en tiempo real. Su valor como herramienta didáctica para el seguimiento del cambio climático radica en su interactividad, en cómo ofrece las variables climáticas a tiempo real y en su galería de fotos con evidencias comparativas del impacto de las actividades humanas y riesgos naturales. Esta página está muy centrada en meteorología y estudios científicos de océanos y glaciares e incorpora información ambiental relevante, como el nivel de radiación, nivel de ozono, movimientos de agua de mar y del hielo a través de los campos de gravedad, entre otros.

CONCLUSIONES

La simulación didáctica es una buena herramienta para abordar la problemática socioambiental desde un enfoque CTSA. El profesor puede así diseñar investigaciones sobre cuestiones ambientales de actualidad, a un nivel local y/o global, potenciando una mejor comprensión de fenómenos complejos y dinámica de sistemas desde el punto de vista científico.

Las páginas web, aquí sugeridas a modo de ejemplo, para abordar la contaminación atmosférica y el cambio climático, son gratuitas, atractivas para nativos digitales y aptas para un nivel de Educación Secundaria. Proporcionan al alumno un acceso fácil y rápido a gran cantidad de mediciones de los principales contaminantes atmosféricos, lo que le permite indagar sobre los cambios que se han producido en el planeta en el último siglo y escenificar las futuras consecuencias. Durante el proceso de aprendizaje el alumno reflexiona sobre el impacto de la actividad humana en la biosfera, los daños para la salud y la eficacia de las soluciones tomadas para su reducción en cuanto normativas e investigaciones, lo que le ayuda a construir un juicio fundamentado acorde a la responsabilidad ciudadana.

¹⁴ Eyes on the Earth (s.d.). NASA's Jet Propulsion Laboratory. Recuperado de: <https://eyes.jpl.nasa.gov/eyes-on-the-earth.html>.

GAMIFICACIÓN EDUCATIVA: KAHOOT! EN EL AULA

Angélica Martínez-Zarzuelo

*Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas
Facultad de Educación, Centro de Formación del Profesorado
Universidad Complutense de Madrid
C/ Rector Royo Villanova, s/n. 28040 Madrid
angelica.martinez@ucm.es*

Palabras clave: gamificación; Kahoot!; Educación Infantil; TIC; innovación educativa.

Keywords: gamification; Kahoot!; Early Childhood Education; ICT; educational innovation.

Resumen

Las tecnologías de la información y la comunicación se utilizan en procesos educativos desde hace tiempo. Los recursos educativos basados en la gamificación son unos de los más actuales. En este trabajo se describe una experiencia de aula con Kahoot! llevada a cabo con alumnos del grado de Maestro en Educación Infantil de la Universidad Complutense de Madrid. Los alumnos participantes en esta experiencia la han valorado como innovadora, útil y divertida. Además, han mostrado su deseo de seguir utilizando este recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje para facilitar la adquisición del conocimiento a través de actividades lúdicas.

Abstract

Information and communication technologies haven been used in educational processes for a long time. Educational resources based on gamification are some of the most used. This paper describes a classroom experience with Kahoot! carried out with students of the Early Childhood Education Degree at the Complutense University of Madrid. The students participating in this experience have valued it as innovative, useful and fun. In addition, they have shown their desire to continue using this didactic resource in the teaching learning process in order to facilitate the acquisition of knowledge through ludic activities.

INTRODUCCIÓN

Son muchas y muy diversas las tecnologías que se aplican hoy en día en el ámbito educativo. El uso de estas tecnologías contribuye, entre otros factores, a la innovación en los procesos de enseñanza-apren-

dizaje, y al desarrollo de nuevas metodologías y modelos de enseñanza como alternativa a los tradicionales. Las tecnologías basadas en la gamificación son unas de las más actuales. Los docentes están incorporando, cada vez más, elementos básicos propios de los juegos en sus aulas como apoyo a la formación del alumnado. Las ventajas en los procesos de enseñanza que se derivan de este hecho son numerosas y de interés para la comunidad educativa.

En este trabajo se describe una experiencia de aula llevada a cabo con alumnos del grado de Maestro en Educación Infantil de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid durante el curso académico 2017-2018, en la que se ha hecho uso de uno de los recursos que permite poner en práctica la gamificación en el aula, Kahoot!

El propósito de esta experiencia es conocer la opinión del alumnado de ese nivel educativo sobre este recurso didáctico, poner en práctica determinadas actividades con Kahoot! en el aula para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos educativos propios de la asignatura Desarrollo del pensamiento lógico-matemático y su didáctica II del tercer curso de este grado, y conocer el grado de satisfacción del alumnado con la experiencia realizada.

VENTAJAS DE LA GAMIFICACIÓN EN EL AULA: KAHOOT!

Este recurso gratuito basado en la gamificación destaca, entre otros aspectos, por su facilidad de uso, interactividad y dinamismo. Puede utilizarse en el aula con diferentes finalidades, tales como valorar los conocimientos previos del alumnado, evaluar la adquisición de conocimiento o debatir sobre una temática concreta. Esta herramienta facilita, además, la puesta en práctica de uno de los elementos vinculado al proceso de enseñanza aprendizaje, la evaluación continua, ya que permite obtener de forma sencilla y funcional información sobre el nivel de conocimiento de la clase en general, y de cada alumno en particular. Esta posibilidad de evaluación y autoevaluación a través del juego es una de las ventajas que destacan otros autores como Carrizosa (2017)¹.

Se ha demostrado la existencia de consecuencias positivas derivadas del uso de esta herramienta en el aula. Un crecimiento de la participación del alumnado en clase, un aumento del interés de los estudiantes y, en consecuencia, un incremento de su motivación son algunas de ellas (Martínez, 2017)².

Numerosos estudios y experiencias educativas con Kahoot! se han llevado a la práctica recientemente en diferentes niveles educativos, siendo muy positiva la aceptación por parte de los alumnos que han participado (Plump y LaRosa, 2017)³.

Como consecuencia del uso de este recurso en el aula se ha observado, en la etapa universitaria, además de las ventajas ya mencionadas, una mejora en el proceso de aprendizaje y un desarrollo del aprendizaje

¹ CARRIZOSA, E. (2017). Introducción de la gamificación en la docencia. Cuestionarios interactivos con Kahoot. En A. M. Delgado y I. Beltrán (ed.), *Las TIC y las buenas prácticas en la docencia del derecho*. Barcelona. Huygens, pp. 67-74.

² MARTÍNEZ, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot! *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 83, pp. 252-277.

³ PLUMP, C. M., y LAROSA, J. (2017). Using Kahoot! in the classroom to create engagement and active learning: a game-based technology solution for elearning novices. *Management Teaching Review*, 2(2), pp. 151-158.

activo (Cano et al., 2017⁴; Iwamoto, Hargis, Taitano y Vuong, 2017⁵; Pintor, 2017⁶; Rodríguez-Fernández, 2017⁷; Zarzycka-Piskorz, 2016⁸). Otros autores destacan en este contexto una mejora tanto de las relaciones entre los alumnos como entre el profesorado y el alumnado debido al uso de este recurso de gamificación (Ramírez, Arciniega, Iriarte y Arriaga, 2017)⁹. Así como un aumento del grado de concentración de los alumnos que participan en actividades diseñadas con Kahoot! (Jara y Cancino, 2018)¹⁰.

Los beneficios de esta herramienta de gamificación también se han observado en Educación Secundaria (Pérez, 2017)¹¹ y Educación Primaria (Ordiz, 2017)¹² donde el uso de este tipo de recursos parece incentivar el ánimo de superación del alumnado, mejorando la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y destrezas. Además, también es aplicable en Educación Infantil, donde los colores y las formas asociadas a cada respuesta en la plataforma permiten adecuar de forma sencilla cuestiones sobre los colores rojo, azul, amarillo y verde y sobre formas geométricas como círculo, triángulo y cuadrado.

METODOLOGÍA

En este estudio se ha utilizado una metodología de investigación descriptiva a partir del diseño, aplicación y análisis de dos instrumentos de medida.

Uno de los instrumentos de medida, *Tecnologías en el aula*, consta de 11 ítems (5 de respuesta cerrada y 6 de respuesta abierta) y evalúa aspectos referidos a la experiencia en general en el aula con tecnologías de la información y la comunicación y al conocimiento y uso de Kahoot! en particular. Este instrumento se ha aplicado a una muestra de 136 alumnos del tercer curso del grado de Maestro en Educación Infantil de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid en el curso académico 2017-2018.

Una vez aplicado este instrumento y analizados los resultados obtenidos a través del mismo, se diseñaron dos actividades con Kahoot! en el contexto de la asignatura Desarrollo del pensamiento lógico matemático y su didáctica II del mismo curso y grado. Estas actividades consistieron en dos *quiz* realizadas en dos sesiones diferentes de la asignatura. La primera de ellas consta de 26 cuestiones sobre normativa edu-

⁴ CANO, M. P., ESQUIFINO, A., JIMÉNEZ, V., FERNÁNDEZ, M. P., BLANCO, M. D., OLMO, R. M., TEIJÓN, C., VILLARINO, A. L., VIRTO, L., IZUZQUIZA, J. y NAVARRO, I. (2017). *Plataforma de aprendizaje Kahoot para la mejora de la enseñanza en diferentes grados del área de Ciencias de la Salud* (Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente). Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

⁵ IWAMOTO, D. H., HARGIS, J., TAITANO, E. J., y VUONG, K. (2017). Analyzing the Efficacy of the Testing Effect Using Kahoot™ on Student Performance. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(2), pp. 80-93.

⁶ PINTOR, P. (2017). Gamificando con Kahoot en evaluación formativa. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), pp. 112-117.

⁷ RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, L. (2017). Smartphones y aprendizaje: el uso de Kahoot en el aula universitaria. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 8(1), pp. 181-189.

⁸ ZARZYCKA-PISKORZ, E. (2016). Kahoot It or Not? Can Games Be Motivating in Learning Grammar?. *Teaching English with Technology*, 16(3), pp. 17-36.

⁹ RAMÍREZ, A. C., ARCINIEGA, A. L., IRIARTE, A., y ARRIAGA, M. O. (2017). Aplicaciones educativas para la enseñanza: Caso de estudio Kahoot!. *EDUCATECONCIENCIA*, 16(17), pp. 139-149.

¹⁰ JARA, F. J., y CANCINO, P. E. (2018). La integración de los dispositivos móviles. Kahoot! Una estrategia didáctica para la evaluación de matemáticas en el nivel superior (ingenierías). *REVISTA MICA*, 1(1), pp. 33-47.

¹¹ PÉREZ, S. D. (2017). El uso de los dispositivos móviles en clase de Historia: experiencia de uso de Kahoot como herramienta evaluadora. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 35, pp. 1-12.

¹² ORDIZ, T. (2017). Gamificación: La vuelta al mundo en 80 días. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), pp. 397-403.

cativa en Educación Infantil, y se diseñó y aplicó con la finalidad de ayudar al alumnado en la comprensión de esta temática (figura 1). La segunda consta de 24 preguntas y su finalidad fue la de consolidar los contenidos sobre magnitud y medida impartidos en la asignatura (figura 2).



Figura 1. Ejemplo de pregunta sobre normativa educativa en Educación Infantil.



Figura 2. Ejemplo de pregunta sobre contenidos de magnitud y medida.

Tras la puesta en práctica de la segunda *quiz* se aplicó a una muestra de 122 alumnos el segundo instrumento diseñado, *Experiencia con Kahoot!* Este instrumento está formado por 11 ítems (8 de respuesta cerrada y 3 de respuesta abierta) y evalúa, entre otros aspectos, la satisfacción con la experiencia llevada a cabo mediante Kahoot! en el aula.

Después de analizar los datos recopilados a través de este último instrumento, y teniendo en cuenta los comentarios aportados por los alumnos encuestados, se planificó una actividad grupal de desarrollo en el aula. Esta actividad consistió en el diseño y puesta en práctica por parte de los alumnos de una quiz, jumble o discussion haciendo uso de la herramienta Kahoot! en la que se trataran aspectos relacionados con los contenidos de la asignatura: magnitud, medida, espacio y geometría en Educación Infantil. Todas las actividades desarrolladas se hicieron públicas y los alumnos destacaron la gran utilidad de este tipo de iniciativa.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del instrumento *Tecnologías en el aula* muestran, en lo relacionado con el uso de tecnologías de la información y la comunicación, que los alumnos encuestados han empleado hasta el momento en sus clases de grado recursos tales como: paquete de Office (Word, PowerPoint, Excel, etc.), Campus Virtual, Wikiespace, Dropbox, Google Drive, WeTransfer, Dialnet, Mendeley, WordPress; YouTube, Pinterest, WebQuest, Audacity, Windows Movie Maker, Filmora, VideoScribe, Prezi, EZAnalyze, JClic, Educaplay, Cmap Tools, etc.

Para los próximos cursos los alumnos manifiestan el deseo de trabajar en el aula con tecnologías de la información y la comunicación que les permitan aprender de una forma más lúdica, dinámica, creativa y amena. Concretamente el alumnado apuesta por recursos motivadores, prácticos, fáciles de manejar y que fomenten la participación activa. Además, hacen especial referencia a la necesidad de aprender recursos tecnológicos de utilidad para su futuro laboral. Así reclaman, entre otros: aplicaciones, páginas web o programas que sean fiables en la búsqueda de recursos para su futuro como docentes; recursos con los que adquirir nuevos conocimientos y poder transmitírselos a sus futuros alumnos, y herramientas concretas que puedan emplear en las aulas de Educación Infantil.

Respecto a Kahoot!, los resultados que se han obtenido a partir del instrumento *Tecnologías en el aula* permiten afirmar que el 73,5% de los alumnos encuestados manifiesta conocer esta herramienta. Sin embargo, el 79,4% del total parece no haberlo utilizado en ninguna ocasión. Entre los alumnos que lo han empleado, el 18,4% afirma haberlo hecho en alguna sesión de aula en el centro educativo para fines como: repasar contenidos vistos en una determinada asignatura, comprobar que se han adquirido ciertos conocimientos; realizar ejercicios en el aula, como recurso para recordar un determinado temario, como recurso empleado por compañeros al final de una exposición de aula a modo de evaluación, etc. Además, algunos de los alumnos encuestados afirman haberlo utilizado ya en su centro educativo de Educación Secundaria. Por otro lado, el 2,2% del alumnado que afirma haber empleado Kahoot! fuera del aula lo ha hecho en: academias extraescolares para repasar contenidos, campamentos de verano para realizar diferentes encuestas y juegos, cursos de monitor de ocio y tiempo libre para repasar contenidos impartidos previamente, etc.

Después de la experiencia de aula llevada a cabo con Kahoot! en el marco de la asignatura Desarrollo del pensamiento lógico-matemático y su didáctica II, del grado de Maestro en Educación Infantil, los datos recopilados mediante el instrumento *Experiencia con Kahoot!* proporcionan datos de interés en relación con el uso de este recurso en el aula. Respecto a su facilidad de manejo, el 97,5% de los alumnos encuestados considera que el uso de Kahoot! mediante un dispositivo móvil es sencillo.

Por otro lado, y relativo al uso de Kahoot! en esta asignatura en concreto, el 95,1% del alumnado caracteriza de útil el uso de este recurso en la asignatura. El 86,1% afirma, además, que el uso de esta herra-

mienta de gamificación hace aumentar su interés y motivación por la asignatura en cuestión. Un dato sorprendente es que un 88,3% considera que el uso de Kahoot! en esta asignatura ayuda a preparar mejor el examen, mientras que un porcentaje menor, exactamente un 71,7%, afirma que su uso en la asignatura ayuda a comprender mejor algunos conceptos (*gráfico 1*). Cabe reflexionar entonces, en este contexto, sobre aspectos tales como la finalidad de un examen en el ámbito educativo.

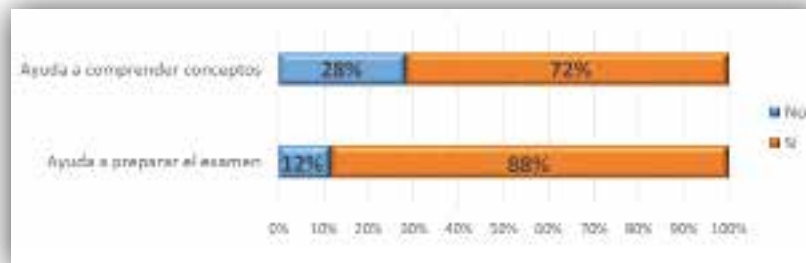


Gráfico 1. Percepciones del alumnado sobre el uso de Kahoot!

Entre los aspectos de Kahoot! que más les gustan a los alumnos encuestados, destacan su sencillez y carácter innovador, interactivo, dinámico, motivador, participativo, divertido y ameno. Además de ello, los alumnos manifiestan aspectos positivos de esta herramienta al ofrecer la posibilidad de: hacer actividades de aula mediante el juego, ayudar a conocer si realmente se han adquirido ciertos conocimientos, poder usarlo a cualquier edad, aprender de una forma lúdica, ser evaluados jugando, afianzar y repasar contenidos de manera lúdica, conocer en el momento si la respuesta dada es correcta o no ayudando a la reflexión, etc. Mencionan también como aspectos positivos del uso de Kahoot! el carácter competitivo y la adrenalina, emoción e intriga que supone participar.

Entre los inconvenientes que han manifestado los alumnos encuestados destacan, por un lado, la velocidad necesaria de respuesta, desventaja ya percibida en otras experiencias llevadas a cabo con Kahoot! en el ámbito universitario como la de los autores Marín, Vidal, Peirats y López (2018)¹³. Por otro lado, los alumnos destacan los problemas relacionados con la conexión a internet. Inconveniente, este último, ya manifestado por su propio creador Alf Inge Wang.

Los alumnos encuestados describieron además algunas propuestas sobre el uso de Kahoot! en futuras sesiones de la asignatura. Manifestaron su deseo de seguir utilizando este recurso de forma continua con el objetivo de repasar de manera periódica los contenidos impartidos. Mostraron también su deseo de participar en una actividad de gamificación con Kahoot! diseñada para repasar todos los contenidos de la asignatura días antes del examen. Mencionar también su interés por diseñar ellos mismos una tarea con Kahoot! para conocer el recurso en profundidad y poder emplearlo en un futuro.

Teniendo en cuenta las diferentes propuestas de los encuestados, el alumnado realizó de forma grupal el diseño y puesta en práctica de una actividad con Kahoot! en el aula. Comentar que los alumnos emplearon diferentes modalidades de este recurso como *quiz* y *jumble*, tanto de forma individual como por equipos. En la *figura 3* y la *figura 4* pueden verse dos ejemplos creados por los alumnos. Además, diseñaron actividades tanto para alumnos que estaban cursando la asignatura *Desarrollo del pensamiento lógico-matemático y su didáctica II*, del grado de Maestro en Educación Infantil, como para alumnos de Educación Infantil.

¹³ MARÍN, D., VIDAL, M. I., PEIRATS, J., y LÓPEZ, M. (2018). Gamificación en la evaluación del aprendizaje: valoración del uso de Kahoot!. En REDINE (ed.), *Innovative Strategies for Higher Education in Spain*. Madrid. Adaya Press, pp. 8-17.



Figura 3. Kahoot! Quiz.



Figura 4. Kahoot! Jumble.

En relación con esta última actividad, los alumnos agradecieron la posibilidad que se les ofreció en el contexto de aula de crear ellos mismos una tarea con Kahoot! De forma general, la experiencia con esta herramienta ha sido positiva para el alumnado encuestado. Prueba de ello es que a más del 94% del alumnado le gustaría seguir utilizando Kahoot! en esta y otras asignaturas del grado.

CONCLUSIONES

El uso de tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito educativo es una realidad en las aulas desde hace ya tiempo. Son muchas y muy variadas las opciones tecnológicas existentes hoy en día y esta circunstancia va en aumento.

De esta experiencia llevada a cabo con el alumnado de la asignatura Desarrollo del pensamiento lógico-matemático y su didáctica II, del tercer curso del grado de Maestro en Educación Infantil de la Universidad Complutense de Madrid, han derivado conclusiones interesantes.

Se observa, por un lado, que el alumnado de este nivel educativo y área tiene ya una notable experiencia en el uso de tecnologías educativas. Sin embargo, por otro lado, los alumnos demandan más recursos motivadores, que los ayuden a adquirir conocimiento, y que sean aplicables en su presente como estudiantes en la universidad y en su futuro laboral como docentes de Educación Infantil.

Las actividades realizadas con Kahoot! y los comentarios derivados de la participación de los alumnos han caracterizado la experiencia con este recurso como innovadora, útil y divertida. Además, los alumnos consideran motivador el uso de esta herramienta de gamificación en el aula, afirmando también que su participación en las actividades con Kahoot! les ha permitido consolidar conceptos de forma lúdica.

Es claro que las características que posee Kahoot! ofrecen posibilidades de interés para estudiantes y docentes. Sin embargo, no hay que olvidar que evidentemente existen otras muchas alternativas siendo lo verdaderamente importante conocerlas y poner en práctica aquellas que mejor se adapten a las finalidades de cada situación educativa.

HACIA EL ESTUDIO DEL SISTEMA PERIÓDICO CON LA AYUDA DE HOJAS DE CÁLCULO (Y VICEVERSA)

Luis Vicente Pérez Arribas, María Eugenia de León González, Noelia Rosales Conrado

*Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Complutense de Madrid
Avda. Complutense, s/n. 28040 Madrid
lvperez@ucm.es*

Palabras clave: elementos químicos, tabla periódica, TIC, aprendizaje, hoja de cálculo.

Keywords: chemical elements, periodic table, TIC, learning, spreadsheet.

Resumen

El estudio de la Química en ESO y Bachillerato incluye el conocimiento de los elementos químicos, propiedades y características a la vez que se establece como materia opcional Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que incluye el diseño y elaboración de bases de datos sencillas y el empleo de hojas de cálculo. En este artículo trataremos de forma transversal ambos aspectos del aprendizaje, mostrando cómo los alumnos pueden profundizar en el conocimiento de los elementos químicos utilizando hojas de cálculo con las que preparar bases de datos con las principales características de los elementos y realizar representaciones gráficas que muestren la periodicidad de algunas de las propiedades de dichos elementos.

Abstract

The study of Chemistry in secondary school includes the knowledge of the chemical elements, properties and characteristics, establishing as an optional subject "Information and Communication Technology (ICT)", which includes the design and development of simple data bases and the use of spreadsheets. In this article we will discuss both aspects of learning, showing how students can improve their knowledge of chemical elements using spreadsheets to prepare databases with the main characteristics of the elements and make graphic representations showing some of the periodical properties of the elements.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la Química engloba, como parte fundamental, un detallado conocimiento de los elementos químicos, sus propiedades y características. La importancia de este conocimiento es tal que ya en los primeros niveles de ESO se incluye en la materia troncal Física y Química, del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. Su estudio continúa en el segundo ciclo para aquellos alumnos que siguen la opción de enseñanzas académicas en la iniciación al Bachillerato y después, de forma opcional, en el primer curso de Bachillerato, de la modalidad de Ciencias, para terminar específicamente en la materia de Química, en el segundo curso de Bachillerato¹. Tanto en unos casos como en otros, el currículo básico para 2.º y 3.º de ESO incluye, como criterios de evaluación, la interpretación y ordenación de los elementos de la tabla periódica, conocer sus símbolos, relacionar sus propiedades con su posición en la tabla y, en general, conocer la estructura básica del sistema periódico. En 4.º de ESO se avanza un paso más y se incluyen como estándares de aprendizaje el relacionar las propiedades de los elementos con la posición en la Tabla Periódica, debiendo el alumno, al concluir este periodo, ser capaz de escribir el nombre y el símbolo de los elementos químicos y de situarlos en la tabla periódica.

Por otro lado, los alumnos de ESO y Bachillerato deben de estar preparados para adaptarse a un nuevo mapa de la sociedad en transformación, desarrollando competencias digitales. Por ello, en este mismo Real Decreto I, se establece como materia opcional Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que incluye como estándares de aprendizaje evaluables, entre otros, el diseño y elaboración de bases de datos sencillas y la resolución de problemas que requieran la utilización de hojas de cálculo para obtener resultados textuales, numéricos y gráficos. Sin embargo, el desarrollo de la competencia digital en el sistema educativo requiere una correcta integración del uso de las TIC en las aulas y que los docentes tengan la formación necesaria para dicha competencia¹.

El estudio de ambas materias se puede llevar a cabo de forma transversal y conjunta. Así, en la presente comunicación se muestra cómo los alumnos de ESO y Bachillerato pueden profundizar en el conocimiento de los elementos químicos utilizando hojas de cálculo con las que preparar bases de datos que recojan las principales características de los elementos (nombre, símbolo, número atómico, masa atómica, etc.) para después, aprovechando las diferentes funcionalidades de estas hojas, realizar representaciones gráficas que muestren la periodicidad de algunas de estas propiedades e implementar cálculos para determinar la masa molecular de diferentes compuestos en los que dichos elementos intervienen o para calcular la masa de sustancia para la preparación de disoluciones de una concentración dada. En definitiva, el empleo de las hojas de cálculo ofrece muchas posibilidades, algunas de las cuales mostramos a continuación.

BASE DE DATOS DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

En primer lugar, hay que decir que una **base de datos** es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto, relacionados entre sí y almacenados sistemáticamente para su posterior consulta. La información almacenada, correspondiente a cada objeto, recibe el nombre de *registro*. Cada registro tiene varios *campos*, conteniendo cada uno de ellos un dato determinado. En el caso de los elementos químicos, cada uno de ellos sería un objeto y los campos son el nombre, el número atómico, el símbolo, etc. En las hojas de cálculo tipo Excel de Microsoft® o similares, cada fila actúa como un registro y cada columna como un campo. Para crear una base de datos, lo primero que hay que establecer es cuántos campos va a contener cada registro y qué datos se van a introducir en estos campos.

Para realizar esta actividad, en primer lugar, bajo la supervisión del profesor, el alumno deberá comenzar a preparar una base de datos de los elementos químicos, buscando para ello la información disponible

¹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE. Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE, 3, 3 de enero de 2015.

en internet. La organización de la base de datos de los elementos deberá tener forma de tabla, con una fila por cada elemento y una columna por cada característica o propiedad de dicho elemento que se desee incluir en la base de datos, como ya se ha indicado en el párrafo anterior. No es necesario que en un primer momento la tabla sea muy exhaustiva, pues se pueden ir añadiendo nuevos elementos y sus características en diferentes sesiones. Los nuevos elementos y sus características se pueden añadir al final de la tabla y en el orden que se desee, ya que por medio de las opciones disponibles en el menú de *Ordenar* y *filtrar*, pueden ser reordenados de la forma que se desee, por ejemplo, alfabéticamente, por número atómico, etc. La *figura 1* muestra un ejemplo sencillo de base de datos formada por veinticinco elementos químicos ordenados alfabéticamente por nombre y entre las características de dichos elementos se incluyen, como puede apreciarse; **número atómico, nombre, símbolo y masa atómica**.

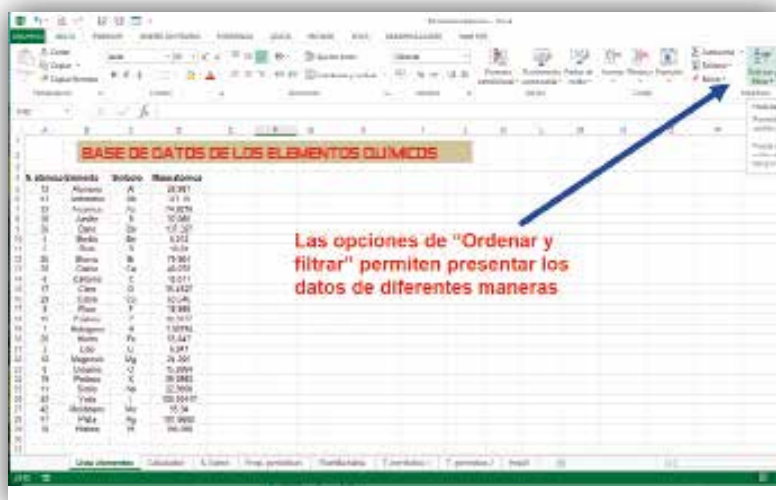


Figura 1. Una posible base de datos de elementos químicos conteniendo información básica.

Esta base de datos incipiente se puede ir ampliando con nuevos elementos, añadiendo nuevas filas a la tabla. También puede ampliarse el número de características o propiedades de dichos elementos, añadiendo nuevas columnas, tantas como el profesor o los alumnos involucrados en la actividad juzguen oportuna. La *figura 2* muestra una base de datos de elementos químicos mucho más elaborada. Corresponde a un fragmento de una base de datos que contiene información de 103 elementos químicos que incluyen 20 propiedades o características de cada uno de ellos, lo que supone del orden de 2000 datos en total.

