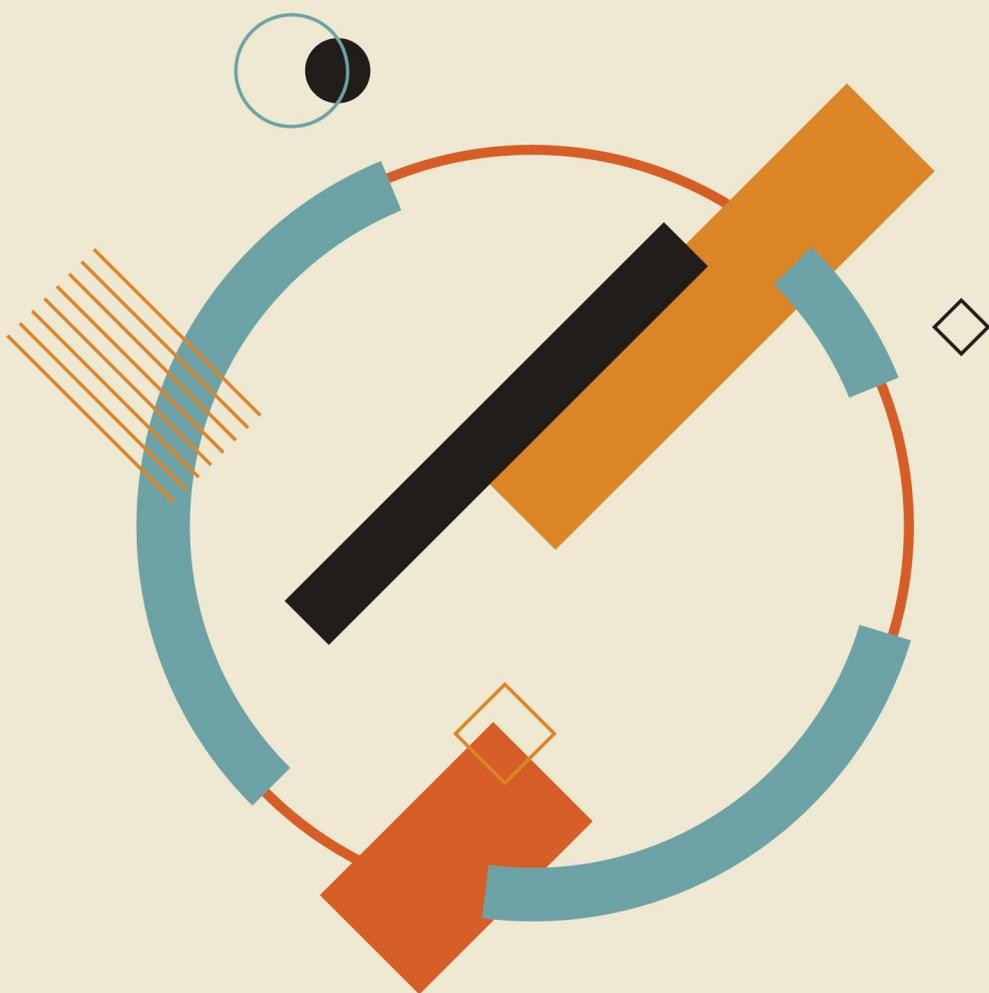


INNOVACIÓN EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA UNIVERSITARIA

INOVAÇÃO NA PRÁTICA EDUCACIONAL UNIVERSITÁRIA

Editores **Pedro Membiela** • **María Isabel Cebreiros**



**Innovación en la práctica educativa
universitaria**

**Inovação na prática educacional
universitária**

Pedro Membiela y María Isabel Cebreiros
(editores)

Educación Editora

Edita Educación Editora

Roma 55, Barbadás 32930 Ourense

email: educacion.editora@gmail.com

ISBN: 978-84-15524-48-9

Año de publicación: 2023

25. Experiencias de sostenibilización curricular en los estudios de Magisterio de la Universitat de Barcelona

Genina Calafell i Subirà^{*}, Mireia Esparza Pagès, Gregorio Jiménez Valverde, Eduard Martín Hernández y Hortensia Durán Gilabert

Grup d'Innovació Docent d'Educació Científica, Tecnològica i per a la Sostenibilitat (EduCits), Facultat d'Educació, Universitat de Barcelona

^{*}genina.calafell@ub.edu

Resumen

En este trabajo se presentan cinco ejemplos de sostenibilización curricular implementados en diversas asignaturas del ámbito de las ciencias experimentales y su didáctica, correspondientes a los grados de Educación Infantil y Educación Primaria de la Universitat de Barcelona.

