



«Reinventar tu ciudad»: aprendizaje basado en proyectos para la mejora de la conciencia ambiental en estudiantes de Secundaria

«Reinvent your city»: project-based learning for the improvement of environmental awareness in secondary school students

Joaquín Ayerbe López
IES Francisco Ayala. Granada. España.
juaky_40@hotmail.com

F. Javier Perales Palacios
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Granada. España.
fperales@ugr.es

RESUMEN • Existe un consenso generalizado en cuanto a los beneficios pedagógicos que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) puede producir entre el alumnado; por ello dicha metodología se presenta como susceptible de ser utilizada como herramienta para generar una mejora de la conciencia ambiental de los estudiantes de Secundaria. La presente experiencia tiene como objetivo principal analizar la efectividad del ABP en este sentido. Para ello, se diseñó e implementó un proyecto ambiental para 4.º de Educación Secundaria Obligatoria y se aplicó un pretest y un posttest para analizar la evolución de la conciencia ambiental del alumnado tras la aplicación del proyecto. Dicho proyecto se desarrolló de forma adecuada, se generaron productos finales satisfactorios y se observó una mejora en los niveles de conciencia ambiental del alumnado tras su finalización.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje basado en proyectos; Aprendizaje cooperativo; Educación ambiental; Conciencia ambiental; Educación Secundaria.

ABSTRACT • There is general consensus regarding the pedagogical benefits that project-based learning (or PBL) may produce among students; that is why this methodology is presented as a suitable tool to make improvement on environmental awareness among high school students. The main objective of this experience is hence to analyze the effectiveness of PBL. To this end, an environmental project for the fourth course of compulsory Secondary Education was designed and implemented, and a pre-test and a post-test were later applied so as to analyze the evolution of the environmental awareness among students after the application of the project. The project was developed in an appropriate way and good outcomes were produced; moreover, there was a notable improvement in the levels of environmental awareness after the study was completed.

KEYWORDS: Project-based learning; Cooperative learning; Environmental education; Environmental awareness; Secondary Education.

Recepción: octubre 2018 • Aceptación: febrero 2019 • Publicación: junio 2020

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas se han ido abriendo paso estrategias alternativas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general, y de la educación ambiental (en adelante EA) en particular, como reacción a los métodos tradicionales, pero también como concreción de las orientaciones constructivistas para la enseñanza (Perales y Ayerbe, 2016).

Una de dichas metodologías es el ABP. Existe un amplio consenso sobre su utilidad, pero a pesar de ello la bibliografía relativa a su funcionalidad y a experiencias reales es todavía escasa (Tórrego y Méndez, 2018), entre otras razones debido a las dificultades pedagógicas y técnicas de su aplicación, a la inercia existente en el uso de metodologías de carácter tradicional, así como a la presión por cumplir con el currículo prescrito, lo que dificulta una mayor implantación de aquella. Es por tanto necesario poner a prueba esta metodología para conocer mejor su funcionamiento y posibilidades, sobre todo en contextos educativos formales de nuestro país, donde apenas se contabilizan experiencias contrastadas.

Algunos estudios han mostrado evidencias de la eficacia del ABP (Prince y Felder, 2006; Díaz y Muñoz, 2006; Han, Capraro y Capraro, 2015), en contraste con las metodologías de corte más tradicional y de carácter eminentemente directivo (Mergendoller, Maxwell y Bellisimo, 2006; Tandogan y Orhan, 2007). En cualquier caso, el ABP se presenta como una alternativa innovadora que puede abarcar también áreas tradicionalmente consideradas transversales al currículo, como es la EA.

Sin lugar a dudas, puede afirmarse que el ser humano y sus acciones ejercidas sobre el entorno son los responsables, en un grado elevado, de la actual situación de degradación ambiental (Fernández, 2011). La mayoría de las acciones antrópicas conllevan consecuencias perjudiciales para el medio ambiente, de ahí la importancia de la EA como elemento clave para la consecución de ciudadanos conscientes de la necesidad de mantener las condiciones ambientales de nuestro entorno dentro de unos márgenes aceptables (Gutiérrez-Pérez y Pirrami, 2011). Debido a esto, desde hace décadas se promueve la EA en todos los ámbitos de la sociedad, siendo la educación formal una de las vías comúnmente utilizadas para generar un mayor nivel de conciencia ambiental e incrementar el número de conductas de carácter proambiental.

Así pues, en el presente estudio se pretende analizar cómo interactúan los dos enfoques educativos comentados (ABP y EA) en el ámbito de la etapa de Secundaria mediante su implementación en el aula. La intención de este trabajo no es contrastar empíricamente su posible éxito frente a metodologías tradicionales, sino describir el proceso seguido y mostrar algunos resultados derivados de este.

MARCO TEÓRICO

ABP: antecedentes

Según Jones, Rasmussen y Moffit (1997), el ABP constituye un conjunto de tareas basado en la resolución de preguntas y/o problemas que implican al alumnado en el diseño y planificación del aprendizaje, en la toma de decisiones y en procesos de investigación, dándole la oportunidad de trabajar de forma autónoma y culminando con la realización de un producto final presentado ante una audiencia. Como se entrevé, en el ABP el papel del profesor y del alumnado dista bastante del actual; este último busca soluciones a problemas, genera preguntas, diseña planes, recopila datos, establece conclusiones, expone sus resultados y crea un producto final (Blumenfeld et al., 1991). Según Thomas (2000), los proyectos deben ser el centro del currículo, no algo periférico. Es necesario destacar que el ABP no debe ser algo que se realice como colofón a una determinada unidad didáctica, sino el eje vertebrador mediante el cual se lleve a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Larmer y Mergendoller, 2010).

Haciendo balance entre las virtudes y los puntos débiles de esta metodología, hay que decir que son numerosos los estudios que afirman la existencia de una serie de ventajas en el uso del ABP; en relación con el aprendizaje incluyen:

- El desarrollo de habilidades y competencias tales como colaboración, planificación, comunicación, toma de decisiones y gestión del tiempo (Dickinson et al., 1998).
- El incremento de la motivación. Se registra un aumento en la asistencia, mayor participación, mejor disposición para realizar las tareas, mayor retención de conocimientos y habilidades (Bottoms y Webb, 1998).
- Según Willard y Duffrin (2003) se mejora la satisfacción con el aprendizaje y la preparación de los estudiantes para afrontar situaciones reales.
- Obtención de mejores calificaciones, desarrollo de habilidades de aprendizaje autónomo y mejora del recuerdo de lo aprendido durante un periodo de tiempo prolongado (Mioduser y Betzer, 2007).