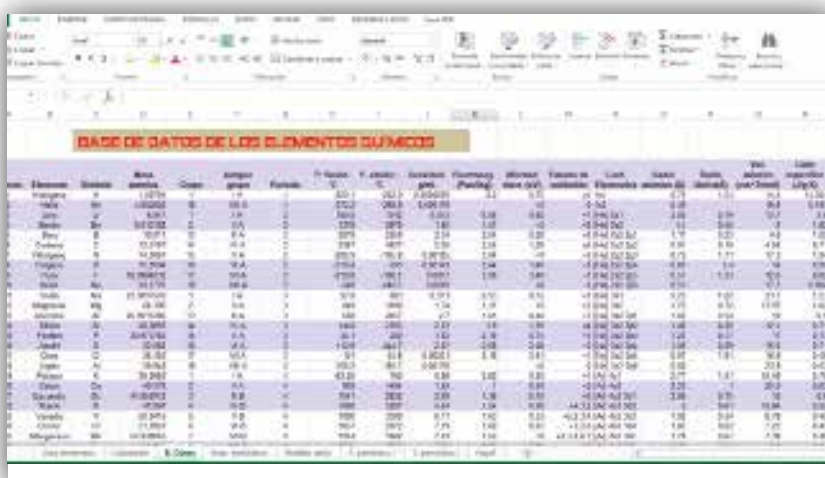


Figura 2. Ejemplo de base de datos con diferentes campos de información.

Manejar tan ingente cantidad de datos y buscar la información precisa y concreta para un elemento determinado no suele ser tarea fácil. Sin embargo, las hojas de cálculo actuales proporcionan una serie de herramientas y opciones que permiten presentar los datos agrupados por categorías y de acuerdo a un orden, definido por el usuario, facilitando la localización de los registros. Son las denominadas opciones de *Filtrado* y *ordenado* de datos que permiten extraer la información relevante que estemos buscando. En la *figura 3* se muestra la base de datos anterior, pero ahora con los filtros activados y en la que solo se muestra la información correspondiente al hidrógeno y a los elementos alcalinos (grupo I).

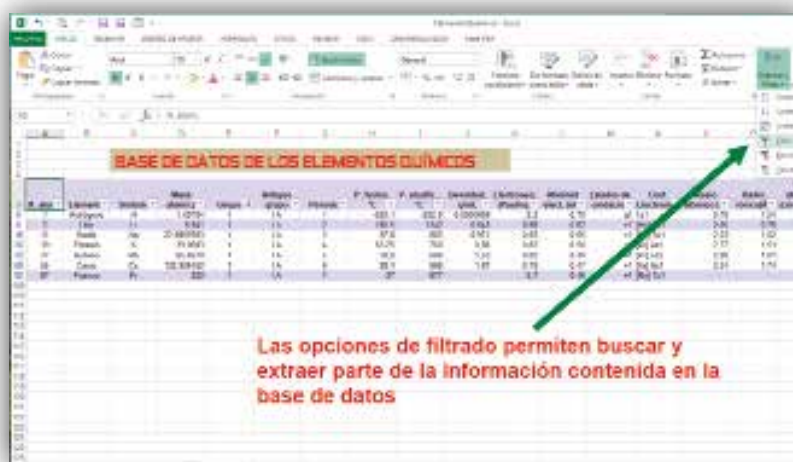


Figura 3. Base de datos de los elementos químicos con los filtros activados para mostrar solamente los elementos correspondientes al grupo I.

Otra ventaja adicional relacionada con el empleo de bases de datos en hojas de cálculo es la posibilidad de estudiar las propiedades periódicas de los elementos, tal y como establece el mencionado Real Decreto 1105/2014. En la *figura 4* se muestra la periodicidad de los estados de oxidación (valencias) correspondientes a los tres primeros periodos. Desde el punto de vista histórico, el criterio de las valencias fue el utilizado por Dmitri Mendeléyev, el químico ruso que descubrió el patrón subyacente del ordenamiento periódico de los elementos. Cuando las propiedades o características de los elementos se encuentran en formato numérico pueden ser representadas utilizando para ello las diferentes opciones que se ofrecen en el menú de insertar gráficos, lo que permite visualizar mediante imágenes propiedades periódicas como el volumen atómico, que fue el criterio utilizado por Julius Lothar Meyer, químico alemán contemporáneo de Mendeléyev, que también publicó otro ordenamiento periódico de los elementos casi de forma simultánea al químico ruso.

átom.	Elemento	Símbolo	Masa atómica	Grupo	Artículo grupo	Período	P. fusión, °C	P. ebullición, °C	Densidad, g/cm ³	Electroneg. (Pauling)	Abundancia, elect. (%)	Estados de oxidación	Conf. Electrónica
1	Hidrógeno	H	1.00794	1	I A	1	252.1	252.0	0.000093	2.2	0.25	+1	1s ¹
2	Helio	He	4.002602	18	VIII A	1	272.2	255.0	0.000179	0	0.00018	+2	1s ²
3	Litio	Li	6.941	1	I A	2	180.5	1342	0.534	0.98	0.02	+1	1s ² 2s ¹
4	Berilio	Be	9.012242	2	II A	2	1278	2070	1.85	1.57	0.0002	+2	1s ² 2s ²
5	Boro	B	10.811	13	III A	2	2079	2550	2.34	2.04	0.0002	+3	1s ² 2s ² 2p ¹
6	Carbono	C	12.0107	14	IV A	2	3550	3642	2.26	2.55	0.0001	+4	1s ² 2s ² 2p ²
7	Nitrógeno	N	14.0067	15	V A	2	252.0	-195.8	0.00125	3.04	0.0001	+5	1s ² 2s ² 2p ³
8	Oxígeno	O	15.9994	16	VI A	2	218.4	-183	0.00143	3.44	0.0001	+2	1s ² 2s ² 2p ⁴
9	Fluor	F	18.9984032	17	VII A	2	219.6	-188.1	0.0017	3.98	0.0001	+1	1s ² 2s ² 2p ⁵
10	Neón	Ne	20.1797	18	VIII A	2	248	248.7	0.0009	0	0.0001	+0	1s ² 2s ² 2p ⁶
11	Sodio	Na	22.98976928	1	I A	3	97.8	883	0.971	0.93	0.0001	+1	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹
12	Magnesio	Mg	24.305	2	II A	3	924	1363	1.74	1.31	0.0001	+2	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²
13	Aluminio	Al	26.9815386	13	III A	3	933	2467	2.7	1.61	0.0001	+3	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹
14	Silicio	Si	28.0855	14	IV A	3	1675	2355	2.33	1.9	0.0001	+4	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²
15	Fósforo	P	30.973762	15	V A	3	44.1	280	1.82	2.19	0.0001	+3	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³
16	Azufre	S	32.065	16	VI A	3	112.9	444.7	2.07	2.58	0.0001	+2	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴
17	Cloro	Cl	35.453	17	VII A	3	-101	34.6	0.00321	3.16	0.0001	+1	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵
18	Argón	Ar	39.948	18	VIII A	3	-189.2	-185.7	0.00159	0	0.0001	+0	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶
19	Potasio	K	39.0983	1	I A	4	63.25	760	0.86	0.82	0.0001	+1	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹
20	Calcio	Ca	40.078	2	II A	4	838	1484	1.55	1	0.0001	+2	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²
21	Escandio	Sc	44.955912	3	III B	4	1541	2832	2.39	1.36	0.0001	+3	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹
22	Tiitio	Ti	47.867	4	IV B	4	1660	3287	4.54	1.54	0.0001	+4	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ²
23	Vanadio	V	50.9415	5	V B	4	1910	3380	6.11	1.63	0.0001	+5	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ³
24	Cromo	Cr	51.9961	6	VI B	4	1857	2672	7.19	1.80	0.0001	+3	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ⁵
25	Manganeso	Mn	54.938045	7	VII B	4	1244	1961	7.43	1.55	0.0001	+7	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁵

Figura 4. Periodicidad de las valencias o estados de oxidación de los elementos correspondientes a los tres primeros periodos.

En la *figura 5* se muestra sobre la tabla de la base de datos los gráficos correspondientes a dos típicas propiedades periódicas: el volumen atómico y el radio atómico. Otras posibles propiedades periódicas, como los puntos de fusión y ebullición, la electronegatividad, etc., también pueden ser estudiadas e incluso visualizadas a partir de la base de datos con las propiedades de los elementos químicos.



Figura 5. Visualización gráfica de la periodicidad del volumen atómico y del radio atómico.

CÁLCULOS CON MASAS ATÓMICAS Y MOLECULARES

La sencilla e incipiente base de datos de la *figura 1* puede ser adaptada para ser utilizada como calculador de masas moleculares de los compuestos químicos, ayudándose, para ello, de diferentes funciones matemáticas disponibles en la hoja de cálculo o de fórmulas matemáticas creadas por el usuario y que se introducen a través de la barra de fórmulas. En la *figura 6* se muestra una hoja de cálculo implementada para determinar la masa molecular de cualquier compuesto químico a partir de los datos de masas atómicas almacenados en dicha hoja. Se han añadido dos columnas, una para el subíndice del compuesto químico y otra para obtener el producto del subíndice de cada elemento por su masa atómica. La suma de todos los productos se muestra en una celda junto a otra que contiene la leyenda **Masa molecular**.

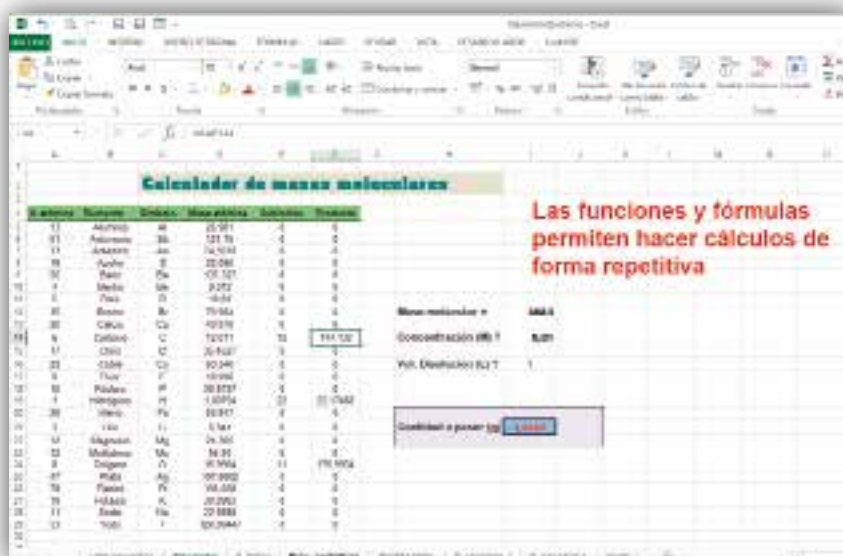


Figura 6. Posible implementación de una hoja de cálculo para realizar cálculos repetitivos de masas moleculares o cantidades necesarias para preparar disoluciones.

El ejemplo de la figura corresponde al cálculo de la masa molecular de la sacarosa, el azúcar común, de fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$. Esta misma hoja de cálculo se podría utilizar para calcular de forma sencilla cualquier otra masa molecular; para ello bastaría con poner a cero toda la columna de subíndices para, seguidamente, sustituir por los valores apropiados para el cálculo del nuevo compuesto, que se mostrará automáticamente. Igualmente, la misma hoja de cálculo puede ser utilizada para determinar la cantidad de compuesto necesaria para preparar disoluciones de diferentes concentraciones en volúmenes diferentes, o incluso para otros cálculos que el profesor considere oportunos.

TABLAS PERIÓDICAS EN HOJAS DE CÁLCULO

La información sobre los elementos químicos contenida en la base de datos también puede ser presentada en un formato más clásico y tradicional, como es el de la tabla periódica de los elementos. En este formato, la información más relevante, como el símbolo del elemento, su número atómico y su peso atómico, puede mostrarse de forma directa, mientras que aquella información de uso menos frecuente, como los puntos de fusión y ebullición, estados de oxidación, etc., puede mostrarse mediante el empleo de cuadros informativos que se despliegan de forma emergente solamente cuando se selecciona la casilla del elemento en cuestión, evitando así presentaciones de tablas periódicas verdaderamente farragosas con una sobrexposición de datos. Para presentar la información de esta manera se pueden utilizar las opciones de *Validación de datos*, que permite mostrar mensajes con información determinada, que en el caso de los elementos de la tabla periódica puede ser el nombre del elemento y aquellas propiedades o características que se juzgen más adecuadas. Si se utilizan hojas de cálculo tipo Excel de Microsoft®, es necesario seleccionar las celdas correspondientes a cada elemento y, con ellas seleccionadas, abrir la ventana *Validación de datos* y elegir la pestaña *Mensaje de entrada*. En el campo para introducir texto, se escribe la información que se desea mostrar (figura 7). Una vez editada la información y aceptada, esta se almacena en las celdas correspondientes, mostrándose únicamente cuando son seleccionadas, como puede apreciarse en la figura 7. Esta figura muestra un modelo de plantilla que puede ser suministrada a los alumnos en forma de archivo para ser posteriormente completada por ellos mismos en actividades individuales o en grupo.

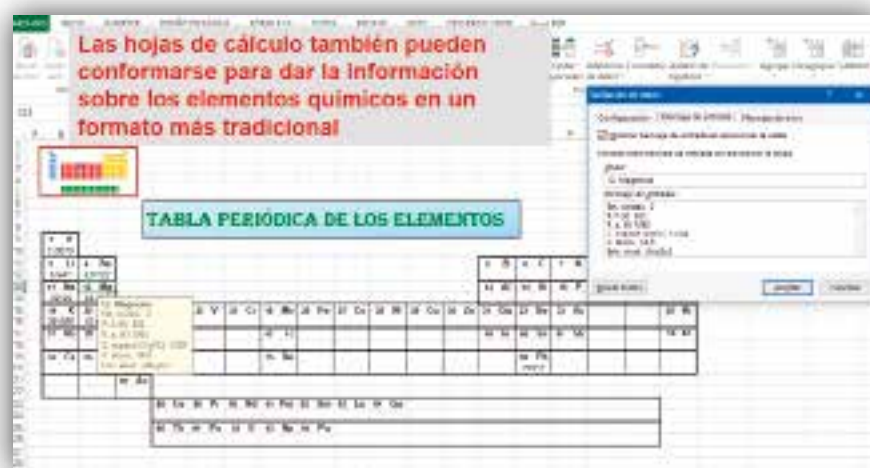


Figura 7. Esbozo de tabla periódica con la información más relevante en un plano general y un cuadro de información adicional para el magnesio.

El empleo de mensajes de entrada de las opciones de *Validación de datos* no es la única manera de mostrar la información emergente relativa a los elementos químicos de la tabla periódica. Esta información también se puede mostrar mediante el empleo de etiquetas de comentario, disponibles en el menú

Revisar. En este caso, la información emergente se muestra al pasar el puntero sobre la celda del elemento, sin necesidad de seleccionar dicha celda.

Finalmente, para profundizar en el conocimiento de los símbolos y nombre de los elementos y ubicarlos adecuadamente en la tabla periódica, pueden prepararse tablas interactivas cuyas celdas cambian de color en función de que el símbolo o el nombre del elemento esté correctamente escrito y colocado en el lugar adecuado de la tabla periódica. La *figura 8* muestra un ejemplo en el que las celdas vacías se muestran en color blanco, las que contienen el nombre o el símbolo correctamente escrito aparecen en tonos verdes, mientras que las que lo tienen mal aparecen en tonos rojos y con la leyenda tachada. Estas tablas se pueden editar utilizando las diferentes opciones contenidas en el menú *Formato condicional* y pueden ser realizadas por grupos de alumnos como actividad práctica de las TIC y probadas por otros alumnos que no han intervenido en su confección.



Figura 8. Ejemplo de tabla periódica interactiva. Los colores de las celdas cambian en función de que la información que contiene sea correcta o no.

Dado que algunos nombres de elementos pueden tener pequeñas variantes según los lugares (por ejemplo, wolframio o tungsteno; itrio o ytrio, etc.), a la tabla periódica de la figura se le ha añadido una tabla, mostrada parcialmente en la parte inferior de la figura, con los nombres utilizados para la verificación en la tabla interactiva.

CONCLUSIÓN

Las hojas de cálculo presentan diferentes funcionalidades que permiten crear y trabajar con bases de datos sencillas. Estas funcionalidades y otras muchas propias de las hojas de cálculo pueden ser utilizadas en el estudio de la Química, permitiendo profundizar en el conocimiento de los elementos químicos y sus propiedades, así como realizar cálculos repetitivos. En definitiva, pues, es posible utilizar las hojas de cálculo como herramienta de apoyo para el estudio de la química a la vez que el alumno adquiere las competencias relacionadas con el uso de las TIC.

LA EDUCACIÓN STEM: EJEMPLOS PRÁCTICOS E INTRODUCCIÓN AL PROYECTO EUROPEO SCIENTIX

Marisa Prolongo Sarria

*Grupo de Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química
Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química
Universidad Politécnica de Madrid, IES Torre del Prado, Málaga
marisaprolongo@hotmail.com*

Gabriel Pinto Cañón

*Grupo de Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química
Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química
Universidad Politécnica de Madrid
gabriel.pinto@upm.es*

Palabras clave: aprendizaje por indagación, educación STEM, formación en competencias, recursos educativos.

Keywords: competency-based education, educational resources, inquiry-based learning, STEM education.

Resumen

Se introduce el ámbito de lo que se conoce educación STEM (acrónimo en inglés de las áreas de conocimiento: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), también referido en español por las siglas CTIM. A veces se incluyen disciplinas artísticas, denotándose como STEAM. Se recogen algunas experiencias desarrolladas por los autores al respecto, con alumnos de distintas etapas educativas, en las que se incide en la promoción del aprendizaje activo y contextualizado, basado en la indagación. También se informa de fuentes de recursos educativos STEM, destacándose el proyecto europeo Scientix, que ofrece multitud de herramientas y posibilidades.

Abstract

In this work, we introduce the field known as STEM education (acronym of the areas of knowledge: science, technology, engineering and mathematics), referred as CTIM in Spanish. Sometimes artistic disciplines are included, denoting as STEAM. Some experiences developed by the authors with students from different educational stages, which focuses on the promotion of active, contextualized and inquiry-based

learning, are introduced. STEM educational resources are also reported, highlighting the European *Scientix* project, which offers a multitude of tools and possibilities.

INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO STEM Y STEAM

En los últimos años ha ido creciendo exponencialmente el uso del término STEM en el mundo educativo. Se trata de un acrónimo en inglés, que se refiere a las disciplinas: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Por ello, en español a veces se sustituye por CTIM. Una vertiente de la educación STEM es la conocida como STEAM, donde se introducen también las disciplinas artísticas (*arts*), entendiendo que el arte es un campo adicional integrador. Aparte de las propias siglas, *stem* y *steam* significan en inglés *tallo* o *tronco* y *vapor*, respectivamente. El término STEM se utilizó inicialmente en Estados Unidos para señalar la falta de candidatos para ciertos empleos, y en el entorno educativo, aludiendo a la preocupación por la existencia de una enseñanza poco integrada. Según Sanders, el término fue acuñado por la National Science Foundation en los años noventa del pasado siglo¹.

Esta terminología se extendió enseguida por otros países, siendo ampliamente utilizada hoy en día en el entorno de la educación y, específicamente, para concretar objetivos formativos, competencias e, incluso, metodología. Se agrupan así un conjunto de áreas de conocimiento y disciplinas que se consideran esenciales para el desarrollo de las sociedades tecnológicamente avanzadas. Se intenta potenciar la educación STEM desde edades tempranas, apoyando la extensión del estudio introductorio de ingeniería y tecnología desde la Educación Primaria y Secundaria. Se pretende también, en este contexto, promocionar un aprendizaje interdisciplinar. En la *figura 1* se recogen algunas representaciones gráficas encontradas en la web sobre las mencionadas siglas.

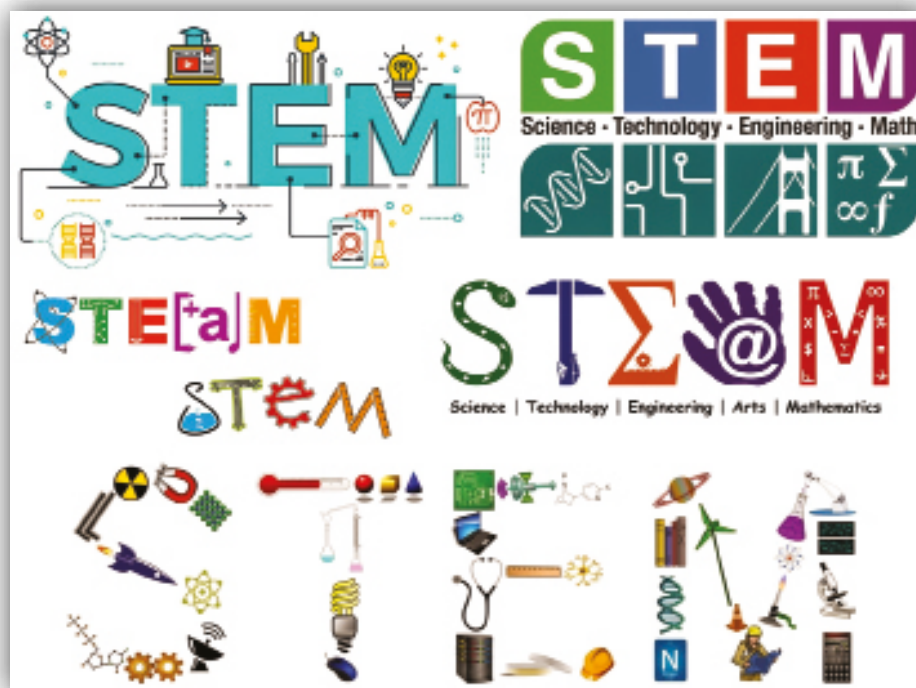


Figura 1. Representaciones artísticas de las siglas STEM y STEAM, donde se recoge información gráfica de las áreas de conocimiento objeto de estudio.

¹ SANDERS, M. (2009). STEM, STEM education and STEMmania, *The Technology Teacher. International Technology Education Association*, diciembre-enero 2009, pp. 20-26 [en línea], disponible en: <https://bit.ly/2kGONHI> [consultado el 11/06/2018].

De acuerdo con la legislación española vigente, la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología, es decir, lo que se podría considerar conjunto de áreas STEM, constituyen una de las siete «competencias clave» del currículo del sistema educativo español, junto a: comunicación lingüística, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, y conciencia y expresiones culturales².

Como tantas veces en educación, con la terminología STEM/STEAM, se introducen metodologías, propuestas y términos aparentemente atractivos, que incluso parece en un primer momento que van a solucionar buena parte de los retos y problemáticas existentes. Pero surgen también pronto controversias sobre su efectividad y dudas sobre cómo llevarlo a la práctica. Para completar esta perspectiva, e intentar servir como fuente de inspiración para otros colegas, se comentan en el siguiente epígrafe algunas herramientas STEM que hemos diseñado e implementado los autores de este trabajo en los últimos años. Además, aparte de otras fuentes de recursos, se detallarán aspectos del proyecto Scientix, una iniciativa europea que fomenta de forma decidida la educación STEM ofreciendo multitud de herramientas educativas contrastadas.

ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS PARA LA EDUCACIÓN STEM

Se resumen algunos problemas, casos experimentales y otras herramientas educativas, elaborados por los autores, donde se lleva a cabo una integración de conocimientos que se puede calificar de STEM o STEAM. Se complementan así otras aportaciones realizadas con anterioridad³. Algunos de estos casos se han implementado en ESO, Bachillerato y primeros cursos universitarios, siendo ejemplo de cómo una misma temática se puede abordar según el nivel de los alumnos, con distintas perspectivas. En general, se trata de recursos que promueven un aprendizaje activo (uso del método científico, búsqueda de datos, experimentación, trabajo en equipo...), contextualizado en aspectos cotidianos, y basado en la indagación, para facilitar al alumnado la adquisición de competencias que le permitan solucionar problemas que se presentan en su entorno. En las referencias aportadas, se sugieren orientaciones para facilitar el desarrollo de las estrategias metodológicas correspondientes. Los ejemplos son:

- Bebidas autocalentables y autoenfriables. Se analizan bebidas comerciales que se calientan por un dispositivo incluido en el propio envase, al producirse reacciones químicas o procesos de disolución de sales en agua. Se trabajan aspectos como calor de disolución y de reacción, medida de temperatura, cálculos termodinámicos, diseño de productos, búsqueda de datos y estequiometría, y se promueve que los alumnos realicen prototipos de dispositivos reales, uniendo así aspectos de física, química, tecnología, ingeniería, e incluso artísticos (diseño de la marca «comercial» y la etiqueta⁴).
- Variación de la velocidad de hidratación de legumbres con la temperatura y la concentración salina. Los alumnos estudian cuantitativamente este fenómeno, con alimentos cotidianos (garbanzos, lentejas...) para lo que tienen que practicar (en su propia casa o en el laboratorio/aula, mediante trabajo grupal) aspectos como medidas experimentales (tiempo y peso), representación gráfica de datos, determi-

² MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de enero de 2015, pp. 6986-7003 [en línea], disponible en: <http://bit.ly/1zgZlvh> [consultado el 11/06/2018].

³ PINTO, G., MARTÍN, M., MARTÍN, M.T. (2013). La vida cotidiana en la enseñanza de la química y la física. En GONZÁLEZ MONTERO DE ESPINOSA, M., BARATAS DÍAZ, A., BRANDI FERNÁNDEZ, A. (eds.), *II Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*. Madrid. Santillana, pp. 309-317.

⁴ PROLONGO, M., PINTO, G. (2010). Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo, *Educación Química*, 7, pp. 4-14.

nación de la pendiente de la recta tangente a una curva en un punto, y cálculo de energía de activación del proceso. Además, se discute sobre aspectos como la ósmosis y la difusión de líquidos a través de membranas, propios de la biología⁵.

- Diseño de un dispositivo para la realización de reacciones químicas con caramelos y chupachups en disolución acuosa de permanganato de potasio. Se visualizan y discuten unas reacciones redox muy vistosas que implican del orden de cinco cambios de colores muy vivos. Se procede con golosinas, lo que genera curiosidad entre los alumnos que, además, elucubran sobre cómo diseñar dispositivos para la agitación⁶.
- Velocidad de fusión del hielo en distintas disoluciones. Con sustancias sencillas (hielo, agua líquida, sal de mesa, azúcar y colorante alimentario), los alumnos investigan sobre dicho proceso, introduciéndose en conceptos como fenómeno de convección en líquidos y las corrientes termohalinas de los océanos (importantes en la regulación del clima)⁷.
- Química de medicamentos de hierro. Son propuestas educativas contextualizadas en torno a los medicamentos y suplementos de hierro comerciales. Tras una breve introducción a la función del hierro en el organismo humano, se plantean problemas de estequiometría, un experimento para el análisis cuantitativo del hierro, y otras prácticas para la preparación de distintos complejos, todo a partir de medicamentos que contienen este metal. Se discute además la información aportada en el etiquetado⁸.
- Emisión de dióxido de carbono y consumo de combustible por automóviles. A partir de datos obtenidos por los alumnos en anuncios de periódico o en páginas web, se les propone una actividad en la que trabajan con cálculos estequiométricos y aspectos como emisión de dióxido de carbono y efecto invernadero, diferencias entre gasolina y gasóleo, densidad de líquidos, representaciones gráficas y combustión. Los alumnos trabajan con datos diferentes, pero las conclusiones deben ser análogas para todos⁹.
- Razones por las que el agua «salta» sobre aceite caliente y no al revés. Los alumnos deben razonar sobre aspectos relacionados con la densidad de líquidos, composición de aceites de cocina, temperatura de ebullición, polaridad, miscibilidad, temperaturas características de aceites (punto de humo y punto de ignición) y temas de prevención de riesgos y seguridad, como la forma de afrontar un incendio de aceite en la cocina¹⁰.
- Enfriamiento del agua contenido en recipientes de cerámica porosa. Con medidas experimentales de temperatura y masa, se establecieron las ecuaciones que cuantifican la transferencia de materia (por evaporación) y de calor para el agua contenida en un botijo. Se trabaja con alumnos sobre aspectos termodinámicos, pero también sobre otros como climatología, tipos de cerámica, etc. Una propuesta interesante es el estudio de la conservación de alimentos por refrigeración, en los dispositivos conoci-

⁵ PINTO, G., ESIN, A. (2004). Kinetics of the osmotic hydration of chickpeas, *Journal of Chemical Education*, 81, pp. 532-536.

⁶ PROLONGO, M., PINTO, G., (2018). Colourful chemistry: Redox reactions with lollipops. Use a lollipop to activate colour-changing redox reactions in this simple but eye-catching activity, *Science in School*, 43, pp. 41-45.

⁷ PINTO, G., LAHUERTA, P. (2015). Velocidad de fusión del hielo en distintas disoluciones: Un ejemplo de aprendizaje activo de la ciencia, *Educació Química*, 21, pp. 218-224.

⁸ PROLONGO, M. L., COROMINAS, J., PINTO, G. (2014). Química de los medicamentos de hierro: Propuestas educativas contextualizadas, *Anales de Química*, 110, pp. 4-14.

⁹ OLIVER-HOYO, M. T., PINTO, G. (2008). Using the relationship between vehicle fuel consumption and CO₂ emissions to illustrate chemical principles, *Journal of Chemical Education*, 85, pp. 218-220.