Palabras clave

Sostenibilización curricular, educación ambiental, enseñanza de las ciencias, formación inicial del profesorado, Educación Primaria, Educación Infantil, educación para la sostenibilidad.

Introducción

No hay duda de que, en la situación actual de emergencia ambiental, la sostenibilidad constituye un aspecto prioritario. Desde que en enero de 2015 las Naciones Unidas establecieron los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a alcanzar en el año 2030, estos han servido de guía para acciones que lleven hacia la sostenibilidad social y ambiental (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). El papel de la educación en la consecución de esta meta es clave para proporcionar a las personas y a las sociedades los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que les permitan ser más conscientes de los cambios que hay que realizar y cómo llevarlos a cabo (UNESCO, 2014). Su importancia se constata en el capítulo 36 de la Agenda 21, que expone que la educación es decisiva para favorecer el desarrollo sostenible y mejorar la capacidad de las personas para manejar las cuestiones del medio ambiente y el desarrollo (ONU, 1993).

En consecuencia, las instituciones educativas tienen el deber de contribuir a esta misión, pues la escuela es fundamental para crear conciencia sobre la nueva agenda global, y en ella resulta esencial el rol de la infancia y la juventud (UNESCO, 2015). Así pues, se tiene que incorporar una visión renovada del desarrollo humano que sea a la vez equitativa, viable, y que tenga en cuenta las dimensiones sociales, medioambientales y económicas del mismo.

En la educación para la sostenibilidad (ES), la infancia y la niñez juegan un papel fundamental, ya que hay evidencias de que invertir en estas etapas es la mejor garantía de obtener resultados sociales y ambientales más perdurables, y de que cuanto antes se inicia este proceso mayor es su efecto (Siraj-Blatchford y Pramling-Samuelsson, 2016). Por ello, la educación en las primeras etapas de la vida tiene un papel clave en la construcción de la sostenibilidad y en el desarrollo de un sentimiento efectivo de participación de la infancia en la comunidad (Bruner, 1996).

La universidad como institución educativa y, en especial, los estudios de Magisterio deben contribuir a esta educación, que dé respuesta a la emergencia en las cuestiones sociales y ambientales del mundo actual. Por ello, no se puede obviar en la formación de los futuros docentes la incorporación de la sostenibilidad en los programas, a fin de proporcionarles habilidades y maneras de proceder. Un reto que también se incluye en la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020), que establece que uno de los principios en los que se inspira el sistema educativo español es “la educación para la transición ecológica con criterios de justicia social como contribución a la sostenibilidad ambiental, social y económica” (Ministerio de Educación, 2020).

Nuestro grupo de innovación docente (EduCits) apuesta por la sostenibilización curricular siguiendo el enfoque aprobado por la Conferencia de Rectores de las Universidades de España en 2005 (CRUE, 2012), que impulsa la incorporación de la sostenibilidad en los programas de formación inicial del profesorado, de tal manera que los docentes sientan un mayor compromiso hacia los retos expuestos. Un proceso que implica incorporar la sostenibilidad en los programas considerando no solo los contenidos a enseñar, sino también las metodologías utilizadas y el rol del docente y del estudiante. Por ello, desde EduCits, estamos trabajando en la sostenibilización de las asignaturas del ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales de la formación inicial de docentes que se imparten en la Facultad de Educación de la Universitat de Barcelona. En concreto, nos preguntamos ¿qué y cómo enseñamos para incorporar la sostenibilidad?, ¿cómo evaluamos? y ¿qué rol tienen nuestros estudiantes, y nosotros mismos, en el proceso de enseñanza y aprendizaje desde la perspectiva de la sostenibilización curricular?

El objetivo de esta propuesta es describir cinco experiencias de sostenibilización curricular y reflexionar sobre la práctica docente llevada a cabo para mejorar la competencia transversal de la sostenibilidad en dichos programas docentes. En concreto, las experiencias que presentamos se han llevado a cabo en los últimos cursos en dos asignaturas del Grado en Maestro de Educación Infantil (Al-

fabetización Digital” y “Medio Ambiente, Diversidad y Sostenibilidad”) y en tres asignaturas del Grado en Maestro de Educación Primaria (“Aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales”, “Didáctica de la materia, la energía y la interacción” y “Enseñanza de las ciencias fuera del aula”).