No obstante, hay también que señalar que, en los estudios, se hace referencia a algunas debilidades que presenta la implementación del ABP: pérdida eventual de la motivación del alumnado o deficiencias en los proyectos debido a lo complejo y sistemático de esta metodología, así como dificultades a la hora de su implementación (Gutiérrez-Peréz y Pirrami, 2011; Sánchez, 2013; Sulaiman, y Shamsa, 2014).

La EA en la Educación Secundaria

Durante las últimas décadas han sido muchos los esfuerzos encaminados a la consecución de un aumento en la conciencia ambiental en todos los niveles sociales de nuestro país (Novo y Bautista-Cerro, 2012). La cuestión es ¿qué agentes han llevado a cabo dicha sensibilización y cómo la han desarrollado? En muchas ocasiones, la EA que recibe la ciudadanía proviene de fuentes informales, como pueden ser los medios de comunicación (Perales, 2010) o incluso la propia transmisión popular de conocimientos e ideas. No obstante, suele ser habitual que las ideas previas que los ciudadanos tienen sobre diversas temáticas ambientales sean erróneas o incompletas, lo que genera dudas, deducciones inadecuadas o conceptos que carecen de base científica. Esto dificulta que se desarrolle una conciencia ambiental satisfactoria que suponga que la persona en sí se transforme en un agente de cambio.

Todo lo anterior justifica el hecho de que la EA sea impartida o dirigida por agentes adecuados y en momentos precisos en los centros educativos. En este sentido, todo parece indicar que el agente adecuado para desarrollar dicha tarea es el profesorado y el momento el de las etapas de Primaria y ESO, en las que los alumnos interiorizan más fácilmente los conocimientos adquiridos. Actualmente, la integración de la EA en el currículo de Secundaria y Bachillerato se produce de forma directa en las materias más afines a esta, tales como Biología y Geología (1.º, 3.º y 4.º de ESO), Cultura Científica (1.º Bachillerato) y Ciencias de la Tierra y Medioambientales (2.º Bachillerato) y, por otro, indirectamente debiera ser incluida como eje transversal a todas las materias.

Interacción entre ABP y EA

Una vez que ha quedado establecida la necesidad de abordar la EA en los centros educativos surgen varias preguntas: ¿cómo la desarrollamos? o ¿qué metodología podemos utilizar? En el presente estudio hemos descartado las metodologías tradicionales, apostando por pedagogías más innovadoras, de desarrollo lento, críticas, inclusivas y no directivas, como es el caso del ABP.

Una vez llevada a cabo una revisión bibliográfica específica, se observa una escasa existencia de estudios que conecten la EA y el ABP. Este hecho se acentúa más si nos referimos a nuestro país. Si ampliamos algo más nuestra búsqueda sí que encontramos aproximaciones sobre esta temática en otros contextos educativos. Un factor común en dichos estudios suele ser la buena acogida de dicha metodología por parte del alumnado (Gutiérrez-Pérez y Pirrami, 2011; Torres, Prieto y Vasconcelos, 2013). La motivación que despierta en dicho colectivo es la antesala del aprendizaje significativo y conlleva una mayor interiorización de lo aprendido. Por otro lado, dichos estudios sugieren la idoneidad de aplicar el ABP de forma simultánea en varias materias (Gutiérrez-Pérez y Pirrami, 2011; Sulaiman y Shamsa, 2014). Es decir, el ABP parece ser una metodología que facilita el currículo integrado y, en concreto, el desarrollo de proyectos interdisciplinares que resultan ser tan adecuados a la EA (debido a su carácter multidisciplinar). También se muestran evidencias que señalan que dicha metodología parece ser más eficiente cuanto más motivador es el producto final al que se enfrenta el alumnado (Sulaiman y Shamsa, 2014). Finalmente existen estudios que afirman que la utilización de metodologías de ABP son más eficientes que las tradicionales en el campo de la EA (Gutiérrez-Pérez y Pirrami, 2011; Lupión y Prieto, 2014; Sulaiman y Shamsa, 2014, Bermúdez, 2016).

Existe, por tanto, una necesidad de mejora en las propuestas de la EA, ya que la eficiencia de las metodologías tradicionales parece tener un alcance más limitado. En el presente estudio se trata por tanto de introducir una metodología innovadora que motive al alumnado y que lo convierta en un agente más activo dentro del proceso de aprendizaje, alcanzando un aprendizaje significativo y, por consiguiente, una interiorización de dichos aprendizajes. Esto último resulta esencial para incrementar el nivel de conciencia ambiental.

OBJETIVOS

El objetivo general del estudio fue determinar si el ABP se muestra o no como una metodología eficiente para generar un incremento de la conciencia ambiental en el alumnado de la ESO.

Como consecuencia de lo anterior se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Adaptar el ABP a un curso concreto de Educación Secundaria.
- Conocer el impacto y las implicaciones didácticas que supone para el alumnado.
- Evaluar dicha metodología de cara a una adecuación futura a otros contextos.

A pesar del carácter preferentemente descriptivo del trabajo, hemos incorporado también un diseño pretest-postest aplicado al grupo clase con el fin de dar mayor validez a los resultados del ABP.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y METODOLOGÍA

Contexto

La aplicación del proyecto ambiental se llevó a cabo en un instituto público de Educación Secundaria de Granada capital durante el curso académico 2016-2017. Este centro se encuentra en un barrio cercano a la zona centro y a él acuden en su mayoría alumnos de familias de clase media. Tradicionalmente los resultados obtenidos en el centro han estado por encima de la media de los institutos de la ciudad. El centro oferta enseñanzas de ESO, Bachillerato (bilingüe-inglés) y formación profesional, y cuenta en total con unos 700 alumnos.

Muestra

La muestra (N = 26) la conforman 14 alumnos y 12 alumnas de 4.º de ESO. Se trata de un grupo íntegro de ciencias con la materia de Biología y Geología como optativa. El perfil del alumnado es medio-alto, presentándose buenos resultados en la evaluación inicial realizada al comenzar el curso. No había repetidores.

Temática

La temática central del proyecto es el medio ambiente urbano. Actualmente, son muchos los problemas ambientales que se presentan en las grandes urbes. El proyecto se centró en aquellos parámetros que podían ser abordables por el alumnado; debían por tanto reunir las siguientes características:

- Fácil acceso a datos o recogida de medidas directas u observaciones.
- Sencillos en su comprensión.
- De influencia directa en cuanto a su contribución al estado del medio ambiente de la ciudad.
- De interés por su relación con aspectos de la vida cotidiana como la salud, el tiempo libre, etc.