¹⁰ GAUTHIER, C. V., PINTO, G. (2009). Spattering and crackle of hot cooking oil with water, *Journal of Chemical Education*, 86, pp. 1281-1285.

dos como *pot-in-pot*, usados en ciertas zonas de África con acceso limitado a la electricidad. Esto supone no solo un enfoque STEM, sino también del tipo Ciencia-Tecnología-Sociedad¹¹.

- Química y física de efectos especiales en el cine. Se trata de propuestas educativas y para la divulgación, donde se aborda el estudio de efectos especiales usados en el teatro y en cinematografía (el *séptimo arte*), como nieve artificial, bruma sobre el suelo, invisibilidad de objetos, simulación de sangre y aparición del «genio» en una lámpara¹².
- Realización de obras de arte con implicaciones científicas. Por ejemplo, se realizó con los alumnos una escultura gigante, con material reciclado, para evocar el experimento de Newton sobre dispersión de la luz¹³, así como formas artísticas por cristalización. También se propone el uso de obras de arte para discutir conceptos STEM¹⁴.

FUENTES DE RECURSOS PARA LA EDUCACIÓN STEM Y STEAM

Los ejemplos resumidos en el apartado anterior suponen una muestra de cómo se pueden abordar, en la práctica docente, planteamientos STEM/STEAM. Algunos de ellos se plantearon sin conocer esta terminología novedosa pero, efectivamente, implican estudios integrados de distintas ramas de la ciencia y aplicaciones (ingeniería y tecnología). Hay multitud de recursos que, sin duda, son de gran ayuda para la práctica docente. Aparte de fuentes convencionales (como libros de texto o sobre temas específicos) y, entre otros muchos, se citan:

- Revistas especializadas, muchas de ellas en abierto, como *Science in School*, *Revista Española de Física*, *Anales de Química*, *Educació Química*, *Journal of Chemical Education*, *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*... En todas estas, en concreto, los autores de este trabajo hemos publicado artículos, como los referidos en este texto.
- Congresos y reuniones de profesores. Por ejemplo, se destacan los congresos internacionales de docentes de ciencia y tecnología que, desde hace ya una década, organiza el Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias. Aparte de la discusión e intercambio de pareceres durante la celebración del congreso (con carácter bienal), se publican posteriormente los trabajos (como el presente), tras un cuidado proceso de edición que se lleva a cabo desde la prestigiosa editorial Santillana, en formato papel y en abierto (<http://www.epinut.org.es/>).
- Material elaborado por entidades y sociedades científicas. A modo de ejemplo se citan el programa ACIERTAS, elaborado por la Confederación de Sociedades Científicas de España, COSCE (<https://aciertasblog.blogspot.com/>), el repositorio de experiencias de certámenes de Ciencia en Acción (<http://cienciaenaccion.org/>), la institución británica The Salters' Institute (<https://www.saltersinstitute.co.uk/>), o EarthEcho International, que promueve actividades STEM relacionadas con la sostenibilidad, como la realización de análisis de aguas naturales.

¹¹ PINTO, G., MARTÍN, M., MARTÍN, M.T. (2017). Enfriamiento del agua en recipientes cerámicos porosos: Un recurso para la formación en competencias. En GONZÁLEZ MONTERO DE ESPINOSA, M., BARATAS DÍAZ, A., BRANDI FERNÁNDEZ, A. (eds.), *IV Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*. Madrid. Santillana, pp. 413-422.

¹² PINTO, G., PROLONGO, M., ALONSO, J.V. (2017). Química y física de algunos efectos especiales en cinematografía: Una propuesta educativa y para la divulgación, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), pp. 427-441.

¹³ DÍAZ, F., ALONSO, J.V., RAMÍREZ, J., SOTRES, F., PINTO, G., (2015). Dispersión de la luz a través de un prisma: Una experiencia artística y divulgativa, *Revista Española de Física*, 29(2), pp. 41-44.

¹⁴ PINTO, G., GARRIDO-ESCUADERO, A. (2016). Chemistry and explosives: An approach to the topic through an artistic and historical contribution made by a Spanish global supplier, *Journal of Chemical Education*, 93, pp. 103-110.

- Multitud de proyectos educativos específicos. En la *figura 2* se recogen los logotipos de algunos. Buscando por los nombres, a través de Google, se tendrá su acceso fácilmente. Se destaca Scientix, que se explica en el siguiente apartado.



Figura 2. Logotipos de una amplia selección de proyectos europeos que promocionan la educación STEM y STEAM.

LA INICIATIVA EUROPEA SCIENTIX

Scientix es un proyecto de la Comisión Europea que promueve y apoya la colaboración entre profesionales con interés en las áreas STEM. Los potenciales interesados son docentes, investigadores en educación, responsables de la administración (local, ministerial...), y padres de alumnos, así como otras personas con interés en el tema. Entre los aspectos más importantes que motivaron su génesis, se pueden citar:

- La formación en competencias (en inglés, *key competences*) es determinante para el bienestar económico y social.
- Las competencias STEM son claves para formar a los jóvenes en el conocimiento y las habilidades necesarias para participar plenamente en la sociedad.
- Los temas STEM no son populares entre los jóvenes en general (y en Europa menos), especialmente entre niñas y mujeres.
- Se constata un interés decreciente hacia el ámbito STEM, a pesar de multitud de acciones emprendidas en los últimos años.
- Un tercio de profesores e investigadores europeos tienen más de 50 años.
- Europa necesita estudiantes, ciudadanos y profesores entusiastas, para dar apoyo a los profesionales STEM.

- El conocido como *Informe Rocard* promovió la necesidad de implementar nuevas técnicas de enseñanza de las ciencias, basadas en la indagación y en una presentación más atractiva¹⁵.

El proyecto nació en 2009, financiado dentro del VII Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea, coordinado por la European Schoolnet (<http://www.eun.org/>), un consorcio sin ánimo de lucro, con sede en Bruselas, que agrupa a 34 ministerios de educación y que ha impulsado la innovación educativa y la colaboración entre profesores desde su fundación, en 1997. El objetivo fundamental de la European Schoolnet es facilitar el uso de las nuevas tecnologías educativas para promover entre docentes y alumnos la adquisición de las competencias adecuadas en la «sociedad del conocimiento». Para ello, se fomenta el apoyo a los centros educativos para el uso efectivo de las tecnologías de la información y la comunicación, y se promueve la dimensión europea en el ámbito educativo. Por poner un par de ejemplos, entre varias decenas de propuestas, se citan los proyectos Future Classroom Lab (<http://fcl.eun.org/>) y Go-Lab (<http://www.go-lab-project.eu/>). En el primero, se promueve la organización de un espacio multifuncional para el aprendizaje, basado en cinco áreas y un aula interactiva, donde se facilitan distintos procesos (investigar, intercambiar, crear, interactuar, desarrollar y presentar) en el que el alumno es el protagonista. Se pretende el cambio metodológico, para pasar de una enseñanza instructiva a un aprendizaje más activo, considerando que la tecnología sirve de ayuda y de medio para lograrlo, pero sin ser el fin en sí misma. Por su parte, el proyecto Go-Lab ha creado la infraestructura para acceder a laboratorios virtuales.

El proyecto Scientix, en su primera fase (2009-2012), permitió construir un portal web para recoger y presentar diversos proyectos educativos en el área STEM, así como sus resultados. También se organizaron varios talleres y una primera conferencia internacional en Bruselas. Así, se inició una importante presencia internacional.

En la segunda fase (2013-2015) se incidió en la expansión a niveles nacionales, a través de Puntos Nacionales de Contacto (*National Contact Points, NCPs*) y un Panel de Profesores de Scientix (*Scientix Teachers' Panel*), con los que se buscaba contactar con las comunidades de profesores de cada país, así como contribuir al desarrollo de estrategias educativas nacionales. Se pretendía propiciar una mayor aceptación de los enfoques pedagógicos basados en la indagación y en otras estrategias innovadoras para la educación científico-tecnológica y matemática.

Actualmente, en su tercera fase (2016-2019), conocida como Scientix 3, se pretende asegurar la continuidad y la adaptación de las actividades generadas en la etapa anterior. El objetivo es continuar contribuyendo a la mejora de la enseñanza STEM tanto en Europa como en otras áreas. Para promoverlo, se ofrecen, a los docentes interesados, recursos contrastados y adecuados, así como formación, mediante eventos donde distintos profesionales se reúnen e intercambian ideas y buenas prácticas. Además, se mantienen diversas plataformas web para el intercambio de ideas y ofreciendo diversos servicios, con la idea de crear una comunidad participativa.

En resumen, el objetivo fundamental de Scientix, cuyo logotipo se incluyó en la *figura 2*, es facilitar el constante intercambio de conocimientos técnicos y ejemplos prácticos para la enseñanza de materias STEM. Entre sus características principales se destacan:

- Promociona buenas prácticas.
- Promueve y apoya la colaboración europea entre múltiples actores: docentes, investigadores en educación, responsables políticos, padres de alumnos...

¹⁵ EUROPEAN COMMISSION. Community Research, Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe [en línea], disponible en: <https://bit.ly/2FDAAWN> [consultado el 11/06/2018].

- Ayuda a asegurar que lo invertido por la Unión Europea en educación STEM llega a quien lo necesita.
- Permite el contacto (presencial, sesiones formativas, conferencias en línea...) de personas y grupos de toda Europa (y también de otras áreas geográficas).

La inscripción a la comunidad Scientix es muy sencilla, basta con registrarse en <http://scientix.eu> para comenzar a utilizar sus servicios de manera inmediata. Un papel importante para cumplir los objetivos lo desempeñan los «embajadores de Scientix», docentes cuya misión es promover las actividades e informar de todo esto a otros profesores de ciencias y tecnologías. Los embajadores, como los autores de este trabajo, presentan el proyecto en centros educativos, asociaciones de profesores, conferencias y talleres, y aconsejan a otros docentes sobre cómo involucrarse en la colaboración europea en materias STEM. También ayudan a desarrollar y probar diversas herramientas y servicios, para garantizar su calidad pedagógica.

El portal web de Scientix (<http://www.scientix.eu/>) surgió directamente de la necesidad de compartir los resultados de proyectos entre la comunidad científica de Europa debido a que, en muchos casos, cuando terminan los proyectos, sus resultados permanecen disponibles en los sitios web originales solo por un tiempo limitado. Su repositorio permite a los usuarios encontrar y descargar varios recursos educativos (materiales didácticos, programación de temas para aplicar en el aula, informes, estudios, directrices, etc.), disponibles de forma gratuita (gracias a los proyectos europeos que los han desarrollado). De esta forma, se incluyen más de 800 proyectos, así como del orden de dos mil recursos, y cientos de noticias y eventos. Cada propuesta incluye guías docentes, planificación de lecciones y recomendaciones, existiendo una herramienta para facilitar la búsqueda de las más adecuadas por edad, idioma, tema... Las descripciones se ofrecen en ocho idiomas (incluido el español). Algunos títulos representativos, recogidos a modo de ejemplo, son: el *Smartphone* en la clase de ciencias (i-Stage 2), el fútbol en la enseñanza de las ciencias (iSage 3), libro de los misterios de la ciencia, polímeros, entorno doméstico frente a entorno natural, mareas negras: petróleo en el agua, química verde, juego de reciclado, pila de limón, etc.

Aparte del citado repositorio de recursos, los servicios principales que se ponen a disposición de los usuarios a través del portal son:

- Un sistema de traducción bajo demanda, que permite solicitar la traducción de cualquier recurso pedagógico elegido. Las traducciones están disponibles en los idiomas oficiales de los países, territorios y regiones de la Unión Europea, y de los países asociados a través del Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea Horizonte 2020 (H2020). Si el recurso solicitado se publica bajo una licencia que permite modificaciones, deben cumplirse estos criterios adicionales para que la traducción se puedan realizar: el usuario que la solicita debe registrarse en el sitio web, debe ser docente y asegurar que el material se utilizará únicamente con fines educativos, y la traducción ha de ser solicitada por al menos tres usuarios.
- Una sala de reuniones virtual, donde se facilita la colaboración entre los proyectos de educación científica para reuniones en línea y celebración de seminarios web (*webinars*). Este servicio también es gratuito y está disponible para todos los proyectos incluidos en el repositorio Scientix de recursos o en proceso de inclusión.
- Impartición de cursos en Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) en los que profesores comparten con otros colegas sus experiencias y conocimiento. Aparte del inglés, muchos han sido traducidos a otros idiomas.
- El blog de Scientix, en el que docentes y embajadores del proyecto publican sus apreciaciones sobre educación científica. En este blog (<http://blog.scientix.eu/>) se facilita la difusión del proyecto, de forma que más personas puedan aprender sobre los objetivos y actividades asociados, promoviendo el intercambio de ideas y buenas prácticas a través de una comunidad cada vez más diversa.

Para consolidar una red internacional que pueda producir un verdadero cambio en la educación STEM, las principales herramientas de difusión utilizadas en Scientix son:

- Los boletines informativos *Scientix Digest* y *Scientix Newsletter*. El primero, que tiene carácter quincenal y se envía por correo electrónico, ofrece una visión general de los últimos proyectos y recursos añadidos al portal, así como información sobre próximos eventos relacionados con la educación. Está disponible en ocho idiomas (incluido el español). El segundo, con carácter trimestral, está disponible solo en inglés y recoge artículos originales sobre innovación, investigación y práctica: cada número se centra en determinados temas del ámbito de la enseñanza de las ciencias, a los que se añaden materiales y actividades relacionados. La información para suscribirse a ambos y leer números anteriores se encuentra en <http://www.scientix.eu/newsletter>.
- Presentaciones en reuniones presenciales a través de seminarios y otros eventos organizados por los embajadores de Scientix, mediante los Puntos Nacionales de Contacto, o por iniciativa de la propia organización.
- El observatorio Scientix (<http://www.scientix.eu/observatory>), donde se ofrecen artículos sobre diferentes temas relacionados con la educación STEM, para favorecer el desarrollo y difusión de distintos proyectos educativos y documentar buenas prácticas.
- Canales en redes sociales. En concreto, se mantiene una presencia activa en Twitter (https://twitter.com/scientix_eu) y en Facebook, a través del grupo denominado *Science Teachers in Europe* (<https://www.facebook.com/groups/ScienceTeachersEurope/>).

Para implementar sus estrategias, Scientix cuenta con el apoyo de estos agentes:

- Profesores de las distintas materias relacionadas con STEM. Suponen la principal contribución, dado que son los agentes principales a los que va encaminado el proyecto. Existe un Panel de Profesores Scientix (*Scientix Teachers' Panel*) que agrupa a los embajadores voluntarios (*Scientix Ambassadors*) que colaboran en la difusión y análisis de resultados de las diferentes actividades. Actualmente hay cerca de 400 embajadores para el periodo 2016-2019, de 40 países, principalmente de Europa, pero también de países como India, Perú y México. Se seleccionan entre los profesores que realizan un curso formativo *ad hoc*, en formato virtual, sobre el tema y se comprometen a difundir las actividades de *Scientix* en su país. Otras características que se busca es que sientan pasión por su trabajo docente y que posean interés en la mejora continua.
- Los Puntos Nacionales de Contacto (*National Contact Points, NCP*), ya citados. En concreto, el NCP de España fue inicialmente la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y actualmente lo es el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas (INTEF), según la designación llevada al efecto por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (<http://educalab.es/proyectos/scientix>).
- Representantes de los correspondientes ministerios de educación. Forman el grupo de trabajo que supervisa las políticas educativas nacionales de las materias educativas STEM en cada país.

CONCLUSIONES

Con los términos STEM y STEAM se designa al conjunto de áreas científicas y tecnológicas, y artística (en el segundo caso), que sirven para comunicar la necesidad de potenciar su enseñanza y divulgación, de forma integrada. Se fomenta así, por ejemplo, que el alumnado adquiera competencias que le permitan solucionar problemas e interpretar el mundo que se presenta en su entorno y en las complejas sociedades del siglo XXI.

El carácter a veces «grandilocuente» con el que se presentan estas siglas y todo lo que implican hace que, a veces, los docentes se sientan «abrumados» por cómo seleccionar herramientas didácticas adecuadas.

Para animar a otros colegas y presentar fuentes de inspiración, se han recogido algunos ejemplos desarrollados por los autores, en los que se potencia el aprendizaje activo y basado en la indagación, en temas concretos, realizados con alumnos de ESO, Bachillerato y universitarios.

Entre decenas de otras fuentes de recursos, algunas citadas en el texto, se destaca el proyecto europeo Scientix, del que se han indicado sus objetivos y características. Ofrece muchas propuestas contrastadas para el aprendizaje en áreas STEM y facilita, además, la información e intercambio de ideas y de buenas prácticas.

NOTA FINAL

El trabajo presentado en este documento cuenta con el respaldo del programa H2020 de la Comisión Europea, proyecto Scientix 3 (acuerdo de subvención n.º 730009) y lo coordina *European Schoolnet* (EUN). El contenido del presente documento es de responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja la opinión de la Comisión Europea (CE) ni de la *European Schoolnet*, que no se hacen responsables del uso que pudiera hacerse de la información que contiene.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la ayuda recibida de la Universidad Politécnica de Madrid (proyecto de innovación educativa *Chem-Innova*), la Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química (proyecto *Química, una ciencia muy aplicada*), y la Fundación Obra Social La Caixa (proyecto *Ciencia y Tecnología al Alcance de Todos*).

LA REALIDAD AUMENTADA APLICADA AL ÁMBITO CIENTÍFICO EN EL NIVEL DE ESO

María Luisa Roqueta Buj

IES Francisco Ribalta, Av. Rey Don Jaime, 35. 12001 Castellón
lrbori14@gmail.com

Palabras clave: realidad aumentada, enlace químico, nuevas tecnologías.

Keywords: augmented reality, chemical bond, new technologies.

Resumen

En la siguiente propuesta vamos a abordar el estudio de la asignatura de Física y Química en el nivel de ESO a través de la utilización de las nuevas tecnologías en la educación como es la realidad aumentada (AR). Comenzaremos por la unidad didáctica del enlace químico con una propuesta de aula implementada para el nivel de ESO en el aula PASE (Programa de Acogida) del IES Francisco Ribalta. La asignatura de Física y Química entraña dificultad para el alumnado, sobre todo en edades tempranas, ya que en ella se abordan conceptos abstractos que se escapan de nuestra percepción del mundo físico. Por ello, el uso de la AR puede ayudar al alumnado, al permitir añadir contenido digital a nuestro entorno real aumentando la percepción de este.

Abstract

In the following proposal we will address the study of the subject of Physics and Chemistry at the level of E.S.O. by using new technologies in education such as Augmented Reality (AR). We will start with the unit of the chemical bond with a classroom proposal implemented for the ESO level in the classroom PASE (Welcome Program) in the IES Francisco Ribalta. The subject of Physics and Chemistry entails difficulty for students, especially at early ages, since it deals with abstract concepts that escape from our perception of the physical world. Therefore, the use of AR can help students, by allowing digital content to be added to our real environment, increasing the perception of it.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la asignatura de Física y Química en Educación Secundaria y en el resto de los niveles, en general, requiere de mucha dedicación debido a la dificultad que supone para el alumnado adquirir conceptos abstractos que no se pueden visualizar en la vida real como es, entre otros, el de enlace químico. Las nuevas tecnologías como la realidad aumentada constituyen herramientas muy útiles que pueden facilitar la visualización espacial de las estructuras de enlace, favoreciendo así la adquisición de la teoría del enlace químico. La realidad aumentada (AR) tiene grandes posibilidades de aplicación en educación de forma generalizada, ya que proporciona una manera eficiente de representar modelos que necesitan visualización.

En esta propuesta de aula, que se encuentra en fase experimental, abordamos la unidad didáctica del enlace químico en el nivel de ESO, también aplicable para Bachillerato.

En esta primera fase de puesta en marcha de la propuesta ha participado el aula PASE del IES Francisco Ribalta. Se trata de un grupo reducido de alumnos del Programa de Acogida al Sistema Educativo del Centro integrado por alumnado extranjero de diferentes niveles de ESO y de Bachillerato. El aspecto más destacable ha sido la motivación del alumnado y la facilidad con la que se han familiarizado con el manejo de las aplicaciones utilizadas y con el vocabulario necesario para seguir las instrucciones de la nueva tecnología multimedia interactiva como es AR. Su implicación en la propuesta ha sido tal que han participado en FIRUJICIENCIA la Feria anual de las Ciencias organizada por la Universitat Jaume I de Castellón, donde el alumnado es siempre el protagonista, y donde han mostrado una experiencia de Química basada también en realidad aumentada. De esta manera, el ámbito científico también interviene en la adquisición de las nuevas lenguas desde una perspectiva interdisciplinar, así como en la mejora de la integración del alumnado inmigrante en nuestro sistema educativo con mejores garantías de éxito.

Haciendo un balance retrospectivo, el alumnado en general percibe las asignaturas de ciencias como muy abstractas y opina que requieren de una gran profundidad de comprensión, así como de habilidades de visualización¹. Las herramientas que permiten la visualización tienen un gran potencial para facilitar la comprensión y prevenir confusiones en el dominio científico. Presentar a través de AR conceptos abstractos en forma virtual permite al alumnado la manipulación y la exploración, mejorando así sus habilidades para la visualización.

La teoría constructivista de Piaget se centra en cómo se construye el conocimiento partiendo desde la interacción con el medio, valorando así la importancia de la acción en el proceso de aprendizaje². Parte desde el supuesto de que, para que se produzca la adquisición, el conocimiento debe ser construido por el propio sujeto que aprende a través de la acción, de modo que no es algo que simplemente se pueda transmitir. Piaget afirmaba que «el conocimiento originado desde actividades y reconocimiento comienza con la práctica». Por tanto, esta teoría nos provee de una base sólida para la justificación del aprendizaje en entornos virtuales³. Estos entornos facilitan la colaboración y la interacción; por lo tanto, el aprendizaje se torna en un proceso activo y comunicativo.

Sin embargo, el aprendizaje no se produce a través de la simple exploración del entorno virtual, sino que debe de procurarse un contexto de conocimiento estructurado que sirva de andamiaje para la construcción de modelos conceptuales consistentes que hagan de puente entre lo que los estudiantes ya com-

¹ GILBERT, J. y C. BOULTER (2003). *Models and Modelling in Science Education*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.

² PIAGET, J. (1972). *Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood*. Piaget, J. Human Development, 15(1), pp. 1-12.

³ WINN, W. D. (1993). «A conceptual basis for educational applications of virtual reality» (HITL Report No. R-93-9). Seattle, WA: University of Washington, *Human Interface Technology Laboratory*.

prenden y el contenido nuevo, en consonancia con la teoría de Vygotsky y el concepto de zona del desarrollo próximo ZDP –con asistencia externa–⁴. Para asegurar la adaptación exitosa a la nueva experiencia, se deben proporcionar entornos de aprendizaje flexibles, que sirvan de andamiaje, con información integrada en forma de audio, texto, imágenes o representaciones 3D.

De esta forma, el aprendizaje también se puede adaptar a los estilos individuales acomodándose a las diversas habilidades que proporcionan las diferentes inteligencias múltiples. El elemento motivacional, debe tenerse en cuenta también, pues es determinante en la mejora del rendimiento en el proceso de aprendizaje. En este sentido, hay numerosas investigaciones que indican que RA aumenta la motivación y las ganas de aprender⁵.

Otra de las ventajas de introducir la RA en el aula son sus potencialidades a través de dispositivos móviles y la superación de las limitaciones temporal-espaciales que proporciona a los entornos de aprendizaje⁶. Investigaciones recientes han mostrado las ventajas del uso de la tecnología como medio de visualización de fenómenos que son demasiado pequeños, grandes, rápidos o costosos para ser vistos a simple vista. Otro aspecto destacable del uso de AR es que este tipo de tecnología permite al discente comprender mejor ciertos conceptos abstractos. AR permite la visualización de microsistemas y de objetos y conceptos que no podrían ser captados a simple vista. Otra de las ventajas de AR en educación es que es una nueva forma de mejorar el aprendizaje de la configuración de formas tridimensionales sustituyendo los modelos tradicionales de plástico o madera. AR muestra objetos y conceptos de diferente manera y desde diferentes ángulos de perspectiva favoreciendo así la comprensión del alumnado⁷.

Tras los estudios de la evaluación de estos entornos virtuales, los resultados revelan un aumento en la motivación e implicación del alumnado, y en el aprendizaje significativo de los conceptos abordados. También se aprecia en ellos que los alumnos participan más en el proceso de aprendizaje dado que interactúan con las aplicaciones lo que favorece el desarrollo de la creatividad⁸.

Numerosas son las experiencias que han abordado conceptos de química con esta tecnología. A modo de ejemplo, para estudiar la composición de ciertas sustancias se llevó a cabo un proyecto de diseño de una serie de herramientas basadas en AR que los estudiantes podían controlar, combinar e interactuar usando modelos 3D de partículas elementales activados con marcadores. El proyecto tuvo lugar en Shenzhen, China. Los posteriores análisis y evaluación de resultados concluyeron que el uso de AR había tenido un significativo efecto en la motivación del alumnado y en su balance de aprendizaje. De otra parte, Wojciechowski y Cellary diseñaron un entorno de AR en el que se podían realizar experimentos con reacciones químicas sencillas de forma virtual⁹. Dehaes, un libro con AR que funciona con marcadores

⁴ VYGOTSKY L. S. (1978). Chapter 6: *Interaction between learning and development*. In: Cole, M. (ed.) *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Harvard University Press, Cambridge.

⁵ REINOSO, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. HERNÁNDEZ, M. PENNESI, D. SOBRINO y A. VÁZQUEZ (coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp. 357-400). Barcelona. Editorial Espiral.

⁶ ESTEBANELL, M. y otros (2012). Realidad Aumentada y códigos QR en Educación, en *Tendencias emergentes en Educación con TIC*. Barcelona, Espiral.

⁷ CERQUEIRA, C. S., y KIRNER, C. (2012). Developing Educational Applications with a Non-Programming Augmented Reality Authoring Tool. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp. 2816-2825).

⁸ LAMOUNIER, E., BUCIOLI, A., CARDOSO, A., ANDRADE, A., y SOARES, A. (2010). On the use of Augmented Reality techniques in learning and interpretation of cardiologic data. *Annual International Conference of the IEEE, 2010* (Vol. 1, pp. 2451-2454).

⁹ WOJCIECHOWSKI, R., y CELLARY, W. (2013). Evaluation of Learners' Attitude toward Learning in ARIES Augmented Reality Environments. *Computers & Education*, 68, pp. 570-585. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>.

fue diseñado ya hace unos años¹⁰. Por último, Andújar y otros crearon un laboratorio remoto de AR basado en imágenes que posibilitan la interacción de elementos físicos reales y elementos virtuales enlazados en tiempo real¹¹.

METODOLOGÍA

TÉCNICAS EMPLEADAS

En nuestro caso utilizamos la realidad aumentada en una propuesta de aula a nivel de ESO también adaptable a Bachillerato y a niveles de educación superior. Se trata de una propuesta en la que los alumnos trabajan en grupo. Cada grupo, formado de cuatro miembros, tiene asignados un conjunto de moléculas y redes iónicas diferentes. Han de diseñar sus propios modelos 3D con la ayuda de Jmol. Después, utilizando AR se pueden visualizar las imágenes y los modelos 3D de las moléculas. De este modo se mejora la percepción de la geometría molecular y de los ángulos de enlace. También permite visualizar la disposición de los iones en las estructuras tridimensionales de las redes iónicas.

Para ello, utilizando la aplicación Aumentaty asocian sus propios modelos 3D creados a los marcadores que activan la información virtual. Han de manipularlos para conseguir una orientación y tamaño óptimos para una mejor visualización. Pueden añadir comentarios en forma de texto, imágenes e incluso vídeos aclaratorios. Para la visualización de los modelos creados en AR los alumnos disponen de sus propios dispositivos como tabletas y móviles. Finalmente se hace una puesta en común del conjunto de la clase para compartir resultados. Se valora el trabajo en equipo, ya que se puede enfocar como un pequeño proyecto (ABP). También se evaluará si hay una mejora en el aprendizaje significativo de conceptos complejos como es el de enlace químico, si hay avances en la visualización espacial y, por último, si aumenta la motivación del alumnado al participar en el proceso de aprendizaje de una forma más activa.

La temporalización para la implementación en el aula es de cinco sesiones de dos horas. La interdisciplinariedad facilita que los avances se produzcan en varias disciplinas a la vez por lo que se requiere de más tiempo que en una clase tradicional.

La realidad aumentada (RA) se puede presentar en diferentes niveles, desde el nivel 0 constituido por los códigos QR, hasta la visión aumentada con las gafas de Google o incluso unas lentes de contacto que proyectarán la RA directamente a nuestros ojos.

RA a través de códigos QR

En el nivel más básico están los códigos QR que se pueden generar de manera sencilla con aplicaciones para móvil como QuickMark. En nuestro trabajo asociamos una imagen de la estructura que deseamos para poder visualizarla a través de un hipervínculo. También puede activarse por medio de textos, SMS, imágenes o números de teléfono. La ventaja es que los propios códigos contienen la información y de esta forma se pueden leer con cualquier lector de códigos QR.