Descripción de las experiencias

Educación Infantil (EI)

Alfabetización Digital (AD)

La experiencia que se presenta a continuación se llevó a cabo en el bloque de Entornos de aprendizaje de AD, en el que se pretende que el alumnado aprenda a utilizar y crear recursos TIC (tecnologías de la información y de la comunicación), diseñe un entorno virtual de aprendizaje para la comunidad educativa y reflexione sobre la idoneidad de las TIC, todo ello referido a la etapa 0-6 en las aulas de infantil. Sin perder de vista estos objetivos, el bloque se ha reformulado para trabajar el ODS-6 (agua limpia y saneamiento), el ODS-12 (producción y consumo responsable), el ODS 14 (vida submarina) y el ODS-15 (vida de ecosistemas), utilizando un enfoque metodológico inspirado en la gamificación, el aprendizaje basado en problemas y la evaluación formativa y reguladora.

La experiencia parte de una primera sesión en la que se realiza una evaluación diagnóstica de los conocimientos de nuestros estudiantes en relación con los objetivos. El alumnado primero responde a un cuestionario *online*, abierto y anónimo, de forma individual y posteriormente comparte sus opiniones sobre la introducción de las TIC en el aula de EI. A continuación, se forman grupos y se les presenta un reto transversal, contextualizado en cuatro escuelas simuladas, que deberán resolver a lo largo del bloque, teniendo en cuenta en todos los casos la identidad del proyecto educativo de la escuela. Este reto transversal consiste en diseñar una programación para una de las escuelas que incorpore las TIC y un ODS (el ODS-6 para la escuela-1, el ODS-12 para la escuela-2, el ODS-14 para la escuela-3 y el ODS-15 para la escuela-4).

El reto se presenta en forma de un mensaje que la directora de cada escuela dirige al equipo docente en el primer claustro del curso. En él se les plantea la necesidad de introducir las TIC en el proyecto de centro y se propone un debate a partir de tres cuestiones: ¿es necesaria la competencia digital en la infancia?, ¿cómo podemos dar respuesta los docentes desde la escuela? y ¿cómo podemos desarrollar nuestra competencia digital como docentes de EI? A partir de la conversación generada en el aula, el alumnado produce una narración que entrega a la docente y que le permite tener una visión colectiva de las ideas previas de su alumnado.

Para superar el reto, cada estudiante adopta el rol de docente de EI de una de las escuelas propuestas, configurando grupos de trabajo de entre cuatro y cinco participantes. Por ejemplo, el grupo 1 está formado por cinco estudiantes, uno de ellos con el rol de docente de P3, dos de P4 y dos de P5, de la escuela-3.

La primera propuesta que deben desarrollar es un mapa de contenidos que conecte el ODS y el currículo de EI. A continuación, se agrupan en parejas (docentes del mismo nivel) o tríos (docentes intraniveles) y deben diseñar un recurso JClic y un contenido interactivo con H5P que trabaje los contenidos previamente definidos. La propuesta se comparte en el campus virtual y se evalúa mediante una rúbrica colaborativa.

Como segunda actividad, se pide a cada estudiante que, simulando el rol de docente, diseñe un entorno virtual de aprendizaje (EVA) para compartir el trabajo de aula con las familias. Cada estudiante debe organizar un EVA, considerando tres funciones del entorno: la función de comunicación, la de organización y gestión y la de facilitación del aprendizaje. Para dar un carácter formador a la actividad, cada estudiante entra en dos EVA diseñados por otros estudiantes (con el rol simulado de padre o madre) y participa en el EVA como si fuera un familiar del alumno. La participación del estudiante en dos EVA de sus compañeros les permite autoevaluar su propio EVA y proponer debilidades, fortalezas y mejoras en su diseño.

Como tercera actividad, se propone que el alumnado utilice el recurso de robótica Bee-Boot para trabajar el ODS correspondiente. Para ello, volviendo a los grupos de trabajo de parejas o tríos de la primera actividad, se diseña una alfombra con la temática del ODS de trabajo.

Finalmente, y de forma individual, el alumnado tiene que recuperar la narración realizada al inicio y realizar una autoevaluación en una segunda narración, que entrega al docente. Una reflexión que favorece compartir entre docente y alumnado las dificultades y logros de su aprendizaje en la asignatura. Con el fin de conocer la opinión del alumnado, se les invitó también a responder un cuestionario voluntario sobre esta experiencia que fue respondido por el 30 % de los participantes.