Teniendo en cuenta estos requisitos, se seleccionaron cinco factores ambientales:

- Contaminación acústica.
- Contaminación atmosférica por gases.
- Situación de los ríos a su paso por la ciudad.
- Superficie de parques urbanos y estado de estos.
- El turismo como agente intensificador de los anteriores.

Para poder estudiar y comprender mejor dichos factores ambientales fue necesario profundizar en determinados conceptos relativos a la ecología, como la estructura de los ecosistemas (urbano especialmente) y sus componentes (comunidad, biotopo, hábitat, nicho ecológico, etc.). Además, se trabajaron conceptos relacionados con el medio ambiente como el de contaminación, nivel de inmisión, etc.

Currículo implicado

Con el proyecto ambiental implementado se desarrollaron elementos curriculares pertenecientes a tres de las materias impartidas en 4.º de ESO, predominando la Biología y Geología (Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato) (tabla 1).

Tabla 1.
Elementos curriculares desarrollados por materias

Biología y geología <i>Bloque: Ecología y medio ambiente</i>		
<i>Contenidos</i>	<i>Estándares de aprendizaje</i>	<i>Criterios de evaluación</i>
Estructura y componentes de los ecosistemas. Relaciones tróficas. Hábitat y nicho ecológico. Impactos de las actividades humanas en el medio ambiente. La superpoblación y sus consecuencias. Los recursos naturales y sus tipos. Consecuencias ambientales del consumo humano de energía. Técnicas para conocer el grado de contaminación y depuración del medio ambiente.	Reconoce los factores ambientales, valorando su importancia. Analiza las relaciones entre biotopo y biocenosis. Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas. Compara las consecuencias en la gestión sostenible de algunos recursos. Argumenta sobre las actuaciones humanas y su influencia sobre los ecosistemas. Defiende y concluye sobre posibles actuaciones para la mejora del medio ambiente. Destaca la importancia de las energías renovables para el desarrollo sostenible.	Categorizar los factores ambientales y su influencia sobre los seres vivos. Reconocer el concepto de factor limitante y tolerancia. Contrastar actuaciones humanas sobre diferentes ecosistemas, valorar su influencia y argumentar actuaciones para evitar su deterioro.
Geografía e Historia <i>Bloque: La revolución tecnológica y la globalización a finales del siglo XX y principios del XXI</i>		
<i>Contenidos</i>	<i>Estándares de aprendizaje</i>	<i>Criterios de evaluación</i>
La globalización económica. Las relaciones interregionales en el mundo, los focos de conflicto y los avances tecnológicos.	Busca en la prensa noticias de algún sector con relaciones globalizadas y elabora argumentos a favor y en contra.	Definir la globalización e identificar algunos de sus factores. Reconocer el impacto de estos cambios a nivel local.
Lengua Castellana y Literatura <i>Bloque: Comunicación oral: escuchar y hablar</i>		
<i>Contenidos</i>	<i>Estándares de aprendizaje</i>	<i>Criterios de evaluación</i>
Observación y comprensión del sentido de debates, entrevistas y aplicación de las normas básicas de la comunicación. Conocimiento y uso de estrategias para la producción de textos orales. Estrategias para hablar en público.	Reconoce y asume las reglas de interacción e intervención en debates u otro intercambio comunicativo. Interviene y valora su participación en actos comunicativos orales. Conoce el proceso de producción de discursos orales valorando la claridad, la adecuación, la coherencia, así como la cohesión de los contenidos. Realiza presentaciones orales.	Aprender a hablar en público de forma individual o en grupo. Conocer, comparar, usar y valorar las normas de cortesía en las intervenciones orales.

DESARROLLO

Se siguió la secuencia de la figura 1 para alcanzar una visión más cercana de la situación del medio ambiente urbano y plantear al alumnado una situación problemática real.

Tras presentar la pregunta guía, se abrió un turno de palabra para debatir sobre cuál era su opinión acerca de la situación del medio ambiente de su ciudad. Se levantó acta de dicho debate.

A continuación, el profesor realizó la exposición de una serie de noticias aparecidas en medios de comunicación de ámbito local. Con esto se pretendía que quedara claro que el problema que se les presentaba era real y cercano.

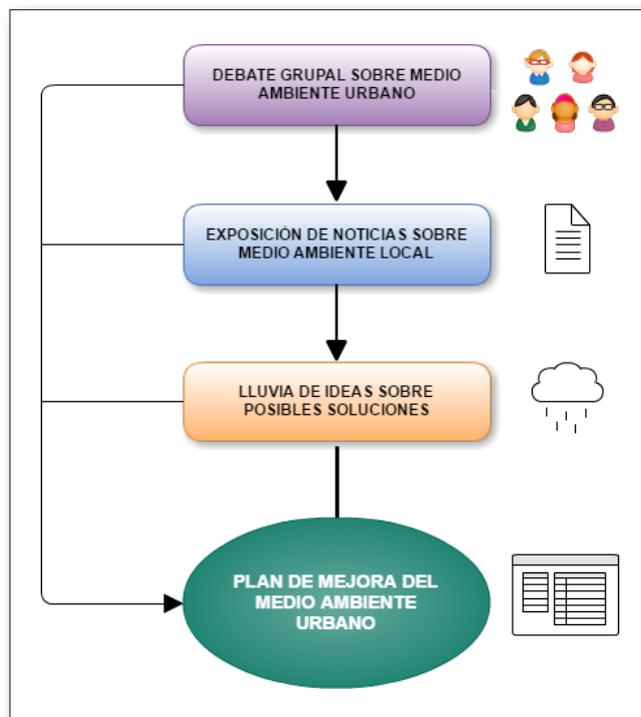


Fig. 1. Secuencia de acontecimientos en el evento de entrada.

Por último, se llevó a cabo una lluvia de ideas con el objetivo de ir determinando cuáles deberían ser las medidas que implementar para mejorar la situación ambiental. Esta dinámica condujo al alumnado a la idea de realizar un plan de mejora del medio ambiente urbano de la ciudad de Granada.

Pregunta guía

Debe ser el hilo conductor del evento de entrada y se ha de tener presente durante el desarrollo del proyecto; en el caso que nos ocupa fue: ¿Es Granada una ciudad habitable?

Reto o problema central del proyecto

En cuanto al problema que finalmente se le planteó al alumnado se podría sintetizar en otra pregunta: ¿Cómo podemos mejorar el medio ambiente urbano de Granada? Tras la lluvia de ideas mantenida en el evento de entrada se debe haber llegado a la conclusión de que es necesario realizar un plan de mejora del medio ambiente urbano que englobe todos los problemas relacionados con el medio ambiente urbano.