¹⁰ MARTÍN-GUTIÉRREZ, J., SAORÍN, J. L., CONTERO, M., ALCANIZ, M., PÉREZ-LÓPEZ, D. C., ORTEGA, M. (2010). Design and Validation of an Augmented Reality for Spatial Abilities Development in Engineering Students. *Computer & Graphics*, 34(1), pp. 7-91.

¹¹ ANDÚJAR, J., MATEO, T. "Diseño de Laboratorios Virtuales y/o Remotos. Un Caso Práctico," *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, Vol. 7, N.º 1, enero de 2010.



Ejemplo de código QR generado con Quickmark.

Realidad aumentada con marcadores

Aumentaty Creator permite asociar cada marcador con una imagen, un modelo 3D, un vídeo o un hipervínculo. Tanto imágenes como geolocalizaciones o eventos pueden actuar como disparadores de la información virtual. En nuestro caso, el marcador activará la visualización en AR de las moléculas y de las redes cristalinas iónicas.

Realidad aumentada sin marcadores

Utilizamos Aurasma (HP Reveal), donde la imagen o modelo 3D se puede visualizar con el reconocimiento de un elemento real como puede ser nuestra mano, sin necesidad de marcadores.

OBTENCIÓN DE IMÁGENES 3D

Existen bibliotecas de modelos 3D como Archive 3D, la Galería 3D de Google, o también el repositorio Moléculas 3D. Pero resulta más didáctico que los estudiantes construyan sus propios modelos. Para ello pueden utilizar aplicaciones sencillas como Jmol. Otra opción es utilizar Avogadro, que permite construir las moléculas en 3D y también girarlas en el espacio para visualizar los ángulos de enlace, los planos de simetría y la disposición de los átomos alrededor del átomo central. También da la posibilidad de exportar la imagen obtenida para después visualizarla en RA. Otras aplicaciones también disponibles son Chemistry101 y Chemitorium. En niveles más avanzados se puede aprender a utilizar programas de modelado en 3D como Google SketchUp y comenzar a crear con Autodesk 123D Catch un modelo 3D e incluso una animación en este formato.

AUMENTATY CREATOR

Una vez que tenemos ya creado un repositorio de modelos 3D de las moléculas y de las redes iónicas que pretendemos estudiar, el siguiente eslabón es utilizar la RA a través de marcadores con Aumentaty. Una vez creada la escena, permite exportarla a Aumentaty Scope para móvil. Se trata de un visualizador de las escenas creadas con Creator cuya ventaja es que cualquier persona puede visualizarla descargando el proyecto generado con Creator.

HP REVEAL: MARKELESS

En un nivel superior de RA tenemos la modalidad Markeless, que no utiliza marcadores y que se sirve de activadores como el reconocimiento de una fotografía o una imagen. En este nivel, la aplicación Aurasma, denominada recientemente HP Reveal, permite crear las llamadas Auras, que cambian y enriquecen las características de los contenidos asociados. Los activadores son las lanzaderas o trigger image que es una simple foto tomada con el dispositivo móvil. Los Overlay son la información virtual asociada a esta imagen. Para hacer más atractivo el proceso también podemos utilizar como Overlay algún vídeo explicativo de las características de cada una de las moléculas estudiadas y de su geometría.

CONCEPTOS TEÓRICOS ABORDADOS

Vamos a hacer el desarrollo de la unidad didáctica del enlace químico para un nivel de segundo ciclo de ESO. El primer paso es diferenciar los dos tipos de enlace, como son el enlace covalente y el iónico.

Moléculas covalentes

Para comenzar estudiaremos el enlace sencillo covalente de la molécula de hidrógeno formada por dos átomos de este elemento químico. Se trata de una molécula con disposición lineal con un ángulo de enlace entre ambos átomos de 180 grados.

La molécula de oxígeno nos servirá para introducir el doble enlace covalente, que también tiene geometría lineal. Con esta misma disposición espacial está la molécula de nitrógeno, pero en este caso se forma un triple enlace entre los dos átomos que constituyen la molécula diatómica.

En el caso de moléculas poliatómicas estudiaremos la molécula de agua con disposición angular o en forma de V. También la molécula de amoníaco con disposición piramidal, donde el átomo de nitrógeno se encuentra ocupando el centro de la pirámide trigonal. Por último, la molécula tetraédrica representada por el metano, donde el átomo de carbono está en el centro de la unidad y los átomos de hidrógeno se posicionan en los vértices del tetraedro. Como ejemplo de aplicación en química orgánica visualizaremos también la molécula de glucosa.

Cristales iónicos

En este tipo de enlace los iones se mantienen unidos por fuerzas de carácter electrostático entre cargas de signo opuesto. La estructura de los cristales es diferente a la de las sustancias covalentes moleculares ya que las redes están formadas por un gran número de iones. Estos iones en función del número de iones de carga opuesta que tienen a la misma distancia tendrán diferentes índices de coordinación. Se trata, por tanto, de estructuras tridimensionales que se pueden visualizar mejor con ayuda de la realidad aumentada. Las más conocidas son las estructuras del cloruro de sodio o sal común, la del fluoruro de calcio o fluorita, la del sulfuro de cinc o blenda y la del cloruro de cesio. Cada una de ellas presenta un tipo diferente de estructura. La disposición del cloruro de sodio es una red cúbica centrada en las caras de aniones de cloruro y la del cloruro de cesio es una red cúbica también, pero centrada en el cuerpo.

A modo de resumen, una vez que ya hemos decidido las estructuras con las que queremos trabajar, nos ocuparemos de obtener los modelos en 3D de las mismas por los procedimientos anteriormente explicados. Después, con Aumentaty Creator crearemos la escena en realidad aumentada y la visualizaremos con Scope. Con HP Reveal crearemos los proyectos sin marcadores para dispositivo móvil. Finalmente,

queda el eslabón de la comunicación científica a través de los canales citados previamente en este documento. Se puede también compartir el resultado con alguna plataforma como Augment, que se creó para compartir modelos 3D en realidad aumentada. Para ello nos podemos registrar y acceder compartiendo proyectos.

RESULTADOS

Se obtienen como resultado las escenas creadas para cada una de las moléculas y cristales iónicos mencionados en el anterior apartado. Para alguna de estas estructuras y, a modo de ejemplo, se puede generar también un código QR que nos dirija a su imagen o modelo 3D. Con HP Reveal (Aurasma) se asocian las lanzaderas con imágenes, modelos 3D o incluso con vídeos explicativos sobre cada una de estas moléculas o cristales. También hay que destacar la necesidad de comunicar el trabajo científico con la creación de pósteres científicos, así como de vídeos publicables en un canal propio de YouTube y de marcadores y códigos QR que colocaremos en los laboratorios y aulas del centro educativo.

ESCENAS DE AR CREADAS CON AUMENTATY CREATOR Y AUMENTATY SCOPE

Permiten la visualización de la información virtual asociada con una imagen o marcador imprimible, que actúa como lanzadera, o incluso directamente en la pantalla del PC. En nuestra propuesta hemos utilizado esta aplicación para visualizar el sulfuro de cinc y el fluoruro de calcio como ejemplos de cristales iónicos, pero también para visualizar moléculas orgánicas más complejas como la de la glucosa. Hemos utilizado como marcador, tanto una imagen impresa como directamente abriendo la imagen del marcador en la pantalla del PC, como se puede apreciar en las siguientes ilustraciones:



Ilustración 1. Sulfuro de cinc. Visualización directa en pantalla de PC.

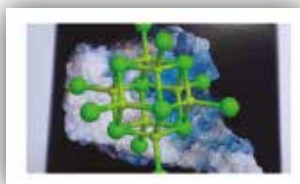


Ilustración 2. Fluoruro de calcio. Visualización con marcador imprimible.

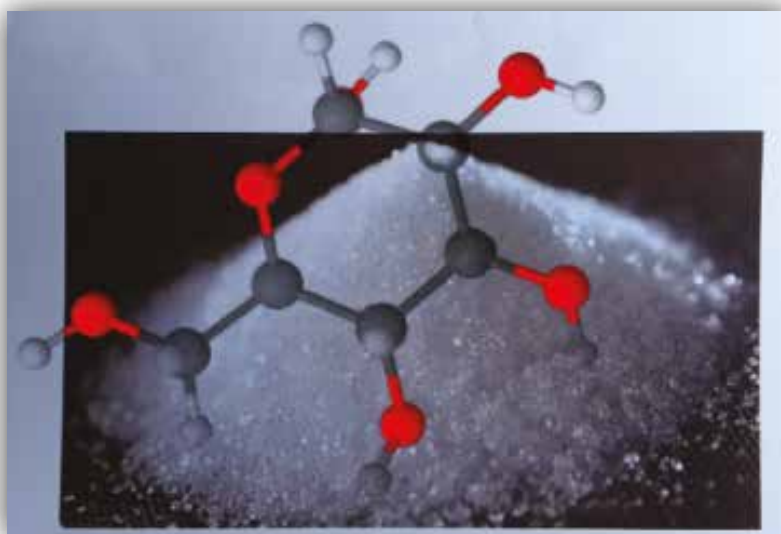


Ilustración 3. Molécula de glucosa visualización con marcador.

ESCENAS DE AR CREADAS CON HP REVEAL

Esta modalidad permite activar la información virtual sin marcadores, por ejemplo, con una fotografía como en la siguiente escena aplicada para la molécula de agua



Ilustración 4. Molécula de agua enlaces covalentes. Lanzadera fotografía de la mano.

HP Reveal también funciona con marcadores imprimibles, como podemos ver en la siguiente escena creada de la molécula de agua, cuya lanzadera es un marcador imprimible.



Ilustración 5. Molécula de agua. Lanzadera marcador.

Permite obtener una captura o un vídeo de la escena generada con el dispositivo móvil donde se puede apreciar el efecto producido, en este caso, para la visualización de la molécula de metano CH_4 de geometría tetraédrica.

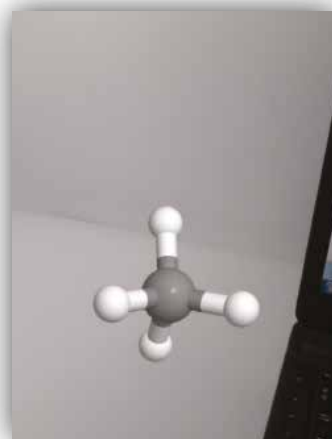


Ilustración 6. Molécula de metano. Visualización directa en pantalla de PC.

El marcador puede utilizarse también abriendo directamente en la pantalla del PC la imagen correspondiente:

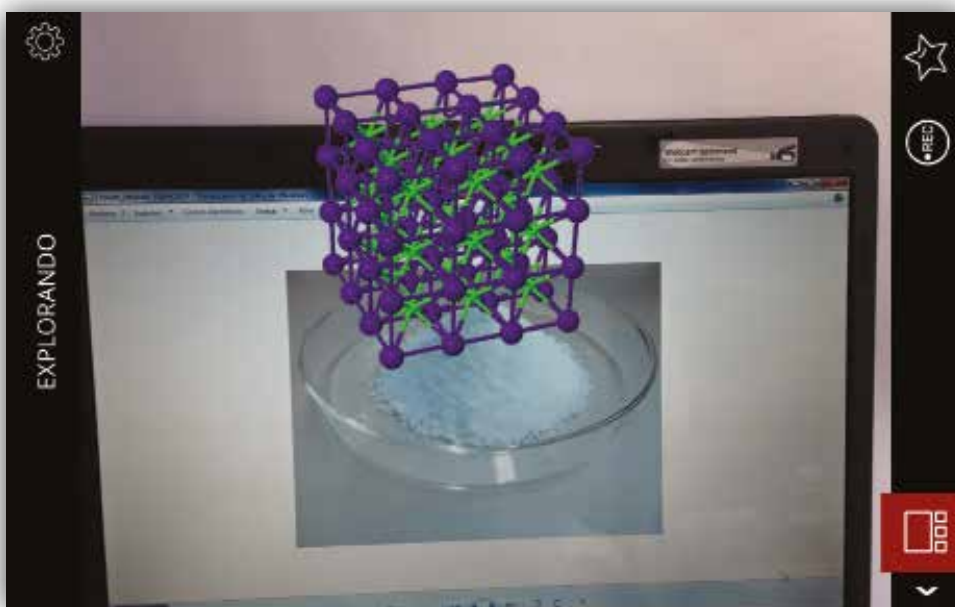


Ilustración 7. Cloruro de cesio red iónica.

VALORACIÓN DE RESULTADOS

Las escenas creadas con AR mejoran muchísimo la visualización espacial del enlace químico y ayudan al alumnado a comprender mejor estas estructuras tridimensionales que no se pueden apreciar a simple vista en el mundo real. De esta manera estamos acercando esta asignatura al estudiante para que se cree un vínculo de cercanía contraria al sentimiento general de distanciamiento que se tiene hacia los conceptos de esta materia.

La interactividad de las aplicaciones utilizadas motiva al alumnado en el proceso de elaboración y creación de sus propias escenas. Estas se pueden manejar para obtener una óptima visualización de las estructuras estudiadas.

Se produce una adquisición de los conocimientos de manera activa y participativa, esta vía favorece el aprendizaje significativo y también como consecuencia se activa la retención a largo plazo de estos conocimientos, contrariamente a la clase magistral, en la que los alumnos suelen asimilar por memorización de corto plazo.

Durante la puesta en marcha de esta propuesta de aula, hemos podido constatar que la unidad de enlace químico basada en AR es la que mejor han comprendido de todos los contenidos de la materia de Química. Desde el principio se han implicado y de este modo es la parte de la que mejor dominio han alcanzado como consecuencia de su participación directa en su propio proceso de aprendizaje.

Otro hecho destacable es la atracción que siente nuestro alumnado por la innovación docente en el aula. No significa que se deban abordar todos los contenidos con las nuevas tecnologías multimedia, sino que, según nuestra experiencia, hay que ir combinando diferentes metodologías para ir creando expectativas en el aula y así mantener la motivación del discente.

También hemos podido observar cómo mejora notablemente el interés por la comunicación científica en el grupo ya que, al tratarse de nuevas tecnologías multimedia innovadoras, nuestro alumnado una vez adquirió la maestría en el manejo de AR estaba impaciente por mostrar a otros miembros de la comunidad educativa sus elaboraciones propias, desde la perspectiva de que perciben que están dominando una nueva herramienta de aprendizaje de la que poca gente es todavía experta conocedora.

Este hecho favorece que nuestro alumnado del aula PASE se relacione dentro de la comunidad educativa de una forma más efectiva, y esto implica como consecuencia que se adquieran más garantías de un futuro éxito escolar.

CONCLUSIONES

Haciendo uso de las tecnologías digitales e integrando los recursos multimedia en las actividades, los estudiantes adquieren mejor las habilidades científicas, favoreciéndose el aprendizaje significativo. El hecho de crear sus propios marcadores, modelos y vídeos contribuye a que intervengan en el proceso de aprendizaje de forma activa, colaborativa e interactiva, incrementando el gusto por la ciencia y la investigación del alumnado. Otro logro es el de contribuir a mejorar la percepción de los alumnos de la geometría molecular, de los ángulos de enlace y de la disposición de los átomos en las estructuras tridimensionales de los compuestos químicos, es decir, desarrollamos la visión espacial del alumnado a través de esta tecnología emergente.

Esta propuesta se aborda de forma interdisciplinar; es decir, se trabaja desde diversas áreas como son la Física y Química, Informática, Tecnología y Diseño. Se estimula también la creatividad a través del diseño de modelos propios. En la actualidad vivimos en un mundo en el que los saberes están integrados y las áreas de trabajo son interdisciplinarias; por tanto, es nuestra función como docentes preparar al alumnado para afrontar este nuevo contexto de formación.

El hecho de hacer la comunicación científica a través de la colocación de códigos QR y marcadores en el aula y en los laboratorios constituye una forma innovadora que favorece también la divulgación científica entre el resto de la comunidad educativa. Al mismo tiempo que se mejora la competencia de la comunicación científica, se adquieren responsabilidades en torno al trabajo creado que se tiene que dar a conocer.

A nivel educativo, esta propuesta de aula tiene como objetivo destacado el hecho de contribuir a la consecución de un alumnado más ilustrado en los aspectos científicos y tecnológicos.

¡ME ESTÁIS CALENTANDO! PROYECTO SOBRE EL EFECTO INVERNADERO Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

David Rosa Novalbos

IES Rosa Chacel. C/ Huertas, 68. 28770 Colmenar Viejo (Madrid)
Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid
C/ Rector Royo Villanova, s/n. 28040 Madrid (España)
darosa@ucm.es

María Mercedes Martínez-Aznar

Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid
C/ Rector Royo Villanova, s/n. 28040 Madrid (España)
mtzaznar@ucm.es

Palabras clave: efecto invernadero y calentamiento global, aprendizaje basado en proyectos, grupos cooperativos, rol activo del alumnado, Educación Secundaria.

Keywords: greenhouse effect & global warming, project-based Learning, cooperative groups, student active role, Secondary Education.

Resumen

«¡Me estáis calentando!» propone una metodología de trabajo por proyectos con el alumnado de 4.º de ESO para abordar los contenidos curriculares relacionados con el efecto invernadero y el calentamiento global, propios de asignaturas de Ciencias Naturales y Sociales. Los contenidos se distribuyen entre grupos cooperativos de alumnos para ser desarrollados mediante su trabajo y rol activo, creando recursos analógicos y digitales para finalmente comunicar sus proyectos. La calidad de sus productos debido al tratamiento dado a los contenidos trabajados, así como el interés e implicación en sus exposiciones y comunicación, permiten confirmar la utilidad metodológica, formativa y educativa del proyecto.

Abstract

You're getting me burnt proposes a project-based work method for students of 4th level of CSE in order to tackle those curricular contents related to greenhouse effect and the global warming, which are common

elements both to natural science and social science subjects. The contents are assigned to cooperative groups to be developed through an active role by creating analogical and digital resources to be finally presented before any type of audience. The quality of their final work due to the treatment given to the contents and the interest and commitment to the detailed accounts of their research allow us to prove the methodological, formative and educational usefulness of the project.

INTRODUCCIÓN

Se presenta el proyecto «¡Me estáis calentando!» para el desarrollo de contenidos curriculares sobre el efecto invernadero y el calentamiento global de la asignatura de Biología y Geología de 4.º de ESO.

El estudio se realizó en el IES Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid), un centro educativo público de la Comunidad de Madrid, que forma parte de los 15 institutos que desarrollan un proyecto institucional denominado Institutos de Innovación Tecnológica (IIT). Este proyecto dota a estos centros con recursos digitales (aulas de informática, ordenadores, pizarras digitales y conexión a internet) cuyo objetivo principal es favorecer el aprendizaje del alumnado de la etapa de ESO mediante el uso de las TIC y desarrollar sus competencias digitales.

Se trabajó con una metodología de aprendizaje basado en proyectos mediante grupos cooperativos de alumnos, utilizando las TIC para la creación de recursos digitales, además de murales, maquetas y mensajes de concienciación con los que finalmente debían comunicar sus resultados con exposiciones orales y todos sus productos finales.

El trabajo por proyectos adoptado en este trabajo se encuentra entre los enfoques indagativos (en inglés, *Inquiry-Based Science Education, IBSE*). Al igual que cualquier planteamiento de esta naturaleza, se enfrenta al alumnado con un reto, no superable con la información y conocimiento que posee el alumnado, y para cuya resolución y elaboración del producto final, un *padlet*, necesitan plantear y desarrollar estrategias indagativas y construir nuevos conocimientos.

Este enfoque implica, necesariamente, estimular el trabajo cooperativo, dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para centrarse en un trabajo más retador y complejo, y utilizar un planteamiento interdisciplinar en lugar de uno por área o asignatura^{1,2}. El producto final conseguido se debe comunicar oralmente al resto de los compañeros³. El trabajo cooperativo, además de abordar los contenidos curriculares de la asignatura, conlleva el desarrollo de dimensiones competenciales TIC relacionadas con el tratamiento de la información y la competencia digital⁴:

El presente estudio surge de la inquietud del profesor-investigador de seguir las sugerencias internacionales y abordar una metodología indagativa para el desarrollo de las clases^{5,6} y mejorar la calidad de la

¹ ANDERMAN, L. H. y MIDGLEY, C. (1998). *Motivation and middle school students [ERIC digest]*, Champaign, IL: ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education.

² LUMSDEN, L. S. (1994), *Student motivation to learn (ERIC Digest No. 92)*, Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Management.

³ LARMER, J. y MERGENDOLLER, J. R. (2010). Seven Essentials for Project-Based Learning, *Educational Leadership*, 68, [1], pp. 34-37.

⁴ MEC, R. D. 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

⁵ EUROPEAN COMMISSION (2007). *Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*, Brussels.

⁶ ABD-EL KHALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N. G., MAMLOK-NAAMAN, R., HOFSTEIN, A., NIAZ, M., TREAGUST, D. y TUAN, H. (2004). Inquiry in *Science Education: International Perspectives*, Science Education, 99, pp. 397-419.

enseñanza-aprendizaje de la ciencia y el interés del alumnado⁷. La intención es trascender el modelo expositivo e involucrar al alumnado en la gestión activa de su propio aprendizaje.

OBJETIVOS

Durante el curso 2015-2016 se tenía el reto de crear, diseñar e implementar en el aula una experiencia con la metodología de aprendizaje basado en proyectos con varios objetivos:

- Tratar con los alumnos los contenidos de Biología y Geología sobre el efecto invernadero y el calentamiento global para dar valor al medio ambiente haciendo educación ambiental.
- Diseñar y realizar un conjunto de productos (recursos digitales, murales, maquetas, etc.) que favorezcan el desarrollo de diferentes competencias en los estudiantes.
- Mostrar y emplear los productos del proyecto en diferentes eventos, así como describir una metodología para desarrollar la competencia digital a través del aprendizaje basado en proyectos cooperativos que integran las TIC.

METODOLOGÍA

El estudio es cualitativo de tipo descriptivo con un diseño de estudio de caso⁸, y asume el método de la investigación-acción al estar orientado a la transformación de la realidad educativa desde la propia realidad.

MUESTRA

La metodología didáctica propuesta en este estudio se implementa con 3 grupos-aula intactos de alumnos de 4.º ESO, de la asignatura de Biología y Geología, durante la 3.ª evaluación del curso académico 2015-2016 en el IES Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid). En total participaron 3 profesores y 78 alumnos de entre 15 y 16 años que trabajaron los mismos 5 proyectos, distribuidos en 5 subgrupos cooperativos en cada grupo-aula.

METODOLOGÍA DE AULA

El proyecto surge con la pregunta guía: *¿Cómo podemos contribuir a concienciar a la población escolar de la importancia del cuidado del medioambiente para ayudar a reducir el aumento del efecto invernadero y el calentamiento global?*

Y el proyecto se dirige hacia la creación de varios productos intermedios y finales:

- Maquetas del efecto invernadero.
- Murales analógicos de los contenidos.
- *Padlets* de los contenidos. Los *padlets* son tableros o muros digitales donde se puede colgar cualquier tipo de documento digital o web.

⁷ PRINCE, M. y FELDER, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), pp. 13-138.

⁸ RODRÍGUEZ, G., GIL, J. y GARCÍA, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*, Málaga. Ediciones Aljibe.

- Exposiciones orales en el aula de cada subgrupo cooperativo para exponer sus investigaciones y sus productos intermedios.
- Mensajes (dibujos, audios, vídeos, etc.) de concienciación sobre el efecto invernadero y el calentamiento global.
- Exposición de sus maquetas y murales en la fiesta Zerca y Lejos y en el vestíbulo del instituto para el Día del Medio Ambiente (5 de junio).
- *Padlet* con toda la información del proyecto.
- Difusión del proyecto en diferentes eventos.

En relación con la secuencia metodológica, al principio del proyecto, se informó a los alumnos de las actividades a realizar para elaborar los 5 proyectos que se les iba a asignar. Cada profesor creó en su aula los subgrupos mezclando alumnos de diferentes niveles académicos y les asignó el proyecto que creyó conveniente tras atender a las peticiones de los subgrupos.

Los proyectos y contenidos a trabajar fueron:

- **¿Qué es el efecto invernadero?** Gases implicados, su importancia, etc.
- **Historia sobre cambios climáticos y el calentamiento global actual.** Cambios climáticos en la historia geológica, curva Keeling, de Kyoto a París, etc.
- **Causas del calentamiento global.** Causas de origen natural y causas de origen antrópico.
- **Consecuencias del aumento del efecto invernadero.** Para el clima, los ecosistemas, los seres vivos, la geología, las poblaciones humanas, etc.
- **Medidas a adoptar para reducir el aumento del efecto invernadero.** Políticas, empresariales, población y «yo».

El proceso de elaboración de los proyectos se realizó a lo largo de 2 meses durante la 3.^a evaluación de dicho curso académico (abril y mayo de 2016) y se implementó en las aulas tecnológicas, aulas IIT (*figura 1*).

La metodología desarrollada constaba de las siguientes fases:

- 1.^a fase: 2 sesiones de clase semanales durante un mes y medio para la creación de maquetas, murales y la realización de las tareas digitales de los proyectos.
- 2.^a fase: 5 sesiones para las exposiciones orales de los proyectos en el aula.
- 3.^a fase: difusión del proyecto en diferentes medios (web del proyecto, fiesta del instituto, jornadas de difusión de proyectos, congresos, etc.).

El proyecto comienza con cada profesor en su grupo-aula, dando inicio al trabajo cooperativo de los subgrupos con dicha secuencia temporal.

1.^a fase de realización de maquetas, murales y de tareas TIC. Dos sesiones semanales en aula IIT (*figura 1*) y con tareas para casa, con plazos de entrega adecuados a cada tarea.



Figura 1. Trabajo en subgrupos cooperativos en las aulas tecnológicas (IIT).

El profesorado también crea los 5 recursos digitales (*padlets*) para los 5 bloques de contenidos y los comparte entre los subgrupos de los diferentes grupos-aula (4.ºA, 4.ºB y 4.ºC) a los que han sido asignados. Cada bloque de contenidos es trabajado de forma compartida entre los correspondientes subgrupos de cada grupo-aula. Es decir, cada equipo trabaja de forma cooperativa con el resto de equipos de las otras clases para buscar, investigar, tratar la información y crear su *padlet* para entender mejor los contenidos trabajados.

El profesor en su aula realiza una labor de andamiaje, es decir, durante toda la fase de trabajo del alumnado y la creación de sus productos, el profesorado actúa como guía, establece plazos de entrega y aporta normas básicas para las presentaciones digitales, orienta a los alumnos cuando tienen dificultades, propone ideas, recoge sugerencias, destaca producciones de los grupos de utilidad para los demás y supervisa el avance de los diferentes grupos.

Toda la programación del proyecto por parte de los profesores y la coordinación entre ellos en relación con los contenidos, competencias básicas (ahora competencias clave), criterios de evaluación, secuencia de tareas y productos a realizar, tiempos, recursos, etc., quedará recogida en la tabla (figura 2) que aparece en el apartado de «Resultados».

2.ª fase de exposición y comunicación de sus proyectos. Cinco sesiones en el aula IIT:

- Cada grupo dispuso de una sesión de clase completa para exponer el producto final de su proyecto. Los grupos toman sus propias decisiones sobre la dinámica de presentación de los productos finales de los proyectos.
- Cada grupo se autoevaluó y fue evaluado por los restantes grupos.
- Durante esta fase de exposiciones, el profesor también las evaluó a partir de los *padlets* presentados, las exposiciones de los alumnos y las evaluaciones y autoevaluaciones, asignándoles la calificación correspondiente.

Finalmente, la 3.ª fase incluye todas aquellas actuaciones enfocadas a la difusión del proyecto en diferentes medios:

- Web oficial del proyecto en el que se publicarán todos los aspectos de este.
- Publicaciones por medio de entradas de blog en los blogs oficiales del instituto y blogs de los profesores.
- Exposición de maquetas y murales en la fiesta Zerca y Lejos, que es la fiesta oficial del instituto, con gran repercusión social en el pueblo y las familias.
- Exposición temporal de maquetas y murales en el vestíbulo del instituto.
- Comunicación del proyecto, por parte de los alumnos, en diferentes jornadas del instituto enfocadas a la difusión de proyectos.
- Comunicación del proyecto, por parte de los profesores, en diferentes eventos, congresos y publicaciones.

RESULTADOS

La programación del proyecto por parte de los profesores ha quedado registrada en una tabla (*figura 2*) que se puede revisar en el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/drawings/d/1QJkb6Vl046rqQHycpjSs4j5gsBmNcA286BSa3iAdBp0/edit?pref=2&pli=1>

The image shows a screenshot of a Google Drawings table with multiple columns and rows. The text is mostly illegible due to blurring, but the structure appears to be a grid of project planning information, possibly including dates, tasks, and responsibilities.

Figura 2. Tabla de la programación del proyecto creada por el profesorado.

El objetivo del estudio se evaluó por medio de la calidad de los cinco *padlets* de los contenidos trabajados, que son los productos finales de integración de los recursos digitales. Los 5 *padlets* de los contenidos trabajados se pueden consultar en los siguientes vínculos y en los códigos *bidi* de la *figura 3*:



Figura 3. Códigos *bidi* de los contenidos trabajados en el proyecto.