Los resultados obtenidos mediante estos instrumentos evaluativos indican que el alumnado reconoce la necesidad de incorporar los ODS en la escuela e identifica estrategias metodológicas de TIC para introducir la sostenibilidad en el aula de infantil, adquiriendo habilidades creativas en el diseño de los recursos digitales. Se valora muy positivamente el enfoque de TIC y sostenibilidad de la asignatura y se propone mantenerlo en próximas ediciones y en concreto, seguir con el reto presentado como orientación de las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Medio Ambiente, Diversidad y Sostenibilidad (MADS)

La asignatura de MADS es una optativa del Grado en Maestro de EI con muy buena acogida entre el alumnado y supone una gran oportunidad para dotarla de una visión crítica y activa respecto a la sostenibilidad ambiental y social. La experiencia que se presenta muestra cómo se adaptó la parte práctica de la asignatura a la enseñanza *online* durante el curso 2019-2020, en la situación de confinamiento debido a la pandemia de COVID-19, adaptación que se ha incorporado al plan docente de la asignatura de forma definitiva.

Esta asignatura se divide en una parte orientada a la sostenibilidad ambiental y otra a la sostenibilidad social, buscando siempre la interacción entre ambas vertientes que, junto con la sostenibilidad económica, son las principales vías para lograr una sostenibilidad que sea más global y compleja. Consiste en varias sesiones teórico-prácticas y una salida a una granja-escuela, que constituye un elemento clave del trabajo práctico de la asignatura. A partir de esta, el alumnado realiza una propuesta dirigida a niños y niñas de entre 0 y 6 años, que contempla una visión global de la sostenibilidad y a la vez trabaja las emociones. Debido a la situación pandémica de 2020, se reformuló la parte práctica y, en consecuencia, el alumnado tuvo que crear un material audiovisual que permitiera trabajar de manera virtual diversos aspectos relacionados con la sostenibilidad en la etapa de 3 a 6 años, de una manera didáctica y lúdica.

Durante la primera parte de la asignatura, nuestro alumnado trabajó diversos aspectos desde una mirada de sostenibilidad ambiental y social en sesiones teórico-prácticas: agua, energía, agricultura y alimentación, cambio climático, globalización, diversidad y multiculturalidad y la relación entre sociedad y medio ambiente, para posteriormente diseñar y realizar un vídeo divulgativo sobre uno de estos aspectos, dirigido a la infancia (3-6 años). Este audiovisual debía tener una duración de entre 5 y 10 minutos y estar centrado en un tema concreto. Se dio total libertad al alumnado en las metodologías y recursos a utilizar y en el enfoque que podían dar al tema, siempre que lo trataran bajo los parámetros de la sostenibilidad. Así, podían trabajar aspectos generales o concretos, explicar un cuento, incorporar elementos de animación o marionetas, realizar experimentos, etc.

La evaluación del vídeo tuvo en cuenta la idoneidad del tema respecto a los aspectos de sostenibilidad ambiental y social trabajados en la asignatura, la corrección científica, la adecuación del nivel a la edad, la calidad gramatical y de vocabulario y la creatividad demostrada.

Cabe destacar que el tema estrella elegido por nuestro alumnado fue el cambio climático y los efectos que supone. Otros temas también abordados fueron: el deshielo, el ciclo del agua y el aumento del nivel del mar; la pérdida de biodiversidad; las fuentes renovables de energía o la biografía de la activista Greta Thunberg y el movimiento “Fridays for Future”. Al ser temas complejos y con repercusiones de distinta índole, se recomendó al alumnado que los trataran de manera muy general o bien se centraran en algún aspecto, causa o consecuencia concretos para no perder el rigor científico y ambiental del tema elegido.

En cuanto a las metodologías, la más frecuente (70 %) fue la utilización de dibujos, ya fueran fijos o animados, para tratar el tema. Otras metodologías utilizadas fueron la incorporación de experimentos relacionados con el ciclo del agua y el uso de canciones para animar la presentación. Es de destacar el nivel de implicación del alumnado, su imaginación a la hora de idear el audiovisual y su predisposición para buscar y crear recursos para realizarlo, especialmente si

tenemos en cuenta la situación de confinamiento en la que nos encontrábamos, que dificultaba el acceso a una cierta diversidad de materiales y recursos.