Antes de comenzar

Una vez que se alcanzó un grado de conciencia ambiental adecuado para afrontar el reto con garantías, se pasó a detallar determinadas características del proyecto. Para ello se clarificaron los siguientes elementos:

- a) Agrupación: se constituyeron grupos de cuatro componentes (figuras 2 y 3) según los criterios previos establecidos por el profesor (compatibilidad, paridad, homogeneidad entre grupos y heterogeneidad dentro de grupos) y acuerdos con el trabajo en grupos cooperativos. Todos los grupos firmaron un contrato de compromiso para el trabajo en equipo.
- b) Trabajo cooperativo: se explicaron al alumnado determinadas nociones básicas tales como los diferentes roles (en nuestro caso coordinador/a, secretario/a, portavoz y controlador/a) y el reparto de responsabilidades.



Figs. 2 y 3. El alumnado se distribuyó en grupos cooperativos de cuatro miembros cada uno a lo largo de todo el proyecto.

- c) Evaluación: se utilizaron rúbricas específicas para cada apartado (a disposición del alumnado); los diferentes aspectos que se debían tener en cuenta fueron:
 - Portfolio: incluyó todos los documentos elaborados, actividades, información, datos procesados, etc.
 - Actividades: como la elaboración de un glosario ambiental, trabajos monográficos sobre algún aspecto concreto, exposiciones, actividades sobre conceptos relativos a la ecología y el medio ambiente, etc.
 - Diario de aprendizaje: en él anotaban sus reflexiones acerca de su propio aprendizaje a lo largo del proyecto.
 - Aprendizaje cooperativo: se evaluó el funcionamiento y rendimiento mostrado por los grupos.
 - Productos finales: tanto el documento final escrito como su defensa.

Tareas realizadas

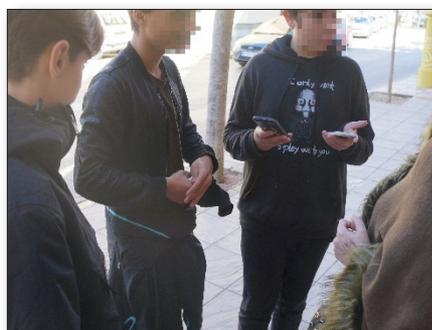
La profundidad en el desarrollo y el resultado final de cada una de las tareas que se propusieron fueron flexibles. En la tabla 2 se muestran las tareas que se encomendó al alumnado y que tuvo que realizar cada grupo o individuo para la consecución de los objetivos del proyecto.

Tabla 2.
Descripción de las tareas que debía realizar el alumnado

<i>Tareas que realizar en el proyecto</i>	
Individuales	Grupales
1. Cumplimentar los cuestionarios inicial y final (determinación del nivel de conciencia ambiental). 2. Elaboración del glosario de términos de ecología y medio ambiente. 3. Completar el formulario de reflexión y evaluación del proyecto. 4. Elaboración de un portfolio. 5. Realización de un diario de aprendizaje. 6. Presentación en público de su parte del producto final.	1. Diagnóstico de la situación del medio ambiente (las actividades se describen en el siguiente epígrafe). 2. Elaboración del plan de mejora del medio ambiente urbano. 3. Elaboración de la presentación mediante el uso de TIC.

A continuación, se detallan algo más las tareas mostradas en la tabla 2.

- Profundización en conceptos básicos (glosario medioambiental): el alumnado empleó, en el seno de los grupos, un tiempo para el conocimiento de conceptos de ecología y medio ambiente.
- Diagnóstico del medio ambiente de la ciudad de Granada: su objetivo fue doble, por un lado, contrastar o reforzar la información que se había leído en los medios y las propias percepciones e ideas previas del alumnado. Por otro lado, se detectó de forma directa qué problemáticas existían y se buscaron posibles soluciones que se desarrollaron en el plan de mejora del medio ambiente (producto final). Esta tarea incluyó varias actividades consistentes en realizar un diagnóstico de los parámetros ambientales ya comentados, cada uno con su estudio independiente:
 1. Ecobarómetro de Granada: se elaboró una encuesta sobre la percepción que tiene la ciudadanía de Granada sobre el medio ambiente. Se aplicó a viandantes en diversos puntos de la ciudad (figuras 4 y 5). El alumnado obtuvo así información útil para la elaboración del plan de mejora del medio ambiente.



Figs. 4 y 5. Un grupo de alumnos entrevistan a viandantes en diferentes puntos de la ciudad.

2. Determinación de la contaminación atmosférica por gases mediante los puntos de detección que hay en la ciudad, bases de datos con los niveles de inmisión y con Apps de móvil que informan de la contaminación por gases en tiempo real. Se determinó qué gases presentan niveles de inmisión elevados y cuáles son las consecuencias para el medio ambiente y la salud.
3. Análisis de la contaminación acústica: el alumnado analizó los mapas de ruido existentes y realizó medidas directas de los niveles de ruido mediante el uso de aplicaciones de móvil y sonómetros (figuras 6 y 7).



Figs. 6 y 7. Toma de medidas con sonómetros en diferentes puntos de la ciudad.

4. Determinación de la superficie de parques y análisis de su calidad: se investigó cuál debe ser la superficie óptima. Se llevó a cabo un estudio sobre el terreno para conocer el estado y nivel de calidad ecológica de algunos parques urbanos.
 5. Análisis del estado de los ríos: se indagó para saber cómo debe ser un ecosistema ripario natural. Además, se determinaron *in situ* las condiciones ecosistémicas y medioambientales (presencia de vegetación y fauna, número de especies) de los dos ríos que atraviesan la ciudad.
 6. Análisis de las implicaciones ambientales de la industria del turismo: el alumnado buscó evidencias que demostraran si dicha actividad influye negativamente en los parámetros ambientales sobre los que se estaba trabajando.
- Elaboración de un plan de mejora del medio ambiente de la ciudad de Granada: en él se detallaron las medidas que se deberían implementar en cada uno de los sectores comentados partiendo del diagnóstico realizado. Fue supervisado por el profesor y por expertos en temática ambiental.
 - Confeccionar una presentación para la exposición del plan de mejora: se realizó una presentación, mediante el uso de las TIC, que se expuso ante una audiencia con conocimientos sobre la temática, como fue el alumnado de Educación Ambiental de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

Socialización rica

Una de las claves del proyecto fue su relación con el «mundo exterior» (personas y/o instituciones ajenas al centro educativo). Se produjeron las siguientes interacciones:

- Visita de expertos: al inicio del proyecto les visitaron los responsables del Programa Agenda 21 local de la ciudad; aportaron claves para el diagnóstico de la situación de los parámetros medioambientales que se debían analizar. También les visitó un experto de Ecologistas en Acción (figuras 8 y 9).