- **¿Qué es el efecto invernadero?**
<https://padlet.com/darosanov/efectoinvernadero>.
- **Historia sobre cambios climáticos y el calentamiento global actual.**
<https://padlet.com/darosanov/historia>.
- **Causas del calentamiento global.**
<https://padlet.com/darosanov/causas>.
- **Consecuencias del aumento del efecto invernadero.**
<https://padlet.com/darosanov/consecuencias>.
- **Medidas a adoptar para reducir el aumento del efecto invernadero.**
<https://padlet.com/darosanov/medidasadoptar>.

La evaluación también se realizaba en relación a la calidad de sus *padlets*, murales y maquetas como productos analógicos. En la *figura 4* se muestran imágenes de ejemplo de todos estos productos.



Figura 4. Ejemplos de *padlet*, mural y maquetas creados por los alumnos.

Los recursos digitales y la elaboración de sus *padlets* están creados con mensajes completos, claros y estructurados que les da un alto rigor científico adecuado al curso de 4.º de ESO. No obstante, a algún grupo de alumnos le falta cumplir adecuadamente algunas normas de presentación de recursos digitales que se les han sugerido.

Además, se evaluaron las presentaciones orales en el aula de cada subgrupo cooperativo y de su correspondiente proyecto (*figura 5*), es decir, la exposición y comunicación frente a sus compañeros de todo el conjunto de sus creaciones, de los murales, las maquetas y las presentaciones digitales.



Figura 5. Exposiciones en el aula por los subgrupos con sus creaciones.

Respecto a la exposición y comunicación de sus proyectos en grupos con las TIC, se observa una buena explicación de los contenidos expuestos y una buena elaboración de los recursos digitales empleados para su exposición. Sin embargo, se detecta que presentan mayores dificultades en el diseño, organización y creatividad de la exposición en todo lo que se refiere a la coordinación entre los componentes del grupo, a la participación equilibrada entre sus miembros, la preparación adecuada por todos los componentes del grupo para evitar leer sus presentaciones, la secuenciación de los contenidos y la gestión del tiempo disponible para su exposición.

Finalmente, los *padlets* elaborados se constituyen como recursos comunes disponibles por todos los alumnos para el tratamiento y aprovechamiento de los contenidos.

También se crearon dibujos, audios y vídeos con mensajes de buena calidad para la concienciación frente a esta problemática ambiental para divulgarlos el Día del Medio Ambiente (5 de junio de 2016). Se pueden visualizar en la siguiente web (*figura 6*):

<https://padlet.com/darosanov/podcastyvideosefectoinvernadero>



Figura 6. Creaciones por los subgrupos de dibujos, audios y vídeos de denuncia frente a la problemática ambiental del efecto invernadero y el calentamiento global.

La presentación oficial del proyecto se produjo en la fiesta Zerca y Lejos (figura 7) del 29 de mayo de 2016, para recaudar fondos para la escuela infantil Ngom Ebae de Djoum (Camerún, África) con la que está hermanado el instituto.



Figura 7. Exposición en la fiesta Zerca y Lejos y su presentación a las familias.

Además, se creó una exposición temporal con maquetas y murales en el vestíbulo del instituto para que todos los usuarios del centro se concienciasen frente a esta problemática (figura 8).



Figura 8. Exposición en el vestíbulo del instituto para celebrar el 5 de junio, Día Mundial del Medio Ambiente, denunciando esta problemática ambiental.

Todo el proyecto ha quedado registrado en un *padlet* en la siguiente web, en la que se han publicado todos sus aspectos (programación, actuaciones realizadas, *padlets* del tratamiento de los contenidos, entradas de blog, documentos de difusión, etc.):

<https://padlet.com/darosanov/ABP4ESOEFECTOINVERNADEROYCALENTAMIENTOGLOBAL>

Además, el proyecto se ha difundido a través de publicaciones en blogs, en jornadas de difusión de proyectos del instituto y en congresos de docentes.

Los resultados obtenidos se consideran adecuados y positivos para valorar de forma afirmativa que el desarrollo del proyecto tiene utilidad para alcanzar los objetivos:

- La creatividad y originalidad de los *padlets*, maquetas, murales y mensajes para el Día del Medio Ambiente.
- El correcto desarrollo de competencias comunicativas.
- La buena colaboración entre profesores y alumnos.

A lo largo del desarrollo del proyecto también han surgido algunos problemas como:

- Los ajustados tiempos para el desarrollo del proyecto.
- Los errores en la comprensión de conceptos.
- Los tiempos de los alumnos, que no siempre se ajustan a las previsiones.
- El diferente grado de implicación de los grupos de alumnos participantes.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de esta metodología en 4.º de ESO lleva a concluir que esta metodología favorece el tratamiento de los contenidos, potencia el desarrollo de diferentes dimensiones competenciales digitales, comunicativas, de aprender a aprender, etc., y podría ser transferida a otras materias. Se considera que este proyecto es una idea que se puede exportar a otros profesores debido a la cantidad de competencias que puede ayudar a desarrollar en los alumnos.

Los resultados también permiten concluir que las dificultades en la metodología se encuentran en la motivación y esfuerzo del propio alumnado, y no tanto en las competencias que se practican y desarrollan. Por ello, estos resultados de aprendizaje obtenidos por medio de los *padlets* animan a continuar el estudio extendiéndolo a otros contenidos de esta asignatura, a contenidos de otros cursos y de otras asignaturas.

Además, con este proyecto se varía la metodología en el aula para evitar el aburrimiento y se desarrolla y mejora la práctica docente en esta metodología de aprendizaje basado en proyectos.

WEBQUEST PARA CIENCIAS NATURALES DE 1.º DE ESO: AIRE, AGUA Y SU CONTAMINACIÓN

Natalia Serrano Amarilla, María José Cuetos Revuelta,
Beatriz Marcos Salas, Ana Isabel Manzanal Martínez

*UNIR, Universidad Internacional de La Rioja
C/ Almansa, 101. 28040 Madrid*

natalia.serrano@unir.net, mjose.cuetos@unir.net, beatriz.marcos@unir.net, ana.manzanal@unir.net

Palabras clave: WebQuest, ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), TAC (Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento), Ciencias Naturales.

Keywords: WebQuest, PBL (Problem Based Learning), ICT (Information and Communication Technologies), TAC (Technologies for Learning and Knowledge), Natural Sciences.

Resumen

Nuestros alumnos viven inmersos en una sociedad tecnológicamente avanzada, por lo que la educación debe ayudar a los estudiantes a fomentar un aprendizaje permanente y una alfabetización digital. En esta línea se presenta esta WebQuest para 1.º curso de la ESO, que lleva por título «aprendiendo sobre la hidrosfera» (<https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/>) y que ofrece recursos sobre la hidrosfera, la atmósfera y su contaminación. Se describen sus diferentes secciones y se proponen diversas actividades y su evaluación. Se formula un problema ambiental para lograr la motivación y la reflexión de los alumnos sobre sus repercusiones en el entorno en el que viven.

Abstract

Our students live immersed in a technologically advanced society, so education should help students to promote lifelong learning and digital literacy. In this line, this WebQuest is presented for the 1st year of ESO, which is entitled "learning about the hydrosphere" (<https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/>) and that offers resources on the hydrosphere, the atmosphere and its pollution. Its different sections are described and various activities and their evaluation are proposed. An environmental problem is formulated to achieve students' motivation and reflection on their repercussions in the environment in which they live.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La educación, tal y como la comprendemos hoy debe ayudar a los estudiantes a desenvolverse en la denominada sociedad del conocimiento y de la información, caracterizada por poner a disposición del individuo una gran cantidad de información, en parte gracias a la globalización y también a las denominadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Por otro lado, debe tenerse en cuenta no solo que los alumnos son nativos digitales (Prensky, 2011)¹, sino también la gran rapidez con la que se suceden los cambios y, por lo tanto, la necesidad de aprendizaje permanente y de una alfabetización digital, siendo esta una de las competencias clave a desarrollar recomendadas por el Parlamento Europeo (2006)². De hecho, entre las funciones del docente se encuentra el fomentar el buen uso de las tecnologías en el aula.

Así surge, por ejemplo, el desarrollo de proyectos como los Institutos de Innovación Tecnológica, en marcha desde el curso 2010-2011, de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad de Madrid, que pretenden impulsar la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación, como una herramienta de aprendizaje en Secundaria. Incorporando las TIC en un tercio del horario en ciertas materias de manera obligatoria, para ayudar al alumno a integrarse en un mundo cada vez más complejo y tecnológico. Con este programa se ha dotado a los centros de un aula digital, con los recursos necesarios para trabajar con internet, una pizarra digital interactiva y ordenador para el docente, así como un ordenador para cada alumno.

Las TIC aplicadas a la educación con una finalidad didáctica en la que el alumno tome un papel más activo y participativo, pasan a denominarse como TAC (Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento) (Lozano, 2011)³. Estas permiten no solo aumentar el interés de los alumnos, sino también el trabajo cooperativo, compartir experiencias, facilitar la indagación, etc. (Sancho, 2008)⁴.

Entre estas TAC encontramos una larga lista de herramientas, destacando las WebQuest, cazas del tesoro, wikis, edublogs, cómics digitales, vokis y un largo etcétera. A pesar de esa variedad de recursos, en muchos momentos el docente debe realizar un sobreesfuerzo para la realización de este entorno virtual, aunque a través de EducaMadrid hay contenidos digitales elaborados y recursos TIC útiles, en muchas ocasiones son insuficientes o se deben adaptar a las programaciones de las asignaturas diseñadas por el docente, que debe buscar diversos materiales en función de las características de sus alumnos.

De ahí que la WebQuest sea una herramienta excelente. Esta fue definida por su creador, Bernie Dodge, como «una actividad orientada a la investigación donde toda o casi toda la información que se utiliza procede de recursos de la web» (Quintana e Higuera, p. 7)⁵. ¿Y esto, en qué ayuda al docente? En primer lugar, hay que tener en cuenta que cuando se realiza una actividad como es la investigación utilizando Internet, los alumnos se enfrentan a la revisión de una ingente cantidad de información y no toda ella fiable. Las WebQuest ayudan al profesor, por un lado, a seleccionar una serie de recursos de esta red y, por lo tanto, se limita la cantidad de información que tienen que tratar los alumnos y, por otro lado, se asegura que esos recursos que van a consultar sus educandos proporcionan información de calidad y fiable. Es decir, que «se consigue rentabilizar el tiempo del alumnado, centrando la actividad en el uso de

¹ PRENSKY, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales*. Madrid. Ediciones SM.

² Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, DO L 394, 30.12.2006. Diario Oficial de la Unión Europea, 394, pp. 10-18.

³ LOZANO, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. *Anuario ThinkEPI*, 5, pp. 45-47.

⁴ SANCHO, J. (2008). De TIC a TAC, el difícil tránsito de una vocal. *Investigación en la escuela*, 64, pp. 19-30.

⁵ QUINTANA, J., HIGUERAS, E. (2009). Las webquest, una metodología de aprendizaje cooperativo, basada en el acceso, el manejo y el uso de información en la red. *Cuadernos de docencia universitaria*, 11. Barcelona. Octaedro.

la información, más que en la búsqueda, fomentando así habilidades de uso y tratamiento de la misma (análisis, síntesis, evaluación, extracción de conclusiones)» (Aguiar y Cuesta, 2009, p. 86)⁶.

Las WebQuest son, por lo tanto, herramientas cuyo formato propicia un aprendizaje colaborativo (De Wever, Keer, Schellens y Valcke, 2011)⁷ y significativo (García-Barrera, 2015), destacando su facilidad de uso. Según Stoks (2010)⁸, conjugan una metodología activa, como es el aprendizaje basado en problemas, con un entorno digital, permitiendo así trabajar esta competencia. Por otro lado, promueven el pensamiento crítico, el desarrollo de habilidades interpersonales y colaborativas (Zheng, Pérez, Williamson y Flygare, 2008)⁹, ayudan a trabajar la creatividad, la capacidad de análisis y síntesis, atender a la diversidad, educar en valores, etc. (García-Barrera, 2015)¹⁰. Entre otras ventajas, las WebQuest son herramientas que motivan al alumnado y, por lo tanto, facilitan la adquisición de contenidos, permiten reflexionar sobre los objetivos de aprendizaje y también trabajar de forma autónoma, tanto en grupo como de forma individual, fomentar habilidades de investigación, trabajar diferentes lenguajes expresivos, introducir dinámicas de autoevaluación y heteroevaluación, trabajar organizadamente (Revuelta y Pedrera, 2015¹¹; Bernabé 2009¹²).

Barrows (1986)¹³ define el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como un método de aprendizaje que se basa en usar problemas para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos. Es un método de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante con el que este adquiere conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real (Bernabeu y Cònsul, 2018)¹⁴. Como características principales, se destaca que es una metodología activa, que permite trabajar en grupos pequeños, en el que el profesor actúa como guía y facilitador y el estudiante lleva a cabo un aprendizaje autodirigido, facilita la comprensión de los nuevos conocimientos, permitiendo alcanzar el aprendizaje significativo, se promueve la colaboración entre estudiantes y crea nuevos escenarios de aprendizaje promoviendo el aprendizaje interdisciplinar. Mientras que, tradicionalmente, primero se expone la información y, posteriormente, esta se intenta aplicar en la resolución de un problema, en el ABP, primero se presenta el problema, leyéndolo y analizándolo, siendo positivo hacer una lluvia de ideas. En segundo lugar, se identifican las necesidades de aprendizaje, para lo cual se confecciona una lista con aquello que se conoce, lo que se desconoce y lo que se necesita para resolver el problema. De esta forma, se pasa a definir el problema y a buscar la información necesaria para resolverlo y, finalmente, se presentan los resultados

⁶ AGUIAR, M.V., CUESTA, H. (2009). Importancia de trabajar las TIC en Educación Infantil a través de métodos como la WebQuest. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 34, pp. 81-94.

⁷ DE WEBER, B., VAN KEER, H., SCHELLENS, T., VALCKE, M. (2011). Assessing collaboration in a wiki: The reliability of university students' peer assessment. *Internet and Higher Education*, 14, pp. 201-206.

⁸ STOKS, G. (2010). Webquest in the training of teachers of Modern Languages. *Computer Resources for Language Learning*, 3, pp. 25-28.

⁹ ZHENG, R., PÉREZ, J., WILLIAMSON, J., FLYGARE, J. (2008). WebQuests as perceived by teachers: implications for online teaching and learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, pp. 295-304.

¹⁰ GARCÍA-BARRERA, A. (2015). Percepción de los estudiantes de magisterio acerca de la utilidad de las wiki-webquest en el aula tras su realización. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 54, pp. 1-12 [en línea], disponible en: http://www.edutec.es/revista/index.php/edutece/article/view/289/Edutec_54_Garcia [consultado el 03/11/2017].

¹¹ REVUELTA, F. I. y PEDRERA, M. I. (2015). Integración de la WebQuest en el proceso de enseñanza aprendizaje en la formación del profesorado del grado de Educación Infantil. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 52, pp. 1-12 [en línea], DOI: 10.21556/edutec.2015.52.294.

¹² BERNABÉ, I. (2009). Recursos TICs en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES): Las WebQuests. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 35, pp. 115-126.

¹³ BARROW, H. S. (1983). Problem-based learning, self-directed learning. *JAMA*, 250, pp. 3077-3080.

¹⁴ BERNABEU, M. D., CÒNSUL, M. (s.f.). Aprendizaje Basado en Problemas: El método ABP [en línea], disponible en: <https://educra.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/> [consultado el 03/04/2018].

(Morales y Landa, 2004)¹⁵. Esto promueve entre otras competencias, la competencia de «aprender a aprender» y, por lo tanto, el desarrollo de habilidades metacognitivas.

¿Cómo se aplica el ABP en la WebQuest? Según Turégano (2006)¹⁶, una WebQuest presenta las siguientes secciones:

- Introducción. Presentación inicial de la actividad. Uno de sus objetivos es producir interés en el alumno y, por tanto motivar para la ejecución de la tarea. Suele ser un pequeño texto introductorio al tema, o algo breve y llamativo, para que se capte la atención del alumnado.
- Tarea. Se describe la actividad a llevar a cabo (resolución de un problema, investigación, proceso creativo, etc.) y que conlleva la transformación de la información. No consiste únicamente en contestar preguntas, sino en aplicar la información. Se aclara si dichas actividades son individuales o grupales.
- Proceso. Se describen los pasos a seguir para ejecutar la tarea, incluidos el papel a desempeñar o consejos sobre relaciones interpersonales. Se describe dónde y cómo se deben entregar las actividades, si se requiere de un formato específico, etc.
- Recursos. Fuentes de información, que pueden o no estar en internet, seleccionadas por el docente previamente y que ayudarán al alumno en la realización de la tarea.
- Evaluación. Breve y clara explicación de cómo se va a evaluar la ejecución de la tarea. De esta forma, el alumno va a saber en todo momento cómo va a ser evaluado. La mayoría de las veces se usan rúbricas.
- Conclusión. Resumen de la actividad que implica reflexión y aplicación de los nuevos aprendizajes.
- Créditos y referencias. Este apartado es opcional y consiste en un listado de las fuentes utilizadas. También puede contener agradecimientos.

De este modo, los alumnos buscan la solución a problemas específicos planteados mediante la WebQuest, cuyo desarrollo permiten su análisis, discusión y resolución de la problemática final formulada en su objetivo principal.

OBJETIVOS

En esta línea se presenta esta WebQuest sobre la hidrosfera, la atmósfera y su contaminación, con el objetivo de presentar un recurso ya diseñado para la asignatura de Ciencias Naturales de 1.º de la ESO, pero con los contenidos concretos y adaptados a la edad y necesidades específicas de los alumnos de primer curso de la ESO, promoviendo el aprendizaje significativo dentro del marco constructivista vigente.

Así, se puede trabajar de una forma guiada, permitiendo a los alumnos focalizarse en el desarrollo de la actividad y en la adquisición de conocimientos, minimizando el proceso de búsqueda de la información. Pero, sobre todo, fomentando la motivación y la reflexión de los alumnos sobre la problemática ambiental y sus repercusiones en el entorno en el que viven.

Para el diseño de la WebQuest se va a utilizar la herramienta proporcionada por Google Sites. Para ello, es necesario tener una cuenta de Gmail, puesto que se entrará con el usuario y contraseña elegidos. Una

¹⁵ MORALES, P., LANDA, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, pp. 145-157 [en línea], disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29901314> [consultado el 26/06/2018].

¹⁶ TURÉGANO, J. C. (2006). *Webquest. Una técnica de uso de Internet en el aula*. Las Palmas. Consejería de Educación, Cultura y Deportes.

vez hecho esto, tan solo se debe crear una página eligiendo una plantilla para ello. Se ha elegido la plantilla suministrada por el grupo de investigación EDUTIC, de la Universidad de Alicante. El título elegido para la WebQuest es «Aprendiendo sobre la hidrosfera», cuya URL es la siguiente: <https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/>.

Los objetivos de esta WebQuest son los siguientes:

- Conocer el agua, su uso y sus fuentes de contaminación.
- Conocer la estructura de la atmósfera y la composición del aire.
- Analizar los efectos de la contaminación atmosférica en los ecosistemas y en los materiales.
- Fomentar la motivación y la reflexión de los alumnos sobre la problemática ambiental y sus repercusiones en el entorno en el que viven.
- Entender las relaciones e interrelaciones entre hidrosfera, atmósfera y la vida humana, animal y vegetal.
- Navegar en internet con un propósito definido.
- Utilizar el ordenador como herramienta de trabajo personal.

DISEÑO DE ESTA WEBQUEST

En la primera pestaña de la WebQuest, la **introducción**, se presenta a Pablo, que viene desde el futuro para pedir ayuda a los estudiantes con un problema medioambiental que ha producido que no dispongan de agua ni de alimentos, además de presentar una serie de problemas respiratorios. Estos datos, junto a las imágenes proporcionadas, deben ayudar a los alumnos a buscar una solución y ayudar a impedir que tenga lugar este problema en el futuro (ver *figura 1*).



Figura 1. Captura de pantalla de la pestaña Introducción de la WebQuest Aprendiendo sobre la hidrosfera. Fuente: elaboración propia (<https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/>).

Para ello, en la **tarea** se van a proponer tres actividades a realizar por los estudiantes, dos de ellas de carácter grupal (ver *figura 2*). La primera será realizar una lluvia de ideas en gran grupo para identificar qué conocemos, qué no conocemos y qué necesitamos saber. La segunda será buscar la información, definir el problema, generar soluciones y reflexionar sobre las posibles consecuencias. La tercera será llevar a cabo, individualmente, un experimento ilustrativo sobre el problema a tratar.

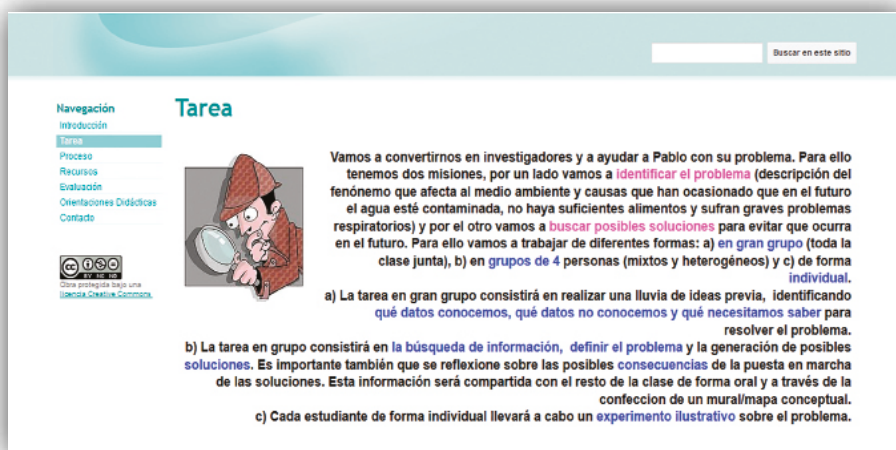


Figura 2. Captura de pantalla de la pestaña Tarea de la WebQuest Aprendiendo sobre la hidrosfera.
 Fuente: elaboración propia (<https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/>).

En el **proceso** se explican en detalle estas tareas. De tal forma que, en la actividad en gran grupo, habrá que rellenar una tabla entre todos donde se registre lo que saben, lo que necesitan saber e ideas que se les ocurran. En la actividad, en pequeño grupo, se les indica dónde buscar la información en la sección de recursos. Cada grupo, además, confeccionará un listado de preguntas a realizar al personal de una fábrica y de un centro médico, que visitarán el instituto. Estas preguntas se apuntarán en un documento Word y serán entregadas al profesor en una fecha previa a la visita. En el documento deben rellenar el número de grupo y el nombre y apellidos de todos sus miembros. A su vez, cada grupo confeccionará una presentación PPT o Prezzi, que deberá contener la siguiente información: definición del problema, causas, posibles soluciones y consecuencias de la puesta en marcha de las soluciones. La duración de la presentación oral será de 20 minutos. Y, finalmente, rellenarán un mapa conceptual, como actividad de síntesis (ver figura 3). Sin olvidar referenciar todas las fuentes utilizadas.

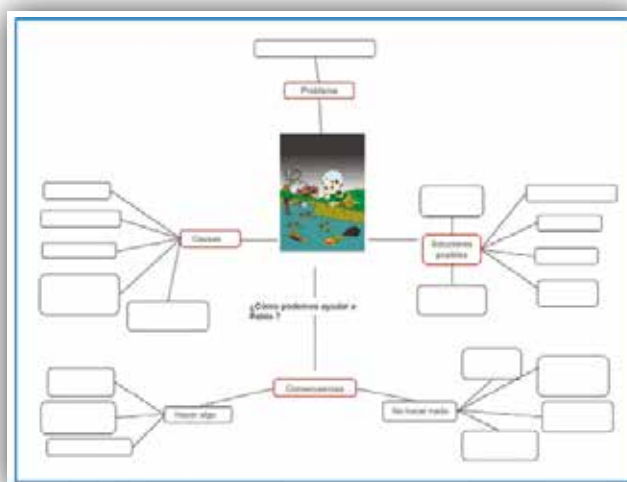


Figura 3. Mapa conceptual a rellenar por los estudiantes.
 Fuente: elaboración propia (<https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/>).

Posteriormente, y de forma individual, deberán elegir uno de los tres tipos de experimentos que se les presentan en la pestaña Recursos y realizarlo, grabándose en vídeo. Para ello, cada alumno, en casa, debe grabarse con el móvil en un vídeo. El vídeo debe contener la explicación de los materiales necesarios, una breve explicación teórica y, finalmente, los pasos para realizar el experimento. La duración máxima del

vídeo debe de ser de 10 minutos. Cada alumno enviará el enlace del vídeo por correo electrónico al profesor y este seleccionará los mejores de cada categoría, que serán visualizados en clase.

En la pestaña **Recursos** se presentan una gran variedad de enlaces, tanto de páginas web, blogs y vídeos (ver figura 4).



Figura 4. Listado de recursos proporcionados a los alumnos.

Fuente: elaboración propia (<https://sites.google.com/site/aprendiendosobrelahidrosfera/recursos>).

En la pestaña de **Evaluación** se describe que esta será inicial, para asegurarnos de que poseen los conocimientos previos necesarios y detectar preconceptos erróneos, formativa, continua y final. Sin olvidar la autoevaluación, llevada a cabo tanto por el profesor como por el alumno.

La lluvia de ideas será evaluada a través de la observación y mediante una lista de cotejo (ver tabla 1).

Criteria	Yes	No
Participa activamente, aportando ideas sobre los temas a desarrollar:		
En la lluvia de ideas utiliza los conceptos y argumentos importantes con precisión.		
Realiza aportaciones y analiza los comentarios del grupo de manera crítica y reflexiva.		
Colabora aportando ejemplos que enriquecen y clarifican los temas.		

Tabla 1. Lista de cotejo para evaluar la lluvia de ideas (actividad en gran grupo). Fuente: Rivera (2015)¹⁷.

¹⁷ RIVERA, R. (2015). Lista de cotejo para lluvia de ideas [en línea], disponible en: https://es.slideshare.net/Reynis_00/instrumentos-de-evaluacin-51328264 [consultado el 03/04/2018].

	Escasa consolidación (1)	Aprendizaje medio (2)	Buen aprendizaje (3)	Excelencia en el Aprendizaje (4)	Notación numérica
Actitud en el grupo	Tiene una actitud poco positiva hacia el trabajo y critica negativamente los trabajos de los otros miembros del grupo.	Tiene actitud positiva ante el trabajo. Ocasionalmente critica negativamente los trabajos de los demás miembros.	Tiene a menudo actitud positiva ante el trabajo. Ocasionalmente critica públicamente los trabajos de los demás.	Siempre tiene una actitud positiva hacia el trabajo. Nunca critica públicamente los trabajos de los demás.	
Resolución de problemas	No trata de resolver los problemas o ayudar a otros a resolverlos. Deja hacer el trabajo a los demás.	No sugiere o refina soluciones, pero está dispuesto a tratar las soluciones propuestas por los demás.	Refina soluciones sugeridas por los otros.	Busca y sugiere soluciones a los problemas.	
Uso del tiempo	Pocas veces tiene hechas las cosas y ha hecho esperar al grupo, por lo que supone que este sufrirá un retraso en el trabajo.	Tiende a demorarse, pero presenta las cosas en la fecha límite. El grupo no sufre retrasos.	Utiliza bien el tiempo durante el trabajo, pero pudo demorarse en entregar su trabajo.	Utiliza bien el tiempo durante todo el proyecto para asegurar que las cosas se entreguen a tiempo.	
Implicación en las tareas	No completó la mayoría de las tareas asignadas.	Completó alguna de las tareas asignadas.	Completó la mayoría de las tareas asignadas y pidió ayuda a sus compañeros o al profesor.	Completó todas las tareas. Trabajó y colaboró con los demás compañeros del grupo y con los otros grupos.	
Elaboración del mapa conceptual	Ha hecho el mapa conceptual, pero tiene muchos errores y le faltan conceptos fundamentales.	Ha hecho el mapa conceptual, pero tiene errores. Aparecen todos los conceptos fundamentales.	Ha hecho el mapa conceptual sin errores graves. Aparecen todos los conceptos fundamentales.	Mapa conceptual coherente. Aparecen todos los conceptos fundamentales. Hay relaciones cruzadas entre conceptos.	
Presentación	La presentación es pobre y no contempla todos los temas propuestos. Tiene muchos errores.	La presentación es pobre y contempla todos los temas propuestos. Tiene bastantes errores.	La presentación es atractiva y contempla todos los temas propuestos. Tiene algunos errores.	La presentación es atractiva y contempla todos los temas propuestos. No presenta errores importantes.	

Tabla 2. Rúbrica para evaluar la exposición grupal y el mapa conceptual. Fuente: elaboración propia.

Para la actividad en pequeño grupo y la evaluación del experimento se utilizará una rúbrica, que queda enlazada en la propia WebQuest (ver *tabla 2*).