La actividad permitió al alumnado desarrollar la competencia de sostenibilidad, concretada en la valoración del impacto social y medioambiental de las actuaciones propias y del entorno y en la promoción de cambios que supongan una gestión sostenible de los recursos. También les permitió trabajar la promoción de los aprendizajes en la primera infancia desde una perspectiva globalizadora, así como identificar, describir y analizar los elementos más destacados de la problemática medioambiental y de la sostenibilidad susceptibles de ser aplicados al conocimiento del entorno. Además, la actividad propició el uso de la creatividad y la imaginación como herramientas básicas de su futura actividad docente y el desarrollo de su capacidad de educar hacia el respeto por el medio ambiente a través de acciones educativas alrededor de la sostenibilidad.

Finalmente, deseamos destacar que el alumnado respondió positivamente a la actividad y en todo momento valoró su aplicabilidad no solo en un contexto virtual, sino también de modo presencial en el aula. La buena acogida del proyecto y las valoraciones posteriores que el alumnado hizo de este, han propiciado que se haya incorporado de manera permanente en las próximas ediciones de la asignatura.

Educación Primaria (EP)

Aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales (AECN)

La asignatura AECN aborda temas de biología, de geología y de didáctica de las ciencias experimentales. Mientras que las cuestiones ambientales relacionadas con aspectos biológicos son relativamente conocidas por el alumnado, las referidas a la sostenibilidad de los materiales geológicos les resultan prácticamente desconocidas.

Los recursos de origen geológico (rocas y minerales), que han sido siempre importantísimos y causa de graves conflictos sociales, actualmente resultan imprescindibles tanto para la construcción como para la industria y la tecnología. Son recursos no renovables y por ello numerosos autores alertan sobre su posible agotamiento, en un tiempo que en algunos casos se prevé muy breve, especialmente algunas de las menas de elementos raros usados en tecnología (Henckens, 2021; Revuelta, 2017; Valero, 2012). Sin embargo, el desconocimiento general de la geología por el gran público y su escaso tratamiento en los distintos niveles educativos provocan el total desconocimiento del problema por parte del alumnado, que ve necesario el ahorro del agua, pero no encuentra problema en cambiar de teléfono móvil cada dos años sin conocer si se reciclan o no los materiales empleados.

A fin de concienciar al alumnado sobre la importancia de los recursos geológicos y su uso sostenible, y de utilizar este enfoque para favorecer la motivación por el estudio de las ciencias de la Tierra se realiza la siguiente experiencia el primer día de docencia del bloque de geología.

En primer lugar, se pregunta a los alumnos, para que discutan en clase, qué aspectos relacionados con la sostenibilidad les parecen importantes. Siempre hablan del uso del agua y de los combustibles fósiles como fuentes de energía, pero en general nunca se plantean la procedencia de los materiales de uso común. A continuación, deben citar los materiales que les rodean en el aula-laboratorio, empezando por suelos y paredes. Aparecen los ladrillos de cerámica, el cemento, el yeso, el vidrio el hierro y el aluminio.

Tras ser citado cada uno de los materiales, se les pregunta cómo y a partir de qué se confeccionan, su abundancia, los problemas que ocasiona su explotación y eliminación y si son o no reciclables. Curiosamente, excepto en el caso de la cerámica, de la que conocen que procede del “barro” cocido (no de un grupo de minerales que forman la arcilla), desconocen el origen de la mayor parte de los materiales de construcción, su abundancia y los procesos de fabricación. Se les hace ver que mayoritariamente proceden de rocas, que en general son abundantes, y cuya eliminación, bien gestionada, no debería provocar graves problemas ambientales, aunque sí lo hace su explotación y la producción del material (impacto ambiental, gasto energético elevado, contaminación, etc.).

El hierro y el aluminio suponen que provienen de una roca o un mineral, sin más datos, desconocen su abundancia o cómo se obtienen y si se reciclan por su rareza o por el coste energético de su obtención. Se les indica que estos son los últimos materiales abundantes que les rodean, y se les comenta que la diferencia de precio de ambos metales se debe a la gran cantidad de energía necesaria para obtener el aluminio a partir de bauxita, que disminuye drásticamente si se recicla. El último metal que observan en la clase es el cobre de las tuberías. A partir del conocimiento que tienen del problema de los robos de cobre, se les informa de que posiblemente ya se han agotado más del 50 % de las reservas y se les explica que cuanto más escasas son las reservas, más difícil resulta la extracción y mayor es el impacto ambiental.