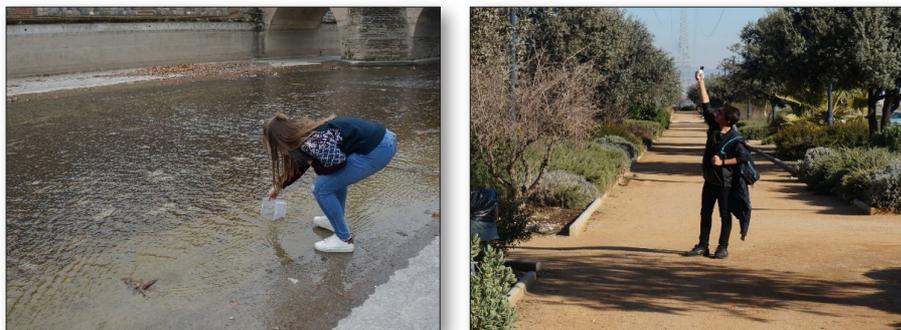
Figs. 8 y 9. Dos momentos de las charlas que recibió el alumnado por parte de expertos en medio ambiente.

- Salida al entorno urbano: se efectuó una salida a la ciudad para determinar la situación de los factores ambientales comentados. En esta salida se interactuó, por un lado, con ciudadanos (entrevistas) y, por otro, con entidades como la oficina de turismo y el propio Ayuntamiento (consultas).
- Presentación del producto final: se llevó a cabo ante el alumnado universitario referido.

Salida al entorno urbano

Los grupos realizaron una planificación de las diferentes actividades previstas. Fue uno de los momentos centrales del proyecto, a partir del cual se obtuvieron datos, evidencias y material gráfico esenciales para la elaboración del producto final. Los objetivos fueron:

1. Aplicar las encuestas elaboradas (ecobarómetro de Granada).
2. Realizar *in situ* el diagnóstico de los parámetros ambientales (figuras 10 y 11) ya indicados anteriormente.



Figs. 10 y 11. Alumnos tomando muestras del agua del río Genil (izquierda) y midiendo el nivel de inmisión acústica en un parque (derecha). Ambos momentos del día de la salida al entorno urbano.

3. Obtener un banco de datos, imágenes, audios, vídeos, etc., necesario para la elaboración del producto final.

Difusión del producto final

Consistió en una síntesis de los diferentes planes de mejora del medio ambiente urbano que había elaborado cada grupo. Se obtuvo un documento unitario representativo de toda la clase. En este proyecto se plantearon varias formas de difusión:

- La exposición de la presentación del producto ante el alumnado de la asignatura de Educación Ambiental del Grado de Educación Social de la UGR (figuras 12 y 13).
- Publicación de la experiencia y los resultados en la página web del centro.
- Publicación de algunos aspectos del plan de mejora llevado a cabo en la sección que la Agenda 21 local tiene en la página web del Ayuntamiento de la ciudad.



Figs. 12 y 13. Dos momentos de la exposición del producto final (plan de mejora del medio ambiente de Granada) en la Universidad de Granada ante alumnado de Educación Ambiental.

La figura 14 sintetiza las etapas del proyecto.

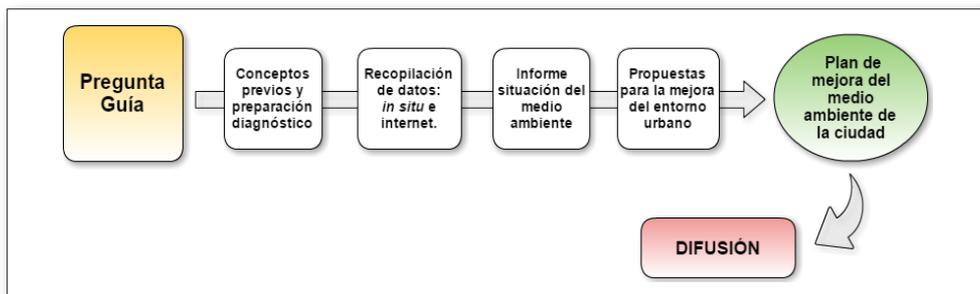


Fig. 14. Secuenciación de las diferentes fases de las que constó el proyecto.

Recursos utilizados

Este tipo de metodología es proclive a que se requiera una mayor tipología de recursos, tal y como se presentan en la tabla 3.

Tabla 3.
Recursos utilizados durante el proyecto

<i>Recursos</i>	
Equipamiento	Aula de clase, pizarra, pizarra digital, ordenadores portátiles, tablets y dispositivos móviles con conexión a internet.
TIC	<ul style="list-style-type: none"> – Herramientas de información: buscadores como Google; multimedia como YouTube, podcast, etc. – Herramientas de comunicación/colaboración: correo electrónico, Gmail, Hotmail, etc. Blogs, como Blogger. E-portfolios como Mahara. Anotaciones como Onenote. Plataforma educativa (Edmodo). – Herramientas de creación/edición: para textos Google Drive, por ejemplo. Presentaciones como Prezi, Powtown, etc.
Personas (<i>in situ</i>)	<ul style="list-style-type: none"> – Encuestados y encuestadas para la confección del ecobarómetro de la ciudad. – Contactos que se establecieron con expertos, como los técnicos de la Agenda 21 local o Ecologistas en Acción. – Alumnado de la asignatura de Educación Ambiental del Grado de Educación Social de la Universidad de Granada.
Otros	El entorno urbano, parques, ríos, servicios públicos de carácter informativo, etc.

En la tabla 4 se presentan las fases del proyecto y las sesiones dedicadas a cada una de ellas (de una hora).