Para evaluar el vídeo en el que los alumnos reprodujeron un experimento, se utilizó también una rúbrica, que puede verse en la propia WebQuest. Y, finalmente, se ha diseñado una tabla global para que el profesor registre todas las puntuaciones obtenidas por sus alumnos.

CONCLUSIONES

El uso de las WebQuest se justifica plenamente en la etapa de Secundaria, debido a que sus contenidos pueden ser fácilmente orientados a las competencias que se desean desarrollar; aspecto que se complementa con el uso de rúbricas, que incluyen los elementos de competencias a evaluar. La adquisición de competencias digitales se produce tanto en las asignaturas cuyo contenido curricular las incluye expresamente como en todas las demás materias que participan en el proyecto. Esta adquisición se produce, tanto directamente como de manera transversal, con las WebQuest.

Con este recurso el profesor puede diversificar las vías de información para adaptarlas a los distintos tipos de inteligencias de sus alumnos (inteligencias múltiples), se facilita la comprensión, especialmente en el caso de conceptos complejos, dada la potencia para reforzar las explicaciones utilizando vídeos, sonidos, simulaciones e imágenes con las que es posible interactuar.

Con ellas el papel del profesor cambia, deja de ser un transmisor de conocimientos para ser un guía que orienta al alumno en su proceso de búsqueda y tratamiento de la información y fomenta su pensamiento crítico; es el facilitador del desarrollo de las capacidades y competencias del alumno, que se convierte en protagonista de su propio aprendizaje.

MUSEO VIRTUAL DE ECOLOGÍA HUMANA: UNA HERRAMIENTA DE DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD BIOCULTURAL

Rafael Tomás Cardoso

*Comisión Docente de Antropología Física, Departamento de Biología
Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid (Despacho B-110).
Edificio de Biología. C/ Darwin, 2. 28049 Madrid
rafa.antropo@gmail.com*

Palabras clave: didáctica de las ciencias, Ecología Humana, Objetivos de Desarrollo Sostenible, género, diversidad biocultural, recursos virtuales.

Keywords: teaching of Sciences, Human Ecology, Sustainable Development Goals, gender, biocultural diversity, virtual resources.

Resumen

El Museo Virtual de Ecología Humana (MVEH) es un recurso educativo promovido por la Asociación para el Estudio de la Ecología Humana (AEEH) y un grupo de investigadores de este campo. El MVEH muestra de forma sencilla, atractiva y rigurosa cómo se origina la diversidad biocultural de nuestra especie, con la cultura como principal agente de transformación ambiental, que además genera diferencias y desigualdades entre géneros, grupos sociales y poblaciones. Su objetivo principal es la presentación de espacios expositivos y materiales que puedan constituir recursos didácticos pertinentes para trabajar temas relacionados con la Ecología Humana y el ámbito de la Educación para el Desarrollo Sostenible.

Abstract

The Virtual Museum of Human Ecology (MVEH) is an educational resource promoted by the *Association for the Study of Human Ecology* (AEEH) and a group of researchers of this field. The MVEH shows in a simple, attractive and rigorous way how the biocultural diversity of our species is originate, with culture as the main agent of environmental transformation, which also generates differences and inequalities between genders, social groups and populations. Its main objective is show exhibition spaces and materials that can provide relevant virtual resources to work on issues related to Human Ecology and the field of Education for Sustainable Development.

INTRODUCCIÓN

El MVEH se presenta como un recurso educativo en red promovido desde la AEEH y por parte de un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid dedicados a este campo de estudio. Su principal objetivo es ofrecer, a través de una plataforma virtual de acceso libre, contenidos y materiales que describan de una forma atractiva y rigurosa cómo se origina la diversidad biocultural de nuestra especie, con la cultura como principal agente de transformación ambiental y de conformación de la variabilidad en las formas de interacción entre los grupos humanos y sus entornos. Con esta finalidad, se ofrece a la comunidad educativa una herramienta virtual y divulgativa con la que poder trabajar en los ámbitos de la Ecología Humana y el Desarrollo Sostenible, con especial énfasis en temas clave como la Agenda 2030 de Naciones Unidas y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sus metas y los indicadores que se han propuesto para evaluar su progreso^{1,2,3,4}. Con tal efecto, el museo alberga múltiples espacios expositivos destinados a la consulta, la formación y la divulgación de estos temas, ofreciendo recursos virtuales que permitan incluir la Ecología Humana como área transversal en la didáctica de materias de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Asimismo, se pretende abordar la educación en valores en el campo de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), con estudiantes de los niveles de Educación Primaria y Secundaria. Para ello, se plantean las posibilidades didácticas de aplicación de estos contenidos al trabajo en el aula, incluyendo las perspectivas socioecosistémicas, bioculturales y de género, para el análisis de problemas ambientales específicos.

Desde un planteamiento de base, donde la educación es entendida como parte clave de la solución a los problemas ambientales^{5,6}, se asume que la formación y el conocimiento en estas materias pueden actuar como palanca de transformación e instrumento para el cambio en el comportamiento y actitudes ambientales, desde el antropocentrismo con que comúnmente son vistas nuestras relaciones con el medioambiente, al ecocentrismo, con un cambio de foco en la percepción de los problemas medioambientales. De modo complementario, desde esta apuesta por la EDS se quieren modificar las representaciones simplistas de las relaciones hombre-entorno, planteadas desde los enfoques de la complejidad y la resiliencia, como características de los socioecosistemas humanos; y promover modelos de enseñanza fundados en valores de participación, convivencia y diversidad, como claves para una concepción innovadora de nuestra relaciones con nuestros entornos sociales y naturales.

En gran medida, estos cambios actitudinales van a depender del trabajo de aspectos cognitivos y procedimentales de comprensión de la realidad, por lo que resulta fundamental considerar los procesos y estrategias de transmisión del conocimiento con los que trabajamos. Frente a los modelos tradicionales de

¹ MARTÍNEZ, M. P. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, 2015-2030) y agenda de desarrollo post 2015 a partir de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000-2015). *quadernsanimacio.net*, 21 [en línea]. disponible en: http://quadernsanimacio.net/ANTERIORES/veintiuno/index_htm_files/desarrollo.sostenible.pdf.

² NACIONES UNIDAS-CEPAL (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile. Publicaciones de Naciones Unidas.

³ NACIONES UNIDAS (2017). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017*, Publicaciones de las Naciones Unidas, Nueva York.

⁴ BERNIS C. y VAREA C. (en preparación, 2018). Lights and shadows for evaluating progress in the UN 2030 Agenda: Lack of gender indicators on time use. En PIRES, I. M. (ed.), *Navigating complexity: human-environmental solutions for a challenging future*. Lisboa. Universidade Nova de Lisboa.

⁵ NOVO, M. (2006). Cuando la educación forma parte de las soluciones. En NOVO, M., *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*, Madrid. PEARSON Educación, pp. 351-431.

⁶ MATARRITA, R. y TUK, E. (2001). El papel estratégico de la educación para el desarrollo sostenible. *Educación*, 25(1), pp. 19-26.

transmisión del conocimiento, que operaban de manera unidireccional y ofreciendo unidades autónomas y completas de información, en el marco de la sociedad informacional (o del conocimiento), caracterizada por la hiperespecialización y una cultura compartida (y global) con un *pool* de conocimientos amplísimo, enorme, complejo y disperso; son necesarias herramientas y habilidades para un procesamiento relacional, que nos permita trabajar con una amplia información disponible, aunque dispersa en un marco global y en red. Para un manejo relacional de los amplios componentes y dimensiones del conocimiento disponible, y especialmente, en lo referente a la interpretación de las relaciones ser humano-medioambiente es preciso un replanteamiento de los paradigmas hacia la integración de los diversos enfoques disciplinares en Ecología Humana (Ecogeografía, Ecología Política, Ecología del Paisaje, Ecología Cultural...) en una síntesis interdisciplinar⁷.

En paralelo a esta evolución en las visiones del estudio de las relaciones entre las poblaciones humanas y su entorno, también la Educación Ambiental (EA) ha derivado en los nuevos enfoques de las EDS^{8,9}. Frente al concepto de la EA tradicional, con sus raíces en la toma de conciencia ambiental de la década de los años setenta y su foco de atención en la problemática ambiental y la necesidad de promoción de los conocimientos, aptitudes, actitudes y motivaciones para trabajar individual o colectivamente en la búsqueda de soluciones; con el nuevo siglo ha surgido el enfoque de la EDS, desde el que se plantea una construcción social de soluciones a una realidad ambiental compleja, ahora construida desde lo natural y lo social^{10,11}. Para ello, se incorporan como objetivos claves de la EDS: la educación para la participación social y el compromiso, y el cambio de actitudes, comportamientos y estilos de vida; junto a los conceptos complementarios de equidad y justicia, como un objetivo común de los pueblos y fundamento de una nueva noción de «ciudadanía global», como marco ideológico para el Desarrollo Sostenible. Tales planteamientos de la EDS requieren del uso de un pensamiento social y científico transformador, con un enfoque integrador donde la mirada biosocial opera como eje de una ecuación amplia de interacciones hombre-ambiente que incluya la diversidad biocultural y la heterogeneidad como características generales de los socioecosistemas, donde se relaciona lo biológico y lo socioeconómico, en un marco de complejidad y perspectiva global, que converge en la realidad global y local.

Tales paradigmas nos conducen a la interdisciplinaridad como condición para una aproximación a la compleja realidad, y la adquisición de competencias transversales para comprender y abordar sus problemas. En esta dirección, el MVEH presenta una propuesta de herramienta para el trabajo con amplios contenidos orientada al entrenamiento y aprendizaje de estrategias de pensamiento relacional y manejo sistémico de la información. El ámbito de la Ecología Humana, las Ciencias Ambientales y el Desarrollo Sostenible constituye un claro ejemplo de campo de conocimiento interdisciplinar, amplio y disperso, donde todo está vinculado, y es precisa una mirada integradora y de síntesis relacional. En particular, en el caso de los ODS, vemos claramente la interacción entre el medioambiente y los recursos naturales, con la tecnología y la economía, la política, las dimensiones sociales y culturales y los enfoques científicos de distintas disciplinas.

⁷ LEFF, E. (Comp.) (1994). *Ciencias Sociales y formación ambiental*, Barcelona. Editorial Gedisa, p. 178.

⁸ VILCHES, A., MACÍAS, O. y GIL, D. (2009). *Década de la educación para la sostenibilidad. Temas de Acción Clave*. Madrid. Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

⁹ GOBIERNO VASCO (2006). *Hacia un compromiso por la educación para la sostenibilidad en la CAPV*. Bilbao. Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco.

¹⁰ HERNÁNDEZ, M. J. y TILBURY, D. (2006). Educación para el desarrollo sostenible, ¿nada nuevo bajo el sol?: consideraciones sobre cultura y sostenibilidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, pp. 99-109.

¹¹ MURGA, M. A. (2009). *La década por la Educación para el Desarrollo Sostenible. Antecedentes y significado*. *Bordón*, 61 (2), pp. 109-119.



Figura 1. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) incluidos en la Agenda 2030 de Naciones Unidas.
Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

Los promotores de este proyecto didáctico han apostado por este planteamiento de un abordaje integrador de las dimensiones múltiples vinculadas con el medioambiente y el desarrollo sostenible, desde los años ochenta, cuando un grupo de profesores e investigadores de la UAM procedentes de distintas disciplinas (Ecología, Antropología Biológica, Antropología Social, Psicología...) crearon el núcleo de la ahora denominada AEEH^{12,13,14}. Con el cambio de siglo, la asociación, refundada en el año 2011, de manos de dos de sus fundadores (los profesores de Antropología Biológica Cristina Bernis y Carlos Varea), se orientó fundamentalmente a desarrollar una activa función educativa y de divulgación social de los conocimientos disponibles sobre la ecología humana y los procesos de adaptación biocultural de las poblaciones a sus entornos. Con este fin, además de otras actividades de divulgación (jornadas, exposiciones...), la AEEH ha puesto en marcha el proyecto de un MVEH como herramienta para la difusión de recursos didácticos con los que colaborar con docentes y centros de educativos en el objetivo de la promoción de la EDS. El Museo Virtual constituye una plataforma amplia y dinámica de información de libre acceso, que incluye contenidos y materiales en continuo crecimiento, con un formato visual y accesible a la población general, para contribuir a divulgar un mejor conocimiento sobre la diversidad biocultural en las interacciones entre poblaciones humanas y sus entornos, ofreciendo materiales y recursos didácticos de utilidad para educadores, centros educativos y asociaciones interesadas en el campo de la EDS.

PROPUESTA DIDÁCTICA

El MVEH quiere recoger materiales y contenidos diversos relacionados con las interacciones entre las poblaciones humanas y sus entornos, mediadas por los procesos bioculturales característicos de la adaptación en los individuos y grupos humanos¹⁵, a través de ejes clave como son las relaciones entre género y medioambiente; la pobreza, desigualdad y medioambiente; la biodiversidad y los recursos naturales disponibles; o las relaciones entre medioambiente y salud en las poblaciones humanas.

¹² TOMÁS, R. (2013). Desarrollos múltiples y enfoques integradores en Ecología Humana: Rutas hacia un estudio ecológico de la especie humana evolucionista y biocultural. *eVOLUCIÓN*, 8(2), pp. 37-57.

¹³ BERNIS, C., VAREA, C. y TERÁN, J. M. (2016). Ciclo vital, transformación ambiental y las estrategias de la Historia de vida. *Antropo*, 36, pp. 29-38.

¹⁴ BERNIS, C. (1999). Health of women: changing lifestyles and reproductive health. En HONARY, M. y BOLEYN, T. (eds), *Health Ecology: Health, culture and human-environment interaction*. Nueva York. Routledge, pp. 153-170.

¹⁵ TOMÁS, R. (2013), p. 50.

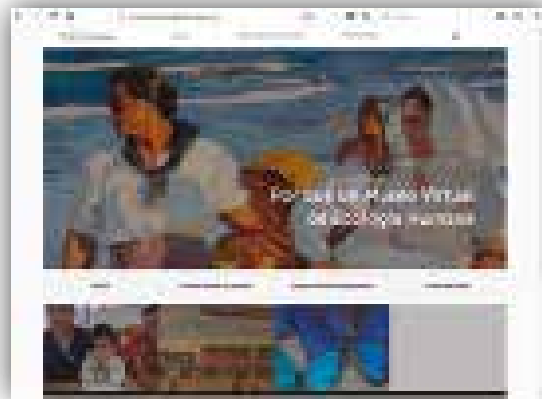


Figura 2. El Museo Virtual de Ecología Humana (MVEH) como un recurso educativo y para la divulgación del conocimiento. Fuente: <http://museoecologiahumana.org/>.

ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DEL MVEH

En el museo se incluyen diversos espacios expositivos: «Mujeres y sostenibilidad»; «El mundo en que vivimos» y «El ciclo vital: expresión biológica y construcción cultural».

Los dos primeros están aún en proceso de construcción, pero el primero se encuentra ya abierto, con cuatro salas habilitadas y dedicadas a las siguientes temáticas específicas: agua, biodiversidad, pobreza y salud. Todos los materiales están disponibles en abierto, con acceso libre y gratuito, ofreciendo un amplio banco de imágenes y de recursos complementarios en estas categorías temáticas. Así, cada imagen se acompaña de información complementaria en textos relacionados con la descripción de esta y en relación al tema propuesto, y que marcan líneas de relación con tópicos próximos.

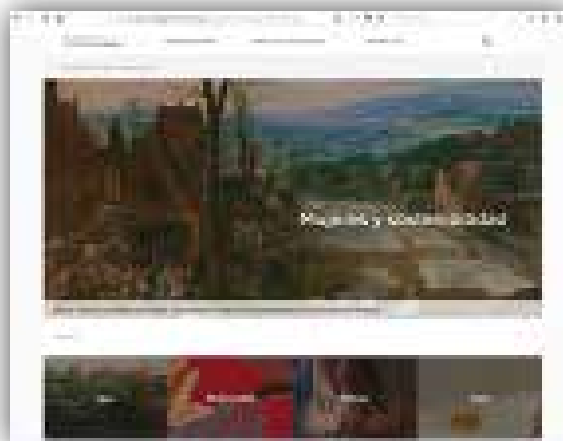


Figura 3. Entre los espacios expositivos del MVEH ya se encuentra completamente operativo como principal el eje de contenidos la exposición «Mujeres y sostenibilidad» con salas temáticas dedicadas a temas como el agua, la biodiversidad, la pobreza y la salud. Fuente: <http://museoecologiahumana.org/exposicion/mujeres-y-sostenibilidad/>.

Existen además otros espacios expositivos habilitados: las exposiciones temporales.

Como primera muestra de exposición temporal, en 2017 se abrió la exposición presentada con el título «Ecología humana: Integrando perspectivas ambientales», donde participaron y aportaron sus perspecti-

vas e imágenes de las distintas «Ecologías Humanas» profesionales de diferentes ámbitos y con distintas aproximaciones a la visión de las interacciones humanas con el entorno: científicas, periodísticas, humanistas, artísticas... En el año 2018 se ha abierto una nueva exposición temporal: «La música del entorno», donde desde un enfoque interdisciplinar y relacional de las múltiples dimensiones ligadas a las adaptaciones bioculturales al entorno, se aborda esta dimensión de la cultura como elemento mediador fundamental de las interacciones entre los grupos humanos y sus ambientes, que opera como factor de cohesión grupal y una tecnología social de construcción de la vínculos, que recurre a los distintos recursos y materiales del entorno.

Otro espacio disponible dentro del MVEH es el dedicado a la presentación de la «pieza del mes». Se trata de un apartado de gran interés, ya que es un espacio abierto a la participación y la inclusión de temas diversos y amplios, donde cada imagen presentada se acompaña de los textos y comentarios alusivos a la misma propuestos por cada colaborador, como materiales para apoyar la reflexión y el debate sobre estos contenidos.

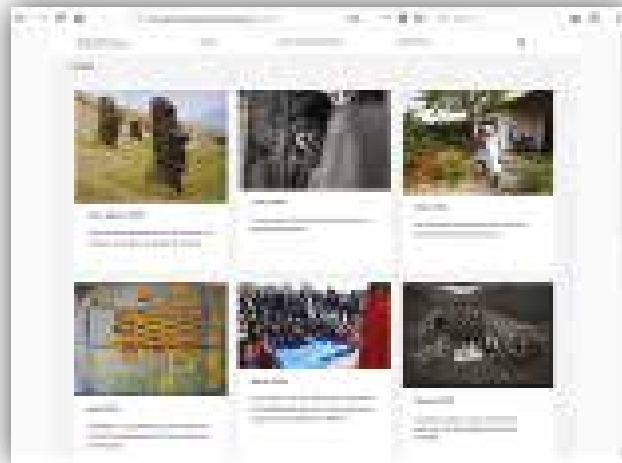


Figura 4. Dentro del MVEH se ha previsto un espacio de participación y colaboración activo, a través de la publicación de las denominadas «piezas del mes». Fuente: <http://museoecologiahumana.org/piezas/>.

Otro espacio clave del MVEH es el dedicado al planteamiento de un programa de promoción de la «Colaboración educativa», orientado a lograr una cadena de creación de valor compartido con múltiples actores sociales, que sirva de eje para la consecución efectiva de los objetivos del museo; como plataforma desde la que ofrecer posibilidades didácticas a centros educativos, asociaciones y entidades interesadas en la EDS; y como catalizador de iniciativas y acciones de colaboración de diversos organismos con el proyecto y actividades del museo.

POSIBILIDADES DEL MVEH COMO RECURSO DIDÁCTICO

El MVEH pretende ofrecer múltiples posibilidades de aplicación y usos educativos de los recursos y materiales ofrecidos en su plataforma virtual, vinculados a distintos ámbitos particulares de las interacciones bioculturales ser humano-entorno y a los impactos de las condiciones ambientales producidas en esa relación sobre el bienestar y calidad de vida. La AEEH y los miembros que la forman tienen un largo recorrido en la investigación en diversas dimensiones de la Ecología Humana, que han dado lugar a numerosas publicaciones y trabajos de interés, disponibles para su descarga en la página del museo, para su empleo en acciones educativas como materiales complementarios a los descritos en las distintas exposiciones y salas.

Además de como repositorio de contenidos y materiales, el museo quiere ser un agente activo en la difusión de nuevos conocimientos y enfoques en Ecología Humana, en la promoción de actitudes proambientales y en la consolidación de las líneas de Educación para la Sostenibilidad. Y, para lograr estos fines, quiere actuar como catalizador de una red colaborativa de instituciones educativas, museos, fundaciones y ONG, comprometidas con los objetivos educativos del museo. Entre las posibles líneas de colaboración entre el museo y otros actores se incluye la participación, en un plano operativo, de múltiples entidades museísticas y de investigación en la cesión de materiales para sus distintas áreas de contenidos; y de otra parte, la creación de una red creciente de cooperación con entidades de investigación/divulgación y centros y agentes educativos, que contribuya a la promoción de la EDS en contextos de educación formal e informal.

COLABORACIÓN EDUCATIVA

Para dar apoyo a la colaboración educativa, la promoción de valores proambientales y de sostenibilidad, el museo quiere ofrecer vías de apoyo a los agentes educativos, complementarias a la oferta de amplios materiales temáticos disponibles en la plataforma. Para ello, la AEEH y el MVEH están trabajando en el establecimiento de líneas de colaboración con profesionales y centros educativos para trabajar conjuntamente en el desarrollo de acciones en el marco de la EDS. Y parte de esta colaboración consiste en el proyecto de confección de materiales didácticos adaptados para el trabajo de estos contenidos en las aulas.

Si bien ya se han elaborado números textos y orientaciones didácticas dedicadas a la formación de docentes en materia de educación en temáticas ambientales^{16,17,18}, así como materiales didácticos para alumnos dentro de las concepciones propias de la Educación Ambiental^{19,20}, y más recientemente, también materiales didácticos con los enfoques de la EDS^{21,22,23}, estas guías muestran una escasa adaptación de los contenidos a los distintos grados de desarrollo cognitivo y socioafectivo de los alumnos. Con objeto de atender a estas necesidades, el museo está trabajando en la elaboración de guías didácticas adaptadas a distintas edades y etapas madurativas, como una introducción cercana para los más jóvenes al estudio de las relaciones humanos-ambiente, sus elementos, relaciones y procesos. No obstante, la propuesta del MVEH no es únicamente ofrecer materiales descargables, sino establecer vínculos constructivos entre el museo y los centros para la colaboración educativa en la puesta en marcha de propuestas didácticas innovadoras, y generar un marco de cooperación y puesta en valor de las experiencias de enseñanza/aprendizaje en la EDS, como campo de investigación sobre la Didáctica de la Educación para la Sostenibilidad.

¹⁶ VILCHES, A. y GIL, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad: El reto de la formación del profesorado. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 16(2), pp. 25-43.

¹⁷ UNESCO y OEI (1989). *Educación y Medio Ambiente. Conocimientos básicos*. Madrid. Editorial Popular.

¹⁸ MARTEN, G. G. (2001). *Human Ecology. Basic concepts for sustainable development*. Nueva York. Earthscan Publ.

¹⁹ FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (coord.) (2002). *Por una Educación Ambiental. Para lectores de 12 a 20 años*. Madrid. Editorial Biblioteca Nueva.

²⁰ SANDÍN, M. y RODRIGO, J. (1998). *Madre tierra, hermano hombre*. Madrid. Ediciones de la Torre.

²¹ UNESCO (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje*. París. Sector de Educación de la UNESCO.

²² UNESCO (2012). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Libro de Consulta*. París. Sector de Educación de la UNESCO.

²³ MCKEOWN, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Centro de Energía, Medio Ambiente y Recursos. Universidad de Tennessee. Knoxville. Disponible en: http://www.esdtoolkit.org/manual_eds_esp01.pdf.



Figura 5. Junto con la difusión de contenidos, el museo sirve de plataforma de proyectos de investigación y de innovación educativa, a través de la colaboración con centros y profesionales de la educación.

Fuente: <http://museoecologiahumana.org/proyectos-investigacion/>.

EL MVEH COMO RECURSO EN EL AULA

Diversos estudios han destacado la débil presencia de contenidos curriculares dedicados a la educación sobre aspectos de la biodiversidad y ecología humana²⁴ en las enseñanzas regladas, aun existiendo evidencia de las potencialidades de estos recursos como contenidos con amplias posibilidades en el aula^{25,26}. Los escasos trabajos dedicados a las consideraciones sobre la Didáctica de una Educación Ambiental basada en el descubrimiento y la experiencia, la observación y exploración, apuntan sus valores en el desarrollo de habilidades para la comunicación y el pensamiento crítico, además de la difusión del conocimiento y la generación de conciencia y actitudes proambientales²⁷; lo que refuerza las potencialidades didácticas de la EDS para la formación de habilidades para la acción participativa, la colaboración y el compromiso con iniciativas individuales y colectivas para el avance y el cambio hacia actitudes proambientales.

A modo de recurso para la selección de materiales específicos para el trabajo de temas o líneas de trabajo en el aula, la plataforma ofrece herramientas de «búsqueda», con las que localizar contenidos temáticos, o iniciar itinerarios de interés en la búsqueda de información.

²⁴ TOMÁS, R. y VAREA, C. (2016). Conocimiento social de la evolución y biología humanas: estado de la cuestión y propuestas para una actualización de contenidos curriculares en la enseñanza secundaria y universitaria. En GONZÁLEZ, M., BARATAS, A. y BRANDI, A. (eds.). *Actas del IV Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza*. Madrid, Santillana, pp. 469-477.

²⁵ MARRODÁN, M. D., HERRÁEZ, A. y GONZÁLEZ, M. (2011). Enfoques formativos de Biodiversidad Humana para Secundaria y Bachillerato. En GONZÁLEZ, M. y BARATAS, A. (eds.), *Investigación y didáctica para las aulas del Siglo XXI. Actas del I Congreso de Ciencias de la Naturaleza*. Madrid. Santillana, pp. 83-93.

²⁶ GONZÁLEZ, O. R. y MENDOZA R. E. (2016). Ecología humana como estrategia curricular de aprendizaje. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 9(2), pp. 87-101.

²⁷ MARTIN-MOLERO, F. (coord.) (1987). La didáctica de la Educación Ambiental. En MARTIN-MOLERO, F., *Educación Ambiental. Una experiencia interdisciplinar*. Madrid. Editorial CYOPS, pp. 197-201.



Figura 6. Para la consulta de los contenidos disponibles en el MVEH existe una herramienta de búsqueda general y una guía de consulta a partir de categorías temáticas. Pudiendo realizar consultas en modo abierto, o recurriendo a un listado temático de palabras clave, instituciones... Fuente: <http://museoecologiahumana.org/buscador/>.

A modo de ejemplo práctico sobre las posibilidades de uso de los recursos disponibles en el MVEH, cabe plantear trabajar con temas de actualidad y amplio interés general, como el cambio climático y su impacto sobre la ecología humana, en tanto que un caso donde son claramente visibles las transformaciones y procesos de interacción/efectos en los eco-socio-sistemas. Para ello, relacionaremos actores, factores y procesos de interacción hombre-entorno, recurriendo a indicadores que nos permitan enlazar elementos diversos y contenidos vinculados a cuestiones como la pérdida de recursos, el deterioro ambiental (sequías, inundaciones...), las migraciones y refugiados ambientales, o las relaciones entre género y medioambiente ligadas a los efectos del cambio climático; manejando conceptos como la pobreza y vulnerabilidad de las poblaciones, el género y medioambiente, la persistencia o reducción de desigualdades, la resiliencia ambiental de los grupos, o las políticas ambientales de acción por el clima y lucha contra el cambio climático.

CONSIDERACIONES FINALES

En definitiva, la finalidad de los contenidos y recursos incluidos en el MVEH está orientada a lograr objetivos actitudinales/conductuales de promoción de actitudes y conductas proambientales; y procedimentales de mejora en el pensamiento relacional, la visión sistémica y el enfoque crítico para el análisis e interpretación de los problemas socioambientales y sus múltiples dimensiones y componentes¹. Así, el museo define un recurso didáctico que apuesta por la Ecología Humana como eje dentro del nuevo enfoque didáctico de la EDS^{2,3,4}, que ofrece un amplio panorama de posibilidades para la concienciación

¹ GUEVARA, J. (2013). Ecología humana y acción pro-ambiental: Alteridades recíprocas aula-escuela-comunidad para el manejo sustentable de residuos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 45(3), pp. 447-457.

² LEAL, W. (2009). La educación para la sostenibilidad: Iniciativas internacionales, *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, pp. 263-277.

³ BENAYAS DEL ÁLAMO, J., CARMELO, C., ALBA, D. y GUTIÉRREZ, J. M. (2017). *Educación para la Sostenibilidad en España. Reflexiones y propuestas*, Madrid. Documento de Trabajo Opex n.º 86/2017. Fundación Alternativas y Red Española para el Desarrollo Sostenible.