A continuación, se analizan los objetos que se encuentran en la clase, como ordenadores y teléfonos móviles y se intenta que descubran los materiales que los forman. Aparece el uso del plástico procedente del petróleo y los componentes electrónicos, que incluyen metales como el plomo, níquel, plata, indio, platino, oro, paladio, niobio o tántalo, todos ellos rarísimos y cuyas reservas útiles podrían agotarse en décadas. Se les propone que busquen datos sobre el uso, procedencia y reservas de elementos tecnológicos y se les recuerda que, a diferencia de los compuestos, los elementos no se pueden fabricar, por lo que dependemos totalmente de las reservas existentes en nuestro planeta.

Se les propone que, puesto que los metales no son un recurso renovable, planteen formas de seguir disponiendo de ellos en el futuro o hipótesis de lo que sucedería si se agotan. Rápidamente llegan a la conclusión de que la única solución posible es la recuperación y reciclaje de los metales utilizados, y adquieren conciencia de la importancia del conocimiento para tomar medidas efectivas en

favor de la sostenibilidad. Para documentar el debate y el trabajo se les proporciona bibliografía sobre el tema.

La actividad descrita no se evalúa formalmente, como materia dentro del programa de la asignatura, ya que su finalidad es, por una parte, generar interés por el conocimiento de la Geología y, por otra, adquirir consciencia sobre la importancia de fomentar la sostenibilidad de los materiales geológicos. Hay que tener en cuenta que al inicio de la asignatura gran parte de los alumnos muestran un gran desconocimiento sobre qué es un mineral o una roca y sus posibles usos (Duran y Puigcerver, 2017) por lo que ni se plantean la sostenibilidad de estos materiales. Tras la actividad, que es de las que genera más debate y participación por parte de los estudiantes, estos no solo muestran una mayor implicación en la conservación de los recursos minerales, sino también un interés mucho mayor hacia las ciencias de la Tierra y su difusión.

Didáctica de la materia, la energía y la interacción (DMEI)

En esta asignatura obligatoria de segundo curso, los aspectos de sostenibilidad se han tratado de una manera integrada, tanto en la parte de química, como en la de física. A lo largo de la asignatura, se ha trabajado expresamente el concepto de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar), los principios más importantes de la química verde, los ods que guardan relación directa con la química y la física, el cambio climático, el *smog*, las partículas en suspensión y el impacto ambiental de cada central generadora de electricidad.

La primera propuesta sobre sostenibilidad se hace desde las primeras sesiones de la asignatura. Consiste en que el alumnado ha de construir colaborativamente (en grupos pequeños y posteriormente consensuar como grupo-clase) una propuesta de los apartados que se han de incluir en el informe de prácticas para utilizar en sus futuras sesiones con alumnado de 6 a 12 años. Los aspectos en los que han coincidido en los últimos cursos las propuestas de los futuros docentes son los residuos generados y la contaminación. El alumnado toma así conciencia de la huella ambiental que suponen diferentes cuestiones relacionadas con las prácticas indagativas propuestas a la infancia. Por ejemplo, algunos aspectos tratados han sido: la elección del material, la posibilidad de reutilización y reciclaje de los residuos y las cantidades de producto dispensadas para la realización de las actividades prácticas, entre otras.

El segundo planteamiento que tiene que ver con la sostenibilidad, se centra en el bloque de contenidos relacionado con la energía (abarcando tanto el proceso de generación como el de su transformación transferencia o transporte, y el rendimiento energético de un determinado proceso). El alumnado dispone en el laboratorio de modelos simplificados de generación de energía eléctrica: térmica, eólica, hidráulica, etc. y con la ayuda de los diagramas de Sankey se visualiza e identifica más fácilmente la degradación y pérdida de la energía al ambiente, así como las emisiones de contaminantes al aire, agua y suelo. En el debate de los

impactos ambientales de las centrales generadoras de electricidad, se trabaja también con la ayuda de las denominadas *concept cartoons* o viñetas conceptuales (Jiménez, 2016). Este tipo de actividades permite que el alumnado analice y debata sobre las ventajas e inconvenientes ambientales de cada tipo de central generadora, así como los impactos ambientales asociados (gases, partículas, ruido, efluentes al agua, residuos...), fomentándose así los debates sobre cuestiones sociales controvertidas (Domènech, 2019).