Tabla 4.
Fases del proyecto descritas y duración en sesiones de una hora

<i>Fase</i>	<i>Descripción</i>	<i>Sesión(es)</i>
Evento de entrada y presentación del proyecto	Desarrollo de la introducción por parte del profesor. Explicación de las herramientas que usar y dinámica de trabajo.	2
Aprendizaje de conceptos	Desarrollo del glosario medioambiental. Sirvió para que el alumnado tomara contacto con la dinámica del proyecto (trabajo colaborativo, uso del portfolio, Edmodo, etc.).	4
Charla Agenda 21 local	Visita de las responsables del programa. El alumnado realizó las consultas oportunas para profundizar en el diagnóstico del medio ambiente y en la elaboración del plan de mejora.	1
Diagnóstico medio ambiente urbano	Los diferentes grupos concretaron la situación del medio ambiente en sus diferentes ámbitos.	4
Salida al entorno urbano	Actividades para la determinación <i>in situ</i> del estado de los factores ambientales en estudio (ríos, parques, ruido, etc.).	1 mañana
Charla Ecologistas en Acción	El alumnado profundizó en su conocimiento sobre los impactos locales y globales generados por la actividad humana.	1
Procesado de información y determinación del estado ambiental	El alumnado ordenó y procesó la información y concretó cuáles son las situaciones reales de los diferentes factores analizados.	2
Elaboración del producto final: plan de mejora del medio ambiente urbano	Confección del documento con las propuestas de mejora donde se recogieron los resultados y observaciones obtenidas.	5
Preparación de la presentación	Se elaboró mediante el uso de las TIC una presentación de 10 minutos. Puesta a punto para el día de la exposición.	4
Exposición de la presentación	Se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada ante los alumnos del Grado de Educación Social.	1
Total del proyecto		25

Métodos de observación

El objetivo de estas herramientas utilizadas no fue solo la evaluación del alumnado, sino conocer evidencias que mostraran cómo progresaba el proyecto, cuáles eran los puntos débiles o qué dificultades o problemas se estaban produciendo. Fueron las siguientes:

1. Diario de registro: datos y anotaciones. Observaciones generales, reflexiones, dificultades encontradas y cómo se les ha dado solución. Progreso del proyecto.
2. Debates en clase: anotación de las ideas principales que se defienden y conclusiones obtenidas.
3. Encuesta: tanto al inicio como al finalizar el proyecto. Contiene preguntas abiertas y otras de respuesta múltiple.
4. Discusión en grupo: intentar anotar cuáles son los temas más recurrentes de discusión en los diferentes grupos.
5. Lluvia de ideas: anotación de las ideas más representativas y con mayor significatividad.
6. Grabaciones o fotografías: para uso interno (para la presentación, por ejemplo) y como base para una mejora futura del proyecto.

Evaluación

La evaluación contó con varias herramientas de diversa tipología (tabla 5 y figura 15). Cada una de ellas se aplicó en diversos momentos a lo largo del proyecto y contribuyó a la obtención de la calificación. Todas estaban respaldadas por su correspondiente rúbrica. Se dividió la evaluación en dos tipos:

- Formativa: tuvo lugar durante la realización del proyecto.
- Del producto final: en este caso se valoró el producto elaborado y su exposición. Tuvo lugar al final del proyecto.

Además, se llevó a cabo una evaluación del proyecto por parte del profesor.

Tabla 5.
Diferentes herramientas utilizadas en la evaluación y aportación a la calificación

<i>Evaluación del proyecto</i>			
<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Momento</i>	<i>Calificación</i>
Formativa	Test inicial de conocimientos previos (individual)	Al inicio del proyecto	Informativo (0 %)
	Diario de aprendizaje: reflexiones, dudas, dificultades, decisiones tomadas, etc. (individual)	De forma continua	5 %
	Revisión del portfolio: recolección de los diferentes productos originados a partir de las tareas y actividades realizadas (individual)	En el ecuador del proyecto y al final	15 %
	Registro de actuaciones: llamadas realizadas, e-mails enviados, etc. (grupal)	De forma continua	Informativo (0 %)
	Rúbrica de aprendizaje cooperativo: para conocer cuál era el estado del funcionamiento del trabajo por equipos (grupal)	De forma continua	10 %
	Corrección de actividades: el profesor las planteó a lo largo del proyecto (individual)	De forma continua	10 %

Evaluación del proyecto			
Tipo	Descripción	Momento	Calificación
Producto final	Producto final escrito (documento): revisión del plan de mejora diseñado (grupal)	Al final	30 %
	Presentación oral: se valoró la exposición, el formato y su adecuación. La audiencia participó cumplimentando una rúbrica de la exposición (individual y grupal)	Al final	20 %
	Prueba tipo test de contraste: similar a la inicial, sirvió para ver el grado de avance en el conocimiento adquirido (individual)	Al final	10 %
	Autoevaluación y reflexión: el alumnado cumplimentó unos cuestionarios	Al final	Informativo (0 %)

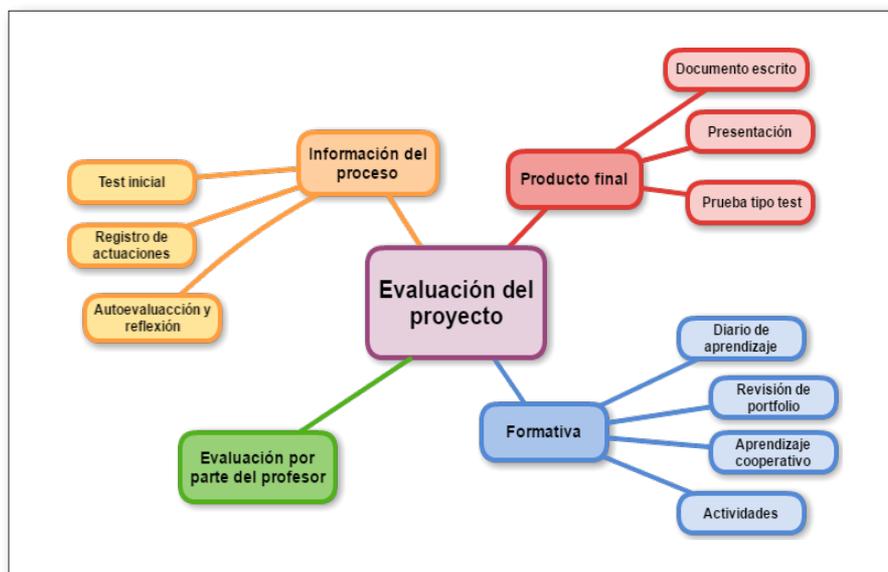


Fig. 15. Diagrama que muestra desglosadas las diferentes facetas de la evaluación realizada.

Recogida de datos

Durante el proyecto se recogieron una serie de datos encaminados a conocer detalles acerca de su funcionamiento. Para ello, se analizaron los diarios de aprendizaje del alumnado y se pasó una encuesta final sobre el desarrollo del proyecto, las dificultades y las preferencias. Asimismo, se pasó un breve cuestionario a la audiencia el día de la exposición del producto final.