⁴ MACEDO, B. (2006). Educación Para Todos, Educación Ambiental y Educación Para el Desarrollo Sostenible: Debatendo las vertientes de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. *Actas V Congreso Ibero-americano de Educação Ambiental Década de la Educación Para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)*. Joinville, Brasil, UNESCO [en línea], disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162179s.pdf>.

ambiental y la consolidación de nuevas representaciones de los socioecosistemas humanos, como realidades complejas y sistemas de interacciones donde los comportamientos humanos son parte del problema y de las soluciones, con la participación, la cooperación y el compromiso como parte necesaria de una acción eficaz para la promoción del cambio en las actitudes y comportamientos ambientales.

REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES EN EL GRADO DE MAGISTERIO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Inés Torres Payá, Eugenia García García, Manuela Caballero Armenta

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Matemáticas
de la Universidad Complutense de Madrid*

*Facultad de Educación. Centro de Formación del Profesorado, C/ Rector Royo Villanova, s/n. 28040 Madrid
Colegio Base*

Colegio Base, C/ Camino Ancho, 10. 28109 Alcobendas (Madrid)

euggarci@ucm.es

Palabras clave: realidad aumentada, TIC, Ciencias Naturales, Magisterio, Educación Primaria.

Keywords: Augmented Reality, ICT, Natural Sciences, Teaching, Primary Education.

Resumen

La realidad aumentada es una herramienta de gran utilidad para trabajar diferentes contenidos del currículo en todos los niveles educativos. Se muestran algunas posibilidades para trabajar con RA las Ciencias Naturales y de forma más detallada se presenta una experiencia con estudiantes del grado de Magisterio de Primaria (Facultad de Educación, UCM), en el tema *Los recursos minerales que nos rodean*. Los grupos se repartieron los espacios cotidianos (baño, cocina, aula, parque, calle, etc.) y crearon sus páginas o campañas con Layar para cada espacio elegido, añadiendo bancos de imágenes, cuentos, vídeos, blogs, etc., información que podía ser vista al escanear la imagen asociada a los mismos, con Layar, desde el Campus Virtual.

Abstract

Augmented Reality is a very useful tool to work different contents of the curriculum at all educational levels. Some possibilities to work with RA Natural Sciences are shown and in a more detailed way an experience is presented with students of the Primary Education Degree (Faculty of Education, UCM), in the topic *mineral resources around us*. The groups shared the daily spaces (bathroom, kitchen, classroom, park, street, etc.) and created a layar for each space with banks of images, stories, videos, blogs, layar that could be seen when scanning the image associated with the same from the Virtual Campus.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El papel de las nuevas tecnologías, sobre todo relacionadas con dispositivos y aplicaciones móviles, ha experimentado un crecimiento sin precedentes en los últimos años (Carracedo y Martínez, 2012). Internet se utiliza como complemento a recursos didácticos tradicionales (Plasencia, 2001) e incluso puede llegar a sustituirlos, por lo que hay que considerar el cambio metodológico de los diseños docentes que utilizan este medio como canal de formación e información (Adell, 2013). El uso de las TIC en educación ofrece muchas posibilidades didácticas de gran interés, aunque hay que evitar el riesgo de que se ciña a una mera búsqueda de información (Zambrana, 2015).

Nuevos recursos como la realidad aumentada (en adelante RA) se utilizan ya en la enseñanza (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche y Olabe, 2007). La RA es una prometedora tecnología que puede ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Prendes, 2015). La RA se presenta como una de las tendencias de uso que se impondrán y que tendrán una presencia significativa en los aspectos relacionados con la formación (Cabero y García, 2015). El informe *The 2011 Horizon Report* (Johnson, Smith, Levine y Haywood, 2011) planteaba que una de las tecnologías emergentes en Educación sería la RA y que las metodologías que se adoptasen en los centros educativos tendrían un papel crucial en su desarrollo e implantación. El impacto de la RA como tecnología integrada en la sociedad adquiere una dimensión centrada en la transformación sensorial y en sus implicaciones culturales (Vian, 2009). La RA facilita la comprensión de fenómenos complejos mediante la integración de información generada por ordenador en el mundo real (Carracedo y Martínez, 2012). El campo de la educación debe analizar las potencialidades didácticas de la RA y de los códigos QR y experimentar nuevas metodologías capaces de incrementar el interés y la implicación de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje (Meritxell, Ferrés, Cornellà y Codina, 2012).

Se han desarrollado varias aplicaciones para el uso de la RA. Una de ellas es Layar (<https://www.layar.com>), fundada en Ámsterdam en 2009 y de uso gratuito, aunque por tiempo limitado. Permite, mediante capas de información, combinar elementos virtuales con el entorno físico gracias a la utilización del GPS, la brújula digital, la cámara y la conexión permanente a internet. Una capa de información es un conjunto de indicaciones virtuales con contenido añadido que funcionan como etiquetas inteligentes o vínculos. Instituciones como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) utilizan la RA en sus programas y grupos de educación. También en Europa hay proyectos que diseñan y desarrollan aplicaciones de RA para el campo de la educación como CONNECT, CREATE y ARiSE, basadas en presentaciones 3D y con un carácter facilitador de la comprensión de todas las materias del currículo, en especial las Ciencias. Una de las aplicaciones más conocidas de RA utilizada en educación es el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda, que ofrece al alumnado la lectura de un libro a través de un visualizador de mano, apareciendo en las páginas reales contenidos virtuales.

Comparada con la realidad virtual (RV), la RA superpone una realidad visual, creada tecnológicamente, a la realidad material del mundo físico haciendo que el usuario perciba la suma de ambas. En la RV el usuario se aísla de la realidad material para ubicarse en un entorno exclusivamente virtual. La RA define la visión de un entorno del mundo real a través de un dispositivo tecnológico, combinándose elementos físicos tangibles con elementos virtuales y permitiendo crear una realidad mixta en tiempo real gracias. La RA facilita a los estudiantes la manipulación de objetos virtuales a través de marcadores como si se tratase de objetos reales, realizando estas operaciones de forma natural e intuitiva, sin ningún tipo de hardware adicional que medie en la relación alumno-dispositivo (Fracchial, Alonso y Martins, 2015).

OBJETIVOS

- Emplear nuevas TIC como la RA en la enseñanza y aprendizaje de contenidos de Ciencias Naturales con alumnado universitario de Magisterio en Educación Primaria.
- Aplicar la RA en un tema concreto de las Ciencias de la Tierra.
- Que los estudiantes aprendan a reconocer materias primas de origen mineral necesarias para fabricar los productos que nos rodean.

LA REALIDAD AUMENTADA EN EL AULA

La RA está presente hoy en día, y cada vez más, en nuestro entorno, en los productos que habitualmente hacemos uso (alimenticios o de limpieza) a menudo es posible escanear con un móvil las etiquetas de productos envasados e inmediatamente aparece información «extra» en forma de texto o de vídeos que nos muestran recetas, información nutricional detallada, sugerencias de utilización, sorteos, etc. También en los museos o salas de arte al escanear alguna imagen de los carteles explicativos o la propia obra de arte surgen vídeos que nos explican lo que estamos observando con cierta profundidad.

La educación no ha quedado al margen de la RA, las principales editoriales apuestan por incluir en sus libros de texto esta herramienta motivadora. En actividades prácticas complementarias o en algún apartado «para saber más» es frecuente observar la RA como medio de que el alumno aprenda más allá de lo que aparece en sus páginas.

Muchos docentes se están animando a implementarlas en sus aulas por el enorme abanico de posibilidades que presenta, desde la Educación Infantil hasta la universidad.

Existen diferentes aplicaciones para crear RA tales como Layar, Aurasma, Aumentaty, etc. Para ello es necesario disponer de un ordenador con conexión a internet. Una vez creada, se podrá escanear la imagen marcador o detonante con cualquier dispositivo móvil en el que se haya descargado la aplicación correspondiente y así visualizar la información.

¿QUÉ APORTA LA REALIDAD AUMENTADA AL ALUMNADO?

Acceso fácil y rápido a la información: el alumno puede obtener gran cantidad de información tan solo a través de un código o una imagen.

Desarrollo de destrezas tecnológicas: permite manejar un tipo de tecnología que facilita el aprendizaje y el manejo del lenguaje tecnológico.

Construcción del conocimiento por parte del alumnado: en algunas ocasiones pueden ser ellos mismos los que generan la RA y, por tanto, son ellos los que buscan la información, usan las herramientas y exponen los resultados.

Trabajo colaborativo: gracias a las TIC se pueden hacer trabajos en grupo sin necesidad de reunirse, tan solo necesitan compartir unas claves del programa y unas pautas para trabajar de forma coherente todo el grupo.



Figura 1. Estudiantes trabajando de forma colaborativa con RA.

POSIBILIDADES DE LA RA EN LAS CIENCIAS NATURALES

A continuación, se describen algunas actividades que se han realizado o se pueden realizar en la enseñanza de las Ciencias Naturales:

Prácticas en laboratorios: se pueden diseñar sencillas prácticas de laboratorio a las que se puede asociar toda la información creada por el docente o la creada por los propios estudiantes como vídeos con instrucciones de uso, audios, vídeos de la realización de la práctica, fotos, etc. A menudo los centros docentes han de compartir los laboratorios entre numerosos grupos y surgen problemas de solapamiento de horarios, por ello se propone como suplemento a las prácticas habituales otras prácticas virtuales realizadas con RA. Nos ha resultado muy útil por ejemplo en prácticas *de visu* de reconocimiento de minerales, fósiles y rocas, observación de células al microscopio o microorganismos, etc.

Las fotos de los minerales y rocas o las de las preparaciones microscópicas se han subido al campus y al escanearlas se han obtenido todas las capas de información añadidas. A partir de ahí se pueden añadir cuestionarios que deberán ser respondidos con la información escaneada.



Figura 2. Imagen tomada en el laboratorio para determinar la dureza de la pirita.

Trabajos fuera del aula. También en el entorno educativo (patio del centro o jardín cercano) o en el medio natural puede ser útil la RA. Es posible asociar información a un entorno natural, paisaje, flora y fauna, accidentes geológicos, etc. Con un dispositivo móvil, se podrá escanear la imagen que hayamos señalado y acceder a toda la información asociada. Un ejemplo ha sido poner código QR adherido al tronco de un árbol, que nos ofrece una interesante información sobre la especie: nombre científico y vulgar, origen, características, condiciones idóneas de crecimiento...

Se puede, igualmente, añadir un juego de preguntas a modo de yincana para identificar la especie.



Figura 3. Estudiante escaneando el código QR del tronco de un árbol en el entorno del centro.

Rutas y excursiones. Se pueden planificar rutas en las que se enlazan los puntos de interés a los que se les ha añadido toda la información que nos interese mediante la aplicación Eduloc. Rutas, por ejemplo, en un entorno urbano para reconocer las especies vegetales en un área determinada, o bien las rocas con las que están contruidos algunos edificios, esculturas y fuentes. O incluso se puede proponer una excursión virtual a través de Google Earth para reconocer paisajes y formas de relieve características asociando mediante RA información detallada de los mismos en cada una de las paradas de la excursión (localizadores).

METODOLOGÍA

Este trabajo muestra la utilización de la RA mediante Layar con estudiantes de la asignatura Ciencias de la Tierra en la Escuela del grado de Magisterio en Educación Primaria durante el curso 2016-2017.

Se escogió el tema «Los recursos minerales que hay a nuestro alrededor» para promover su curiosidad acerca del origen mineral de aquello que los rodea. Generalmente, este origen mineral pasa desapercibido a la mayoría de los alumnos, aunque unos recursos más que otros. Son capaces de reconocer aquellos recursos menos transformados (apenas cortados y pulidos) como, por ejemplo, la pizarra de los tejados, las encimeras de granito o mármol, los sillares de los edificios, la sal de la cocina, etc., pasando completamente desapercibidos para ellos recursos que requieren unos procesos mucho más complejos como pueden ser los plásticos (derivados del petróleo), el vidrio (producido por arenas), los cosméticos, las pinturas...

Asimismo como futuros docentes de Educación Primaria, se espera de ellos que sepan transmitir su conocimiento a los niños, y por ello es necesario aportarles recursos motivadores que los ayuden en su tarea docente. Se constituyeron grupos de trabajo que investigaron sobre dicho origen y diseñaron diferentes capas de materiales para aprender contenidos de Geología.

Accedieron a ellos mediante dispositivos móviles y el Campus Virtual para su seguimiento y evaluación.

Secuencia metodológica:

1. Reparto de espacios cotidianos (baño, cocina, salón, cafetería, aula, parque, calle...) en grupos de 2 a 4 alumnos.
2. Búsqueda de información sobre el origen mineral de los materiales que frecuentemente se encuentran en el espacio asignado. Debían buscar en páginas web que muestren información rigurosa (centros universitarios o de Educación Secundaria, centros de investigación, webs de científicos, etc.).
3. Selección de la imagen sobre la que se superpondrán los diferentes recursos en forma de capas de información.
4. Diseño de recursos científico-didácticos atractivos basados en distintas fuentes de información (carruseles de fotografías, vídeos, audios, cuentos, blogs y web). El fin era que aprendieran Geología a través de este tema.
5. Elaboración en Layar Creator de una página con los recursos elaborados por ellos mismos.
6. Elaboración de un cuestionario de seis preguntas tipo test, respuesta corta o similar. Debían reflejar aquello mostrado en las páginas de RA. No debían ser excesivamente evidentes para que fuera necesario visualizar todos los recursos, pero tampoco excesivamente rebuscadas.
7. Se subió al Campus Virtual de cada grupo la imagen detonante y el cuestionario.
8. Cada alumno de forma individual debía visitar las páginas de Layar de todos los grupos escaneando la imagen con un dispositivo móvil y, posteriormente, responder al cuestionario.

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES ELABORADOS POR LOS ESTUDIANTES

¿Qué debían enseñar en las páginas Layar?

- Cuáles son las materias primas minerales con las que se produce aquello que nos rodea.
- Propiedades de dichos recursos (propiedades *de visu* de minerales y rocas).
- Origen geológico de los mismos (por ejemplo, granito: roca magmática plutónica de color claro originada por un enfriamiento lento del magma, lo que hace que todos sus cristales sean visibles a simple vista y formada por tres minerales esenciales: cuarzo, feldespato y mica).
- Proceso de fabricación a partir de las materias primas (por ejemplo, de forma sencilla, cómo se fabrica el vidrio fundiendo las arenas de sílice, introduciéndoles en moldes...).

Teniendo en cuenta que eran futuros docentes de Educación Primaria, debían realizar recursos originales, motivadores, atractivos y, por supuesto, adaptados a la edad de sus futuros alumnos (la explicación no debía ser excesivamente técnica), sin olvidar que debían ser rigurosos en cuanto al contenido.

Layar Creator permite crear RA de forma sencilla y gratuita (una página durante un mes), y existen diferentes formatos de contenidos a añadir a la imagen inicial. A continuación, se indican algunos de los materiales elaborados por los alumnos en este trabajo.

Videos

Los vídeos pueden ser grabados directamente con un dispositivo móvil y narrados junto a las imágenes, o bien ser un montaje de imágenes a las que se les superpone un audio.

Los vídeos generalmente fue el recurso más utilizado. Cada trabajo (espacio cotidiano) constaba de 2 a 4 vídeos (algunos eran vídeos de YouTube del tipo «cómo se hace» pero la mayoría eran de elaboración propia) que narraban el origen y la fabricación del vidrio de las ventanas, de las encimeras de las cocinas, del aluminio, del cemento y hormigón, del petróleo, de las joyas...

Carruseles de fotos (bancos de imágenes)

Se trata de una asociación de imágenes que pueden asociarse para que puedan pasarse como si se estuviera hojeando un libro. Generalmente, son fotografías con un pie de foto descriptivo y escueto que nos permite incluir información acerca de un mineral o roca que tiene un uso concreto. O también imágenes de materiales creados por los propios alumnos como cuentos, maquetas, etc.

Webs o blogs

Algunos de los grupos realizaron una web o un blog para explicar, por ejemplo, el origen de las joyas, de las bombillas, de los fertilizantes, etc. La ventaja de este recurso es que se puede ir añadiendo con el tiempo información o corrigiendo la misma si se detecta algún error ya que se actualiza en el momento. Permite además separar información en pestañas o páginas, asociar mediante enlaces a otros vídeos o webs...

(Blog elaborado por el grupo del dormitorio para explicar el origen mineral de las joyas: <http://rocasymineraleseenobjetosdenuestravida.blogspot.com.es>).

A continuación, se muestra las imágenes de dos de las páginas o campañas Layar creadas, la del baño y la de un garaje:

En la primera imagen (*figura 4*), primero observamos, sobre la imagen detonante, los diferentes recursos añadidos: dos vídeos, uno que nos narra la fabricación de los cosméticos a partir de materias primas minerales como las arcillas, el talco, los pigmentos y aceites, y el segundo, que nos cuenta el origen y el proceso de fabricación del aluminio a partir de la bauxita; además, incluye una web en la que podemos informarnos de los productos derivados del petróleo. Por último, también incluye dos carruseles de imá-

genes, uno que narra el cuento *La bañera de Marc*, creado por ellos, en el que nos hacen partícipes de la curiosidad de Marc por el origen y la fabricación de las bañeras, y otro en el que aprendemos el proceso de fabricación de los espejos.



Figura 4. Campaña o imagen de Layar del baño con dos vídeos, una web y dos bancos de imágenes.

La imagen del garaje (figura 5) incluye dos vídeos, uno de ellos nos explica el origen mineral de los fertilizantes, y el otro, el origen de los plásticos como productos derivados del petróleo. Por último, se observan dos bancos de imágenes realizadas, uno de ellos para indicar el origen del suelo del garaje, en este caso de pizarra, y el otro sobre el origen y uso de los minerales abrasivos (diamante) en la fabricación de herramientas de corte.



Figura 5. Campaña o imagen de Layar con la información asociada al garaje.

RESULTADOS

La actividad fue muy enriquecedora tanto para estudiantes como para el profesorado. A lo largo de todo el trabajo se llevaron a cabo tutorías grupales para resolver dudas tanto de contenidos como del manejo del programa Layar. Los estudiantes trabajaron fuera del aula de forma colaborativa, si bien es cierto que en varios grupos se observó un claro reparto de las tareas, pues los materiales que incluían las páginas Layar eran heterogéneos en cuanto a calidad. Algo relativamente curioso es que al principio los alumnos manifestaban que les iba a resultar difícil encontrar minerales o rocas a su alrededor (más allá de los recursos ya mencionados, como el granito, la pizarra y el mármol), pero conforme iban indagando

e informándose se fueron dando cuenta de que prácticamente todo lo que nos rodea está producido con materias primas que incluyen uno o muchos recursos minerales. Por ello, de forma generalizada, tuvieron dificultad de poner fin al trabajo, siendo el profesor el que tuvo que poner límites al mismo.

Los alumnos mostraron un gran interés a lo largo de todo el proceso, pero sobre todo al final, cuando publicaron sus campañas en Layar y pudieron observar (al escanear la imagen) todos los materiales que habían elaborado y mostrado a sus compañeros, a la vez que aprendían de lo que otros habían creado. De forma general, se podría decir que los recursos producidos fueron de una importante calidad didáctica, adaptando los contenidos geológicos y de fabricación a las capacidades de sus futuros alumnos (los niños de Primaria), utilizando recursos interesantes como, por ejemplo, los vídeos, blogs y los cuentos.

Con respecto a las preguntas de los cuestionarios de evaluación (salvo escasas excepciones que tuvieron que ser eliminadas por incorrectas o excesivamente difíciles), fueron concretas y correctas, haciendo que sus compañeros tuvieran que visitar todos los recursos para poder contestarlas. Los resultados de los cuestionarios fueron muy satisfactorios.

EL ÁGORA COMO EJE CENTRAL VERTEBRADOR DE LA GENERACIÓN DE EMOCIÓN EN EL AULA DENTRO DEL PROYECTO SEMBRANDO CIENCIA

Adán Manuel Yanes Gómez

Doctorando del Departamento de Didácticas Específicas de la ULL
Profesor del Colegio Salesiano San Isidro
Facultad de Educación, módulo A2. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
Instituto de Astrofísica de Canarias. C/ Vía Láctea, s/n. 38205 La Laguna (Tenerife)
adan@salesianos-orotava.es

Laureen Vanessa Pérez Pinto

Doctoranda del Departamento de Didácticas Específicas de la ULL
Facultad de Educación, módulo A2. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
lperezpi@ull.es

Antonio Eff-Darwich Peña

Profesor del Departamento de Didácticas Específicas de la ULL
Facultad de Educación, módulo A2. C/ Heraclio Sánchez, 3. 38204 La Laguna (Tenerife)
Instituto de Astrofísica de Canarias, Tenerife
C/ Vía Láctea s/n. 38205 La Laguna (Tenerife)
adarwich@ull.es

Palabras clave: innovación, distribución, aula, ágora didáctica.

Keywords: innovation, distribution, classroom, agora, didactic.

Resumen

El Proyecto Sembrando Ciencia tiene como objetivo la generación de emoción en un proceso educativo integral usando metodologías activas, las TIC y materiales STEM+L (*Science, Technology, Engineering and Mathematics + Language*) apoyados en la historia de la ciencia. Uno de los pilares de este proyecto es el Ágora, una organización alternativa del aula tradicional y el laboratorio escolar. El Ágora es el eje central vertebrador para el desarrollo del conocimiento a través del debate. Aparte de la adecuación de espacios, se ha empleado una decoración del aula explícitamente diseñada con simbología e iconografía relevante a los objetivos pedagógicos para la enseñanza de la Biología y Geología de 1.º y 4.º de ESO y de la Física y Química de 2.º de ESO desde el curso 2015-2016 para más de 500 alumnos.

Abstract

The “Proyecto Sembrando Ciencia” aims to generate emotion in a integral education process using active methodologies, ICT and STEM+L materials (Science, Technology, Engineering and Mathematics + Language) supported on the History of Science. One of the pillars of this project is the use of the “Ágora” - an alternative organization of the traditional classroom and the school laboratory has been proposed. The “Ágora” is the central axis for the development of knowledge through debate. Apart from the adaptation of spaces, an explicitly designed classroom decoration with symbols and iconography relevant to the pedagogical objectives for the teaching of Biology and Geology of 1st and 4th of ESO and of Physics and Chemistry of 2nd of ESO, starting in the school year 2015-16, for more than 500 students.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se ha podido comprobar la importancia vital de educar a nuestros jóvenes de forma integral y qué mejor ejemplo que los valores inherentes a la Ciencia para alcanzar tal fin. La capacidad de sacrificio, una alta tolerancia a la frustración, el trabajo en equipo y el afán por un honesto desarrollo y mejora de nuestra sociedad (Acevedo, 2004¹; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003²) han sido los pilares de la ciencia desde Tales y, afortunadamente, nuestros currículos de ciencias se empapan de todos estos ideales (BOC, 2016)³.

El perfil del alumnado actual, de forma general, entra muchas veces en contradicción con la consecución de estos ideales, ya que la necesidad de inmediatez en cuanto a la obtención de resultados positivos sin un esfuerzo adecuado suele ser factor común entre ellos, condicionando la falta de interés y motivación hacia las Ciencias Experimentales en la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. A este hecho se suma uno de los principales motivos de preocupación entre el profesorado que imparte enseñanza en dichos niveles: «cuanto más años de ciencias cursan nuestros alumnos, menos les gusta» (Espinosa y Román, 1991)⁴, muchas veces como consecuencia de la percepción por parte del alumnado del esfuerzo intelectual que conlleva el estudio de las Ciencias y las Matemáticas necesario para afrontarlas con confianza. De ahí la necesidad de propuestas que consigan generar la curiosidad (Livio, 2017)⁵ y la motivación (Caballero, 2017⁶; Bazarra y Casanova⁷) que el alumnado actual demanda y espera.

PROPUESTAS

Como consecuencia de la reflexión, y en respuesta a esta situación, después de más de doce años de experiencia docente se propone el Ágora como eje central vertebrador de la generación de emoción

¹ ACEVEDO, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las Ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre la enseñanza y la divulgación de las Ciencias*, 1(1).

² ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de enseñanza de las Ciencias*, 2(2).

³ CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y UNIVERSIDADES (2016). DECRETO 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias. BOC n.º 136 de 15 de julio de 2016, pp.17046-19333.

⁴ ESPINOSA, J., y ROMÁN, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), pp. 151-154.

⁵ LIVIO, M. (2017). *Why? What makes us curious*. USA. Simon&Schuster.

⁶ CABALLERO, M. (2017). *Neuroeducación de profesores y para profesores. De profesor a maestro de cabecera*. Madrid. Ediciones Pirámide, pp. 86-135.

⁷ BAZARRA, L., CASANOVA, O. (2013). *Cuaderno 10: ¿cómo conseguir un aprendizaje motivador y exigente?* Madrid. ArxifFormación.

en el aula dentro del Proyecto Sembrando Ciencia: cuando la curiosidad y motivación de tu alumnado es el centro de tu metodología. Este proyecto pretende conseguir un verdadero desarrollo integral del alumnado a través del método científico, utilizando la mayéutica socrática, enfatizando el papel del educador como divulgador de la Ciencia desde el rigor y donde el alumnado pasa a ser el centro del proceso educativo. El educador pasa a acompañar y guiar al alumnado y es consciente de la responsabilidad intrínseca que tienen cada una de nuestras palabras.

El Ágora intenta contribuir a un cambio por parte del alumnado en la percepción del hábito de ser observado, fundamental para enfrentarse con confianza a la divulgación, la clave de bóveda del Proyecto Sembrando Ciencia, potenciando la competencia lingüística.

Asimismo, intenta conseguir un cambio de percepción en el alumnado sobre la ciencia, mostrándosela de la forma más cercana posible a su día a día y donde lo experimental, con materiales reutilizados y reciclados, forma parte de lo cotidiano en el aula.

Este proceder tiene como principal valor la generación de emoción en un proceso educativo integral usando metodologías activas, las TIC —el colegio en el que se desarrolla el proyecto es centro Lighthouse—, materiales STEM+L (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) + Lengua, Hands-on + DIY (*Do It Yourself*).

Esto permite que el alumnado se ponga en la piel de los científicos, desarrollando los contenidos a través de la experimentación y apoyados en la historia de la ciencia, principalmente en el mural *Pioneros*, del Museo Elder (www.museoelder.org), obra magistral concebida por Jacinto Quevedo, en la que la disposición de los personajes, objetos, simbología y chascarrillos son utilizados en nuestros *flashback* históricos (*storytelling*) cautivando al alumnado e inyectándoles la curiosidad en nuestra Ágora.

Con esta iniciativa el Proyecto Sembrando Ciencia vertebrará el currículo alternando experimentos históricos como activación o no de nuestras situaciones de aprendizaje (Hands-on + DIY), buscando generar en el alumnado emoción y curiosidad, convencidos de que es el motor de todo verdadero proceso de aprendizaje significativo.

Además, se intenta usar el humor inteligente para activar también la competencia lingüística desde otra perspectiva. Para conseguir todo esto, se ha tenido que adecuar el aula materia en el que se desarrolla el proyecto. Lo primero, eliminar las mesas (González, 2017)⁸ que consideramos que no son más que un obstáculo que no deja fluir el conocimiento entre el alumnado. De hecho, el alumnado las utiliza para esconderse tras ellas y usarlas como escudos, abusando de su zona de confort. Esto lleva a introducir, como ya se ha comentado, el Ágora en el aula dejando que actúe como eje central vertebrador de la generación de emoción en el aula. El Ágora es una organización alternativa del aula tradicional y el laboratorio escolar (ver *figura 1*). Históricamente, esta distribución suele usarse en el ámbito escolar de forma puntual (Adame, 2010)⁹, sobre todo para debates o puestas en común de gran grupo, pero en nuestro proyecto toma un carácter protagonista usando el pequeño grupo solo cuando se trabaja en modo cooperativo (Johnson, Johnson y Holubec, 1999)¹⁰.

La disposición física circular del alumnado en el Ágora se concibe para la puesta en práctica de la «mayéutica socrática» como núcleo para el desarrollo del conocimiento a través del debate, y en la que por definición partimos de la igualdad de todos los individuos, incluido el educador, al conformar parte de

⁸ GONZÁLEZ, B. (2017). *Esta voz es nuestra. Conversación consciente*. Tenerife. Aletheia Editorial, pp. 75-85.

⁹ ADAME, A. (2010). Metodología y organización del aula, *Innovación y experiencias educativas*, 26(1), p. 7.

¹⁰ JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T. y HOLUBEC, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires. Editorial Paidós.

nuestro círculo del conocimiento, inculcando, de forma inherente, la equidad y el respeto entre iguales (BOC, 2016)¹¹ y como seres de relación (González, 2017)¹².

Además de la adecuación de espacios, se ha creado una decoración del aula materia explícitamente diseñada con simbología e iconografía relevante a los objetivos pedagógicos (ver *figuras 1 a 8*) y anclado, tanto en el currículo¹³ como en los Objetivos para el Desarrollo Sostenible del Planeta (ODS) 2030 de la ONU (ODS)¹⁴.

Se han dispuesto las seis palabras que vertebran el currículo¹⁵ –cambio, diversidad, energía, materia, interacción y unidad– escritas todas ellas, combinando símbolos químicos, físicos y matemáticos (ver *figuras 2 a 6*) y relacionándolas estratégicamente con las 5 ecuaciones propuestas por Guillen (1995)¹⁶, colocadas en su parte superior junto con una imagen del autor de cada ecuación.