Además, se pidió a nuestro alumnado sostenibilizar las prácticas de laboratorio de la asignatura y proponer modificaciones que las hicieran más sostenibles. En algunos casos las propuestas que hacían no iban más allá de aplicar algunos de los principios más obvios de la química verde a las prácticas de química, como reducir la escala del experimento (menor consumo de reactivos y, por tanto, menor generación de residuos). Pero a través de indagaciones y búsqueda de información realizaron propuestas más interesantes, como cambiar el tipo de rotuladores en una práctica de separación de su tinta por cromatografía de papel y usar rotuladores de base acuosa, para que la fase móvil de dicha cromatografía pudiese ser agua en lugar de mezclas acuosas con etanol o acetona o, en una práctica de circuitos eléctricos, proponer cambiar las pilas de petaca por fuentes de alimentación.

Por último, durante el curso 2020-2021 se ha introducido una modificación en un trabajo grupal, de exploración de ideas previas de niños y niñas de primaria, que debe realizar nuestro alumnado (Pipitone et al., 2016). En este trabajo, que se realiza entrevistando a tres estudiantes de primaria, de entre 6 y 12 años, nuestro alumnado tiene que llevar a cabo una serie de actividades iniciales para explorar sus ideas previas y tener previstas otras actividades para provocar el cambio conceptual. En el informe que entregan, a partir de este curso, tienen que indicar expresamente los elementos de sostenibilidad que han tenido en cuenta a la hora de llevar a cabo las actividades, por sencillos que sean (por ejemplo, han aparecido aspectos como “hacer la entrevista por la mañana, en un lugar soleado, para evitar tener que encender la luz” o “el azúcar que utilizaremos en la actividad tendrá el sello de comercio justo”) y este aspecto se evalúa expresamente en uno de los ítems de la rúbrica de evaluación de dicho trabajo.

La valoración cualitativa de las actividades realizadas es en general positiva, tanto por parte del alumnado como del profesorado. El alumnado muestra motivación e interés frente a las propuestas didácticas para identificar los efectos ambientales de sus decisiones cotidianas, así como en las decisiones profesionales que deberán tomar cuando trabajen en las escuelas. Se constata en esta actividad una necesidad de alfabetización ambiental, ya que la mayor parte del alumnado desconoce algunas de las consecuencias ambientales de sus decisiones como individuos y como futuros docentes.

Enseñanza de las ciencias fuera del aula (ECFA)

El abordaje de la sostenibilidad en esta asignatura optativa de cuarto curso es bastante peculiar, ya que se trata de una asignatura basada en las salidas al cam-

po. Nos centraremos en una de ellas, la que se desarrolla en el parque natural de Collserola, situado en la periferia de la ciudad de Barcelona, y que tiene entre sus objetivos principales el estudio del impacto de la actividad humana en una zona de bosque mediterráneo y la sostenibilidad del medio natural en las proximidades de zonas urbanas.

Durante el recorrido se observan zonas de bosque relativamente bien preservado, otras que han sufrido incendios en diferentes épocas y los medios que se emplearon para favorecer su recuperación, zonas cercanas a áreas habitadas en las que se ha talado el sotobosque como medida para la prevención de incendios, zonas degradadas por la invasión de especies vegetales exóticas muy agresivas como el ailanto, y otras en las que la actividad humana (como el uso de bicicletas de montaña) ha provocado la erosión del suelo y la degradación de la vegetación.

En cada una de las áreas se comenta y discute con el alumnado los aspectos más relevantes relativos al impacto provocado por la actividad humana en el medio natural, las posibilidades de revertirlo y las posibles medidas orientadas a la prevención y conservación.

Tras la salida, nuestros alumnos, organizados en pequeños grupos, realizan un trabajo de síntesis a partir de las observaciones realizadas, basadas en los datos, evidencias y muestras que han recogido a lo largo del recorrido, y proponen medidas y posibles soluciones a los problemas ambientales que han detectado, y su posible aplicación en otras zonas. En la evaluación del trabajo se tiene en cuenta el número y precisión de los datos recabados, el rigor de las observaciones, los conocimientos adquiridos sobre el tema y la coherencia de las propuestas.