Por otro lado, para determinar el nivel de conciencia del alumnado se pasó un test de conciencia ambiental validado (escala de Likert) con un total de 16 afirmaciones (Álvarez, de la Fuente, García y Fernández, 1999), tanto antes de la realización del proyecto (pretest) como tras la finalización de este (postest), siendo el valor máximo en la escala de 80 y el mínimo 16. Dicha escala presentaba dos tipos de afirmaciones (subescalas), unas encaminadas a determinar la conciencia en cuanto a la conservación del medio ambiente (9 afirmaciones; máx. = 45, mín. = 9) y otras cuyo objetivo era determinar la intención de conducta ambiental (8 afirmaciones; máx. = 40, mín. = 8). Los valores de la alfa de Cronbach para la confiabilidad de la escala fueron para el pretest 0,615 y para el postest 0,705, suficientes para una investigación de tipo exploratorio (Sampieri et al., 2012)

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un preexperimento con diseño de pretest-postest a un solo grupo (Sampieri et al., 2012), del tipo $G_1 - O_1 - X - O_2$, donde G_1 son los alumnos de 4.º de ESO, O_1 el nivel de conciencia ambiental inicial, X es la intervención (aplicación del proyecto ambiental) y O_2 el nivel de conciencia ambiental posterior a la intervención. Se llevó a cabo un análisis preliminar de los datos para determinar si se ajustaban a una distribución de tipo normal; para ello se realizó una prueba de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras menores a 50 (Razali y Wah, 2011). Se realizó también un análisis de la homogeneidad de las varianzas entre los resultados medios por alumnos en el pretest y el postest, tanto en la escala total como en las subescalas. Para ello se llevó a cabo la prueba de Levene.

Para valorar los efectos del proyecto se llevó a cabo una prueba t de student para muestras relacionadas (Sampieri et al., 2012), comparándose las medias de las puntuaciones globales obtenidas por el total de los alumnos en el pretest y en el postest. El tamaño de la muestra ($N = 26$), aunque pequeño, es suficiente para poder realizar la prueba t de muestras relacionadas (De Vries, 2013). Ello se complementó con el cálculo del tamaño del efecto (d de Cohen).

RESULTADOS

Por razones de espacio sintetizaremos algunos de estos en función de las fuentes que los generaron.

PRODUCTOS OBTENIDOS

Algunos de ellos fueron:¹

- Medidas tabuladas de inmisión acústica y gráficas de diferentes zonas urbanas.
- Tablas y gráficas con las medidas de inmisión de algunos contaminantes gaseosos (ozono troposférico y partículas fundamentalmente).
- Datos procesados de las encuestas realizadas a la ciudadanía, obteniéndose tablas y gráficas.
- Fotografías y listados de especies visualizadas en los ríos urbanos (análisis de biodiversidad riparia).
- Informe (con fotos, medidas de inmisión acústica, etc.) de los núcleos turísticos.

RESULTADOS DEL TEST DE CONCIENCIA AMBIENTAL

Se observó un aumento en la puntuación obtenida en el postest en 19 alumnos, 6 obtuvieron una peor puntuación, mientras que 1 se mantuvo en el mismo nivel (con respecto a la puntuación obtenida en el pretest) (figura 16).

1. Los resultados obtenidos junto con otros documentos relacionados con el proyecto se encuentran en el blog <https://joaquinayerbelopez.wordpress.com/>

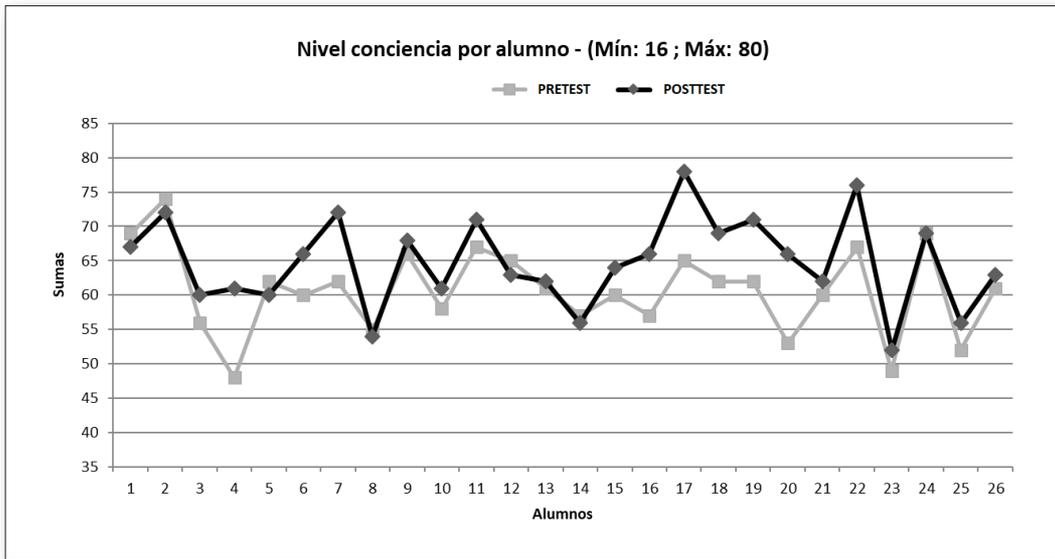


Fig. 16. Comparación de la puntuación obtenida por cada alumno en el pretest con respecto al posttest.

En cuanto a la puntuación media obtenida por el grupo se observó un notable incremento en el posttest con respecto al pretest (figura 17).

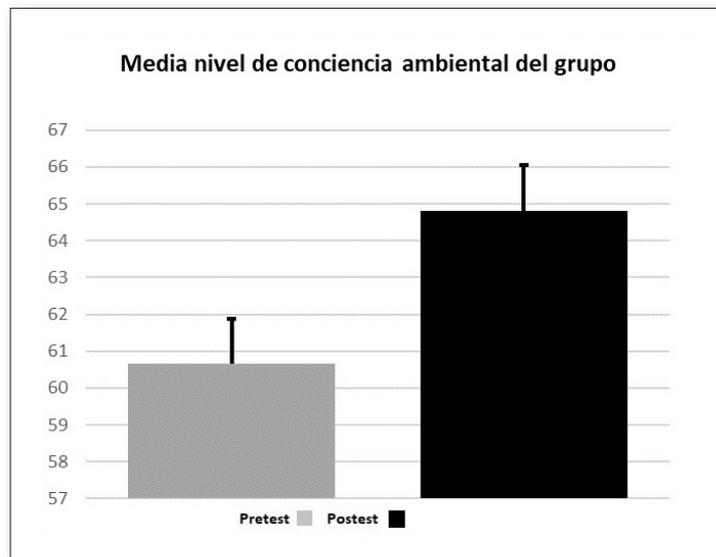


Fig. 17. Comparación del valor medio de la puntuación obtenida por el grupo en el test de conciencia ambiental antes (pretest) y después (posttest) del proyecto.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis preliminar

En la tabla 6 se presentan los resultados del análisis de la normalidad de los datos (Shapiro-Wilk). En todos los casos los datos se ajustaron a una distribución normal, por lo que nos movemos en el ámbito de la estadística paramétrica.