Además, junto con la gran cantidad de frases, chistes gráficos relacionados con la ciencia y chascarrillos escritos en las paredes del aula materia, se han incorporado la palabra *curiosidad* como reina de la clase y el *¿Por qué?* (ver *figura 7*), con una localización un tanto especial, ya que se han sustituido por los tapaluzes, dejando entrar la luz a través de ella cuando la clase está en penumbra. Todo este atrezo hace que el *storytelling* se pueda usar prácticamente en cualquier situación diaria de clase fomentando la curiosidad y motivación.

RESULTADOS PRELIMINARES

El Proyecto Sembrando Ciencia y el Ágora han sido la metodología principal para la enseñanza de la ciencia de 1.º a 4.º de ESO desde el curso escolar 2015-2016 para más de 500 alumnos.

El Ágora ha contribuido positivamente a un cambio en la percepción del hábito de ser observado, imprescindible para enfrentarse con confianza a la divulgación.

Con ello, se ha observado un aumento de la curiosidad y la motivación entre el alumnado, pilares fundamentales en el aprendizaje, impulsadas por la emoción generada durante el proceso educativo.

Además, la lengua (competencia lingüística) ha sido el principal vehículo, potenciador y catalizador de nuestra clave de bóveda, la divulgación.

NUESTRA INTENCIÓN A LARGO PLAZO COMO CONCLUSIÓN

Nuestro firme compromiso como parte de la comunidad educativa es conseguir, a lo largo del proceso educativo, potenciar cualidades y destrezas tales como la autonomía, los valores sociales, el razonamiento lógico y análisis crítico, la creatividad, la innovación y la emprendeduría. El ser un buen comunicador, con inteligencia emocional, capacidad de trabajo en equipo, idiomas, dominio de la tecnología actual y buen lector, pasa por dotar al alumnado de experiencias vitales como las que se intentan proporcionar dentro del Proyecto Sembrando Ciencia en general y en el Ágora en particular¹⁷.

¹¹ CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y UNIVERSIDADES (2016). DECRETO 83/2016, p. 17323

¹² GONZÁLEZ (2017). pp. 61-75.

¹³ CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y UNIVERSIDADES (2016). DECRETO 83/2016, p. 17321.

¹⁴ 17 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS). Naciones Unidas [en línea], disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> [consultado el 23/07/2018].

¹⁵ CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y UNIVERSIDADES (2016). DECRETO 83/2016, p. 17087.

¹⁶ GUILLEN, M., (1995). *Five Equations that Changed the World*. USA. Hyperion.

¹⁷ CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y UNIVERSIDADES (2016). DECRETO 83/2016, p.17323.

Es más que probable que no se habrá podido despertar en todos los alumnos alguna de estas destrezas y cualidades, pero lo que es seguro es que nos hemos propuesto despertar en ellos la curiosidad, y con ello, la sensación de que con esta experiencia los límites de su desarrollo integral como personas los pondrán ellos.



Figura 1. Distribución del aula materia en Ágora.



Figura 2. Detalles del atrezzo utilizados para la ambientación del Ágora dentro del aula materia.



Figura 3. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia.



Figura 4. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia.



Figura 5. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia.



Figura 6. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia.



Figura 7. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia.



Figura 8. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia.

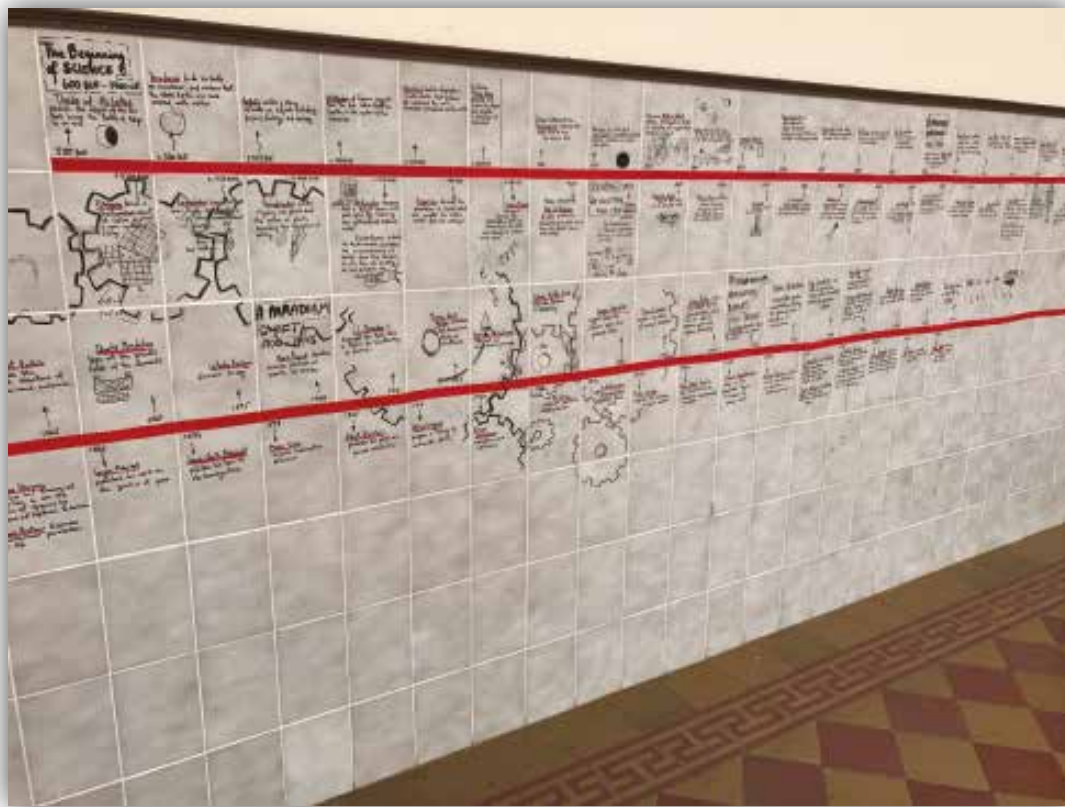


Figura 9. Como en la figura 2, pero mostrando otra zona del aula materia. El pasillo forma parte del aula materia.

Dirección editorial: **Antonio Brandi**

Dirección de arte: **José Crespo**

Jefe de desarrollo de proyecto: **Javier Tejeda**

Dirección técnica: **Jorge Mira**

Confeción y montaje: **Hilario Simón**

Corrección: **Juan Antonio Segal**

Coordinación técnica: **Francisco Moral**

© 2019 de la obra completa.

Marisa González Montero de Espinosa,
Alfredo Baratas Díaz y Antonio Brandi Fernández

Servicios editoriales y maquetación

Santillana Educación, S. L.

Avda. de los Artesanos, 6.

28760 Tres Cantos, Madrid

PRINTED IN SPAIN

ISBN: 978-84-680-5183-3

CP: 883878

Depósito legal: M-32723-2018

Todos los contenidos: textos e imágenes que se incluyen en los trabajos incorporados en esta obra han sido aportados por los autores de cada uno de los trabajos, quienes responden de la autoría y originalidad de las mismas. La responsabilidad de su publicación corresponde única y exclusivamente a dichos autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-680-5183-3
9 788468 051833

Colaboran

 Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid

 Real Sociedad Española
HN
HISTORIA NATURAL

 **cofis**
Colegio Oficial de Físicos

 Real
Sociedad
Española de
Física
R.S.E.F.

 **RSEQ**
Real Sociedad Española de Química
El Sitio de la Química en España

 **MUNCYT**
MUSEO NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

madriod

 **SANTILLANA**

 Universidad
Complutense
Madrid

 COLEGIO OFICIAL DE
DOCTORES Y LICENCIADOS
FILOSOFÍA Y LETRAS
Y CIENCIAS
COMUNIDAD DE MADRID

EPI NUT
EPIDEMIOLÓGIA NUTRICIONAL

TOWARDS AN STEM ENVIRONMENT FOR FUTURE TEACHERS OF PRIMARY EDUCATION

ADENDA AL LIBRO "EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EN EL ÁMBITO STEM"

© 2019 de la obra completa (ISBN: 978-84-680-5183-3):
Marisa González Montero de Espinosa,
Alfredo Baratas Díaz y Antonio Brandi Fernández

Servicios editoriales y maquetación
Santillana Educación, S. L.
Avda. de los Artesanos, 6.
28760 Tres Cantos, Madrid

© 2019 de esta adenda
ISBN: 978-84-09-12722-1

Todos los contenidos: textos e imágenes que se incluyen en los trabajos incorporados en esta obra han sido aportados por los autores de cada uno de los trabajos, quienes responden de la autoría y originalidad de las mismas. La responsabilidad de su publicación corresponde única y exclusivamente a dichos autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

TOWARDS AN STEM ENVIRONMENT FOR FUTURE TEACHERS OF PRIMARY EDUCATION

Juan Peña Martínez, Alberto Muñoz Muñoz,
Noelia Rosales Conrado* y M^a Mercedes Martínez Aznar
*Faculty of Education – Teacher Training Center & Faculty of Chemistry**
(Complutense University of Madrid), Madrid (Spain)
C/Rector Royo Villanova, s/n, 28040 Madrid
juan.pena@quim.ucm.es

Palabras clave: CTIM, TIC, Raspberry Pi, Arduino, Física

Keywords: STEM, ICT, Raspberry Pi, Arduino, Physics

Resumen

En este trabajo se describe una propuesta didáctica para fomentar el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, e introducir las plataformas Raspberry Pi y Arduino en la formación inicial de maestros, concretamente en las actividades experimentales de física. Para evaluar su impacto en los estudiantes se ha confeccionado un perfil de su estado emocional mediante un cuestionario anónimo. Aunque la mayor parte de los estudiantes se sintieron felices y entusiasmados durante el trabajo en el laboratorio, ocasionalmente alguno se sintió preocupado y aburrido. No obstante, el balance final es positivo.

Abstract

This paper describes a didactic proposal to encourage the use of new information and communication technologies, and to introduce the Raspberry Pi and Arduino platforms in the initial teacher training, specifically in experimental physics activities. To assess its impact on students, a profile of their emotional state has been prepared through an anonymous questionnaire. Although most of the students felt happy and excited during their lab work, occasionally some of them felt worried and bored. However, the final balance is positive.

INTRODUCTION

Updating schools and universities to follow the fast technological progress and globalisation phenomena is a priority in The European Union (EC, 2017a). EU Member States stress their commitment to provide the 'best education and training' of European young population (EC, 2017b). The question is how schools

can be updated to the new skills required, as information and communication technologies (ICT) and multilingualism are increasingly important for our society. Specifically, how future European workers, especially women, can be helped to turn modern technologies into an asset (EC, 2017a). For example, although girls tend to outperform boys in the Programme for International Student Assessment (PISA) scores, women account for just 27% of engineering graduates but dominate (67%) among the humanities graduates, and this ratio is reflected in science professions where women constitute around 20% minority (EC, 2017a). Last but not least, the Commission adopted in January 2018 a Digital Education Action Plan to support technology-use and digital competence development in education based upon the following priorities: making better use of digital technology for teaching and learning, developing digital competences and skills, and improving education through better data analysis and foresight (EC, 2018). Categorically, digital advances may bring new challenges for Europe's students and teachers (EC, 2018), and science-technology-engineering-mathematics (STEM) education is a suggested approach to improve students' learning outcomes and skills development with the help of ICT. In short, they will be able to use knowledge, to reason, to model, to explain, to critique and to communicate (Duschl and Bismack, 2016) and this is essential to become a successful student in higher education and also a successful employee (Stage et al., 2013). For this reason, it is desirable to have a sufficient number of well-trained STEM teachers for elementary and middle schools as long as technology continues to play an important role in our society. These will take on the responsibility of educating the scientists of the future (Kearney, 2016). Hence, the work herein presented describes an innovation project devoted to introduce STEM activities in the initial training of a group of future teachers of Primary Education. The activities were designed to expand the use of ICT while encouraging the development of competencies - in science and mathematics- and collaborative work. The idea is that this training serves for their future teaching responsibilities.

Another issue to be considered is how to measure the impact of the above mentioned activities on students' interest. In this sense, finding out the students' response in terms of emotions to the new proposed STEM activities may provide useful information. It is known that positive emotions are associated with favorable science learning (King et al., 2015).

OBJECTIVES

The aim of the project is to expand the use of ICT while encouraging the acquisition of STEM skills and collaborative work in a set of experimental activities designed for future teachers of elementary education. Precisely, the work involves specific instruction in different branches of physics: kinematics, dynamics, thermology, waves and electricity. This scenario gives rise to an opportunity to explore the students' emotions evoked during the development of the activities.

METHODOLOGY

SAMPLE CHARACTERISATION

The project took place in the Faculty of Education - Teacher Training Center, Complutense University of Madrid, in the academic year 2017/18. The students (total 35, female 33) that have participated belong to the bilingual group (Degree of Teaching in Primary Education, 2nd year). Only 16 students declared to possess a background (from their middle and/or high school period) in experimental sciences such as Physics, Chemistry, Geology or Biology.

ACTIVITIES IN PHYSICS: DESIGN AND IMPLEMENTATION

The schedule of the project and the human resources involved on it can be consulted in the information available on-line (Peña, 2018). The experimental training comprises seven sessions of 2 hours each: "Units and making measurements" (two sessions), "Motion", "Forces", "Thermal (heat) energy and thermal properties of matter", "Waves", and "Electricity & basic electrical circuits".

Every session of activities was designed following the methodology proposed in the literature (Muñoz et al., 2014):

1. The specific physics contents —motion, forces, energy, heat, waves, etc.— were introduced using real-world problems trying to motivate the students. For instance, the microbial fuel cells (MFC), one example is illustrated in figure 1, were presented in the electricity session. These MFC based upon a Winogradsky column design (García et al., 2017) are an excellent example about the amazing interdisciplinary work of scientists and a very useful tool to promote an adequate environmental rationality and sustainable development.

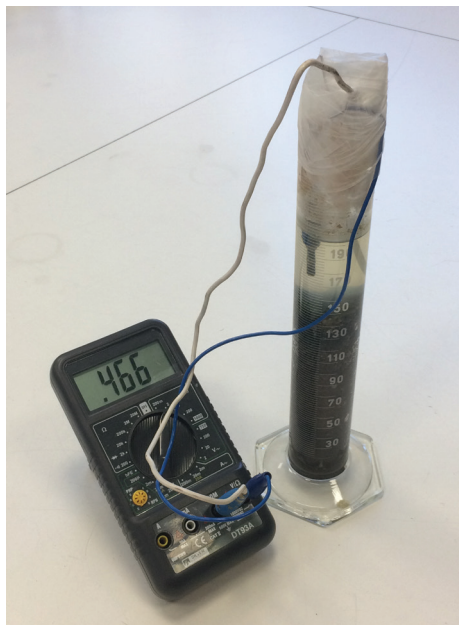


Figure 1: Microbial fuel cell. Voltmeter reading: 466 mV

2. The experimental work was carried out following the steps included in the worksheets accessible on-line. It is worth noting that the class-environment was dynamic and teacher-student and student-student interactions were always promoted. Hence, brainstorming, team work, experimental learning and discussing were favored.
3. Finally, the students must write a full report of each session including a pedagogical discussion about the potential applications of the performed activities for elementary schools. This serves two functions. First, it provides a place where the data is fully discussed and interpreted, and second, it allows to speculate. Thus, the students could address questions like why something unexpected happened or what would have happened if... Furthermore, they may criticize their own results, suggest improvements in methodology, etc.

About ICT input, first of all, the teacher and the students shared all the multimedia presentation and the worksheet material ascribed to the different physics topics using a digital board that was created using

the software Padlet (<https://padlet.com/>). Likewise, students have used their own digital board to show the collected data and further analysis. The teacher included his feedback on it to enhance student's self-assessment. Additionally, the platforms Raspberry Pi (<https://www.raspberrypi.org/>) and Arduino (<https://www.arduino.cc/>) were introduced progressively in the experimental work. In fact, Arduino was used only during the final lab session. However, the Raspberry Pi 3 model B, a full computer (figure 2) with the size of a credit card, was widely used for statistical analysis and to execute several sound and light simulations ("Waves session"). As matter of fact, LibreOffice Calc 5.0 (<https://www.libreoffice.org/>) software loaded in the Raspberry Pi was used to estimate the average speed ("Motion" session), Hooke's constant value ("Forces" session), and the Ohm's law resistance ("Electricity" session) from the experimental data.



Figure 2: Image of the Raspberry Pi 3 model B

As mentioned earlier, the Arduino Uno, which contains a programmable microcontroller, was connected to a Raspberry Pi in the last lab session on electricity. In this way, it was possible to execute a specific sketch (a sketch is the name that Arduino uses for a program) that allowed controlling the blinking of the LEDs connected to a breadboard, which in turn was wired up to the Arduino's 5V and ground connections as shown in figure 3. Once the setup was completed, the students analyzed the coding of the sketch (program) and the circuit scheme, available in the corresponding worksheet, with the help of the teacher. Afterwards, using the Arduino app, previously downloaded and installed in the Raspberry Pi, the students typed the code, double checked, compiled and sent it to the Arduino board.

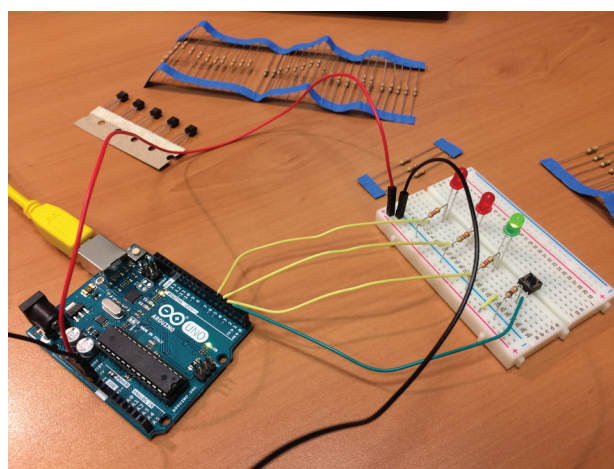


Figure 3: Image of the Arduino Uno and breadboard connections

Perhaps the activity with Arduino would have deserved more time of laboratory session, as well as some coding initiation activity, for example using Scratch (<https://scratch.mit.edu/>) that is currently implemented in the Raspberry Pi software. Even so, although the students did not invest much time in the laboratory with Arduino, in their final report they had to include and discuss examples of Arduino projects that could be developed in Primary Education. Therefore, using Arduino the authors looked forward to fostering the use of open-source electronic platforms by the future teachers and thus open up new horizons. But, there is always another side of the coin: What would the students think of so much technology?

STUDENT PERCEPTION

The students' perception on the use of the technology in their experimental physics training was collected via an anonymous non-mandatory questionnaire, adapted from the literature (Dávila et al., 2016), using Google Forms (figure 4). The goal is how students' positive and negative emotions, during the lab sessions, could be affected by the aforementioned use of the technology, the methodology, the background in Physics, etc. Thus, firstly, the students had to choose how often (never, occasionally, often or all the time) they felt joy, worry, confidence, shame, anxiety, happiness, fear, admiration, calm, disgust, satisfaction, sadness, enthusiasm, anger, surprise, boredom, fun, and nervousness during the work sessions in the Physics lab. Secondly, they had to select the possible causes (figure 4) why they think they felt positive and/or negative emotions in the experimental tasks at Physics lab.

Google Drive Physics: experimental work - Formula... Physics: experimental work - Form...

← Physics: experimental work Todos los cambios se han guardado en Drive

PREGUNTAS RESPUESTAS 9

Please, mark the possible causes why you think you felt "positive" and/or "negative" emotions in the work sessions at Physics lab

	Positive emotions	Negative emotions
The methodology that the teacher used	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The theoretical content of the experiences	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The academic results obtained previously in Physics	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The attitude of the teacher	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Not be familiar with laboratory activities	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
My ability to learn the subject	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The evaluation system	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The type of practical activities carried out	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
My motivation to learn the subject	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The use of technology (computers, electronic boards, etc.)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other (please, indicate below)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Enviado: 29/3/18 19:38

Figure 4. Screenshot of the student questionnaire (second part)

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the first part of the questionnaire are depicted in figure 5, although it must be taken into account that only around a quarter of the whole group of students completed it. Having said that, in general terms, students who gave their opinion often felt happiness and enthusiasm during the work at the lab, and occasionally worry and boredom, but never anxiety, fear, disgust, sadness, anger or nervousness.

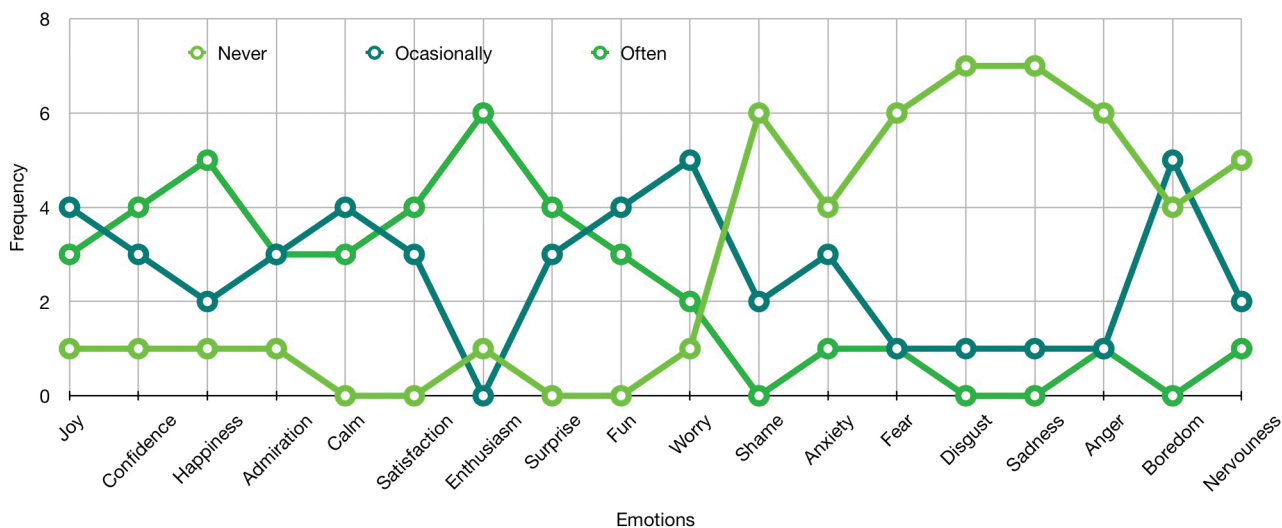


Figure 5. Student positive and negative emotions profile

On the possible causes of the emotions that the students experienced (see figure 6), the attitude of the teacher and the type of activities carried out did not promote any negative emotion. However, the methodology that the teacher has used, the theoretical content of the experiences, the ability and motivation of the student to learn, the evaluation system and the use of technology promoted some negative feelings, although the frequency of the positive emotions generated was higher. Nevertheless, the academic results in previous Physics courses and the lack of lab experience caused a comparable level of positive and negative emotions.

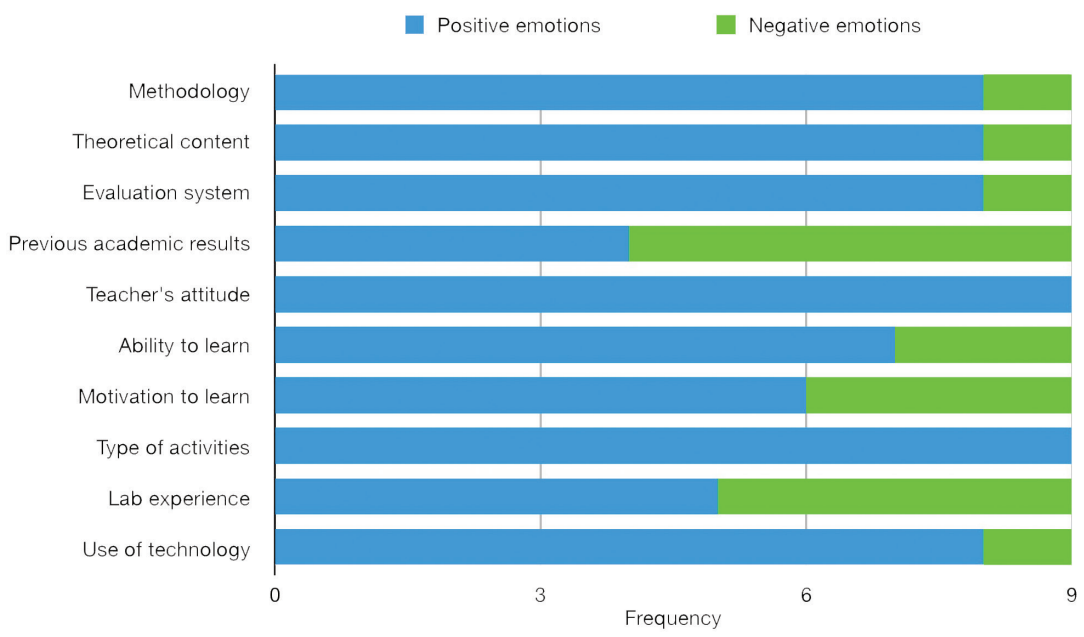


Figure 6. Possible causes of the positive and/or negative student emotions

CONCLUSIONS

Quality education, gender equality and reducing inequalities are some of the United Nations Sustainable Development Goals by 2030. STEM education at the very beginning levels may prevent the gender gap and open the way to have access to professional and academic opportunities. For this reason, STEM training of future teachers —elementary, middle and secondary level— will help them to foster their students to highlight as the next generation of scientists, engineers, and mathematicians who have to face the world grand challenges. According to our own results, the performed activities with a sharp technology input could be considered appropriate to improve the skills and competences of the 21st century teachers. In fact, the type of the activities carried out and the use of technology promoted a positive students' emotional state. The students have followed a new approach of Science Education possibly more attractive and dynamic, certainly more realistic regarding the work of the scientists. It is hoped that the work described herein may help to those who are interested in moving beyond the theoretical aspects of STEM into the practical application of this promising approach.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support provided by the Complutense University of Madrid is greatly appreciated (Innovation Project 81/2017).

REFERENCES

- Dávila Acedo, M.A.; Cañada Cañada, F.; Sánchez Martín, J., & Mellado Jiménez, V. (2016), Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27, pp. 217-225.
- Duschl, R.A. and Bismack, A.S. (Eds.) (2016), *Reconceptualizing STEM Education*. Routledge Taylor & Francis Group. 2016, NY.
- EC. European Commission. (2017a), Declaration of the Leaders of 27 Member States and of the European Council, the European Parliament and the European Commission. The Rome Declaration (25 March 2017), [online], available in: http://www.governo.it/sites/governo.it/files/documenti/documenti/Approfondimenti/EU60/RomeDeclaration_en17.pdf, [consulted 27/06/2018].
- EC. European Commission (2017b), Education and Training Monitor 2017, [online], available in: http://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/et-monitor_en, [consulted 27/06/2018].
- EC. European Commission (2018), Digital competences and technology in education, [online], available in: http://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/education-technology_en, [consulted 27/06/2018].
- García Fernández, R., García Mozo, A., Peña Martínez, J., & Muñoz Muñoz, A. (2017), Percepciones y actitudes sobre la energía sostenible en alumnos de Educación Secundaria y propuesta de actividades. *M+A. Revista Electrónica de Medioambiente* 18 (2). [online], available in: <http://revistas.ucm.es/index.php/MARE/article/view/58367>, [consulted 27/06/2018].
- Kerney, C. (2016), Is there a shortage of STEM teachers in Europe? European Schoolnet, [online], available in: <http://www.scientix.eu/observatory>, [consulted 27/06/2018].
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., & Henderson, S. (2015), Emotionally Intense Science Activities. *International Journal of Science Education*, [online], DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1055850>

Muñoz-Muñoz, A., Peña-Martínez, J., Martín-Puig, P., Arillo-Aranda, M.A., & Díaz-Perea, M.R. (2014), CEIP Antonio de Nebrija. Taller de Cambio Global: una experiencia didáctica para alumnos de Educación Primaria. *Revista Digital EducaMadrid*, [online], available in: <https://www.educa2.madrid.org/web/revista-digital/inicio/-/visor/ceip-antonio-de-nebrija-taller-de-cambio-global-una-experiencia-didactica-para-alumnos-de-educacion-primaria>, [consulted 27/06/2018].

Peña Martínez, J., Martínez Aznar, M. M., Rosales Conrado, N., Sánchez Gómez, P., Rosa Novalbos, D., García Núñez, I., Sánchez Martín, L., & Rodríguez Arteche, I. (2018), El enfoque STEM en la Formación Inicial de Maestros: pilas de combustible microbióticas, [online], available in: <https://eprints.ucm.es/48120/>, [consulted 26/08/2018]

Stage, E.K., Asturias, H., Cheuk, T., Daro, P.A., Hampton S.B. Opportunities and Challenges in Next Generation Standards. *Science*, 340, pp. 276-277.