Valoración global

Como valoración de las distintas experiencias mencionadas, lo primero que deseamos destacar es la necesidad de que los futuros docentes sepan conectar la sostenibilidad con la realidad y la vida cotidiana de su alumnado, para que comprendan que, en cada acción y decisión que tomen debería haber un criterio de sostenibilidad y que esta se fomenta con acciones dentro del aula. Las experiencias que hemos presentado en este trabajo muestran que vincular los criterios de sostenibilidad a diversas asignaturas ayuda a que los estudiantes comprendan su importancia en la educación durante la infancia, facilita su futura labor como docentes de educación primaria o infantil y les hace ver que solo así se puede lograr un cambio de actitud en la ciudadanía que potencie la sostenibilidad.

Las diferentes experiencias descritas coinciden en que la incorporación de los criterios de sostenibilidad en los programas de la formación inicial de maestros no debería ser una cuestión puntual, sino que debería impregnar todas las esferas de la escuela y del currículum. Por ello, la sostenibilización del currículum que presentamos utiliza diferentes estrategias: la incorporación de la sostenibilidad desde los contenidos a enseñar (como en AECN, MADS, DMEI y ECFA), el uso

de metodologías activas e innovadoras (como AD y ECFA), la introducción de la evaluación formativa (como en AD) y la participación del estudiante con competencias para dialogar y ser crítico y creativo (transversal en todas las experiencias). La diversidad de propuestas aquí descritas muestra que podemos incorporar aspectos de sostenibilidad en ámbitos muy diversos y en los diversos niveles de formación inicial de docentes.

La solución a los problemas ambientales locales y mundiales pasa ineludiblemente por la formación inicial de los docentes y la educación científica y para la sostenibilidad de la sociedad del mañana. La relación entre las consecuencias ambientales de la toma de determinadas decisiones y la denominada alfabetización científica es inequívoca. Las escuelas son, por tanto, uno de los mejores lugares donde se puede educar la mirada crítica y sostenible de los futuros dirigentes del planeta y la ciencia escolar ha de ayudar a formar a una ciudadanía implicada y responsable social y ambientalmente.

Referencias

Asamblea General de las Naciones Unidas (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperado el 16 de marzo de 2021, de: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>

Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

CRUE (2012). Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el currículo. Recuperado de: <http://angelsull.es/sostenibilidad/wp-content/uploads/2013/04/Directrices-Sostenibilidad-curriculum-CRUE.pdf>

Domènech, J. (2019). *Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs pràctics i Controvèrsies. 28 propostes i reflexions per ensenyar Ciències*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat.

Duran, H. y Puigcerver, M. (2017). Análisis de conceptos de los estudiantes de Magisterio acerca de los minerales y algunas estrategias para mejorar su comprensión. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25 (3), 341-352.

Henckens, T. (2021). Scarce mineral resources: Extraction, consumption and limits of sustainability. *Resources, Conservation and Recycling*, 169, 105511.

Jiménez, G. (2016). Los *Concept Cartoons* en estudiantes de Magisterio: una experiencia innovadora de aprendizaje cooperativo. En J. L. Bravo Galán (ed.), *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 49-56). Badajoz: Universidad de Extremadura y APICE.

Ministerio de Educación (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (BOE del 30 de diciembre), para la mejora de la calidad educativa (LOMLOE).

ONU (1993). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development. Río de Janeiro, 3-14 June 1992. Volume I*. Nueva York: United Nations.

Pipitone, C., Caminal A., Marchán, I., García, A., Magarzo, M., Guitart, J. y Sánchez, N. (2016). Las actividades dialógicas e interactivas en el aula de ciencias: una herramienta útil para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. En J. L. Bravo-Galán (ed.), *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 345-352). Badajoz: Universidad de Extremadura y APICE.

Revuelta, M. (2017). *Mineral resources: from exploration to sustainability assessment*. Cham: Springer International Publishing, AG.

Siraj-Blatchford, J. y Pramling Samuelsson, I. (2016). Education for sustainable development in early childhood care and education: An introduction. En J. Siraj-Blatchford, C. Mogharreban y E. Park (eds.), *International research on education for sustainable development in early childhood* (pp. 1-16). Londres: Springer International Publishing.

UNESCO (2014). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. París: UNESCO.

UNESCO (2015). *Rethinking Education: Towards a global common good?* París: UNESCO.

Valero, A. (2012). *Evaluación del agotamiento del capital mineral de la tierra. Más allá del cambio climático*. Zaragoza: Ed. Universidad de Zaragoza.