Tabla 6.
Resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad

	<i>Shapiro-w</i>	<i>p</i>
Diferencia postest-pretest total	,961	,418
Diferencia postest-pretest conservación	,974	,719
Diferencia postest-pretest intención	,931	,083

Efecto de la intervención

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 7. Se observa un incremento del valor medio del nivel de conciencia ambiental, desde 60,65 en el pretest a 64,80 en el postest. La prueba t para muestras relacionadas reveló un aumento significativo entre ambas medias ($t = -4,326$; $p < ,001$), el tamaño del efecto fue $d = ,84$, considerado como alto (Cohen, 1988). En cuanto al efecto producido en la subescala conservación del medio ambiente, la media del pretest fue de 34,36 y la del postest 37,46, la diferencia entre las medias resultó ser estadísticamente significativa ($t = -4,276$; $p < ,001$) con un tamaño del efecto $d = ,83$ (efecto alto). Por último, en la subescala intención de conducta, el valor de la media en el pretest fue de 26,19 y en el postest de 27,35, la diferencia entre las medias fue significativa ($t = -2,51$; $p < ,05$), el tamaño del efecto $d = ,49$ (efecto moderado).

Tabla 7.
Resultados del análisis estadístico de las puntuaciones del test de conciencia ambiental y estadísticos descriptivos, antes y después del proyecto

	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Pretest total	60,65	6,29	-4,33	,000	,84
Postest total	64,80	6,54			
Pretest conservación	34,36	3,43	-4,28	,000	,83
Postest conservación	37,46	3,74			
Pretest intención	26,19	3,63	-2,51	,019	,49
Postest intención	27,35	4,20			

OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Como se comentó anteriormente, fueron dos las vías utilizadas para indagar en las inquietudes que el proyecto despertó en el alumnado participante: los diarios de aprendizaje y la encuesta final sobre el proyecto.

Para el primer caso se instó al alumnado a que realizara al menos tres entradas en el diario a lo largo del proyecto. Como no tenían experiencia en su cumplimentación se les propuso un conjunto de ocho preguntas en las que podían basarse: *¿qué estoy aprendiendo?*, *¿qué recursos estoy utilizando?*, *¿para qué me sirven?*, *¿con quién lo estoy aprendiendo?*, *¿qué dificultades tengo?*, *¿quién me puede ayudar?*, *¿cuál es mi grado de implicación en la tarea?*, *¿por qué?* Las reflexiones que realizaron en el diario son de tremenda utilidad para el profesor, ya que funcionan como un mecanismo de control y/o de evaluación del proyecto, con lo que pueden detectarse fortalezas o dificultades en su desarrollo.

En el segundo caso se procesaron y categorizaron inductivamente las respuestas del alumnado en el cuestionario sobre autoevaluación del proyecto.

OPINIÓN DE LA AUDIENCIA

Tras procesar las diferentes respuestas que realizaron aquellos miembros de la audiencia asistentes a la exposición del proyecto por los distintos grupos que lo desearon (N = 28), se agruparon los comentarios que aparecieron con mayor frecuencia en los cuestionarios.

DISCUSIÓN

Son muchas las dificultades que se presentan cuando realmente se pretende afrontar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso del ABP. Dichas dificultades no solo se manifiestan para el docente (intenso trabajo de programación previa, uso de herramientas de evaluación diferentes, cambio de rol docente, etc.), sino también para el alumnado que no está «entrenado» en el ABP. Entre las que hemos percibido gracias a la observación diaria, el análisis de los diarios de aprendizaje y los cuestionarios de autoevaluación, destacan la dificultad a la hora de trabajar cooperativamente (desigual carga de trabajo llevado a cabo por parte de los integrantes de un mismo grupo), entender y adaptarse a una evaluación tan diversificada, saber qué hacer y cómo en cada uno de los momentos del proyecto o la falta de autonomía (por parte del alumnado) a la hora de desarrollar determinadas tareas.

No obstante, en esta experiencia educativa con el ABP hemos podido apreciar una buena acogida por parte del alumnado a dicha metodología. Como muestran otros estudios (por ejemplo, Genc, 2014), se evidenció un aumento de la motivación, en general, y de forma más específica cuando se llevaban a cabo tareas que implicaban aplicar conocimientos, interactuar con «agentes externos» al centro educativo, usar instrumentos de medida o las TIC, tareas que por otro lado son muy frecuentes cuando se desarrolla el ABP.

Por otro lado, aunque en líneas generales el proyecto cumple los requisitos mínimos necesarios, se percibieron algunas carencias una vez aplicado. En primer lugar, aunque en el proyecto participaron docentes de otras áreas, su implicación fue más bien puntual, complementando las acciones que se venían desarrollando desde la materia central de este (Biología y Geología). Esto hace que el potencial del proyecto sea menor que si se implicara de forma equitativa a profesorado de diversas materias. Por otro lado, el alumnado en general demandaba más de lo deseado la orientación del profesor, siendo los productos generados más homogéneos; un exceso de pautas por parte del docente parece limitar la creatividad de los grupos. Asimismo, se daban ocasionalmente en algunos alumnos pérdidas de motivación; esto es algo relativamente normal en esta metodología, sobre todo cuando se trata de proyectos dilatados en el tiempo. En este sentido es positivo que el docente intervenga induciendo la realización de alguna tarea que reconecte con la pregunta guía del proyecto o que hubiese sido de interés, así como establecer conexiones entre lo que se debe hacer y una situación real (se pueden utilizar noticias).

Con todo, la experiencia educativa generada resultó satisfactoria, obteniéndose múltiples productos de interés. Por la naturaleza variada de dichas tareas, se desarrollaron de forma profunda las diferentes competencias propuestas en el currículo, algo inherente a esta metodología. Aparte de generar un producto final como fue un plan de mejora del medio ambiente para la ciudad de Granada, se pudo presentar dicho documento ante una audiencia adecuada; según diversos autores, este hecho es especialmente relevante para que se maximice el potencial de esta metodología. Dicha audiencia reflejó algunos hechos deseables en el ABP, tales como la claridad en la exposición, el buen soporte para la presentación o las gráficas y datos confeccionados por el propio alumnado. Este hecho se puede considerar un síntoma que demuestra el buen funcionamiento de un proyecto.

Tal y como se comentó en el apartado de los objetivos, uno de ellos era valorar la eficiencia del ABP en la mejora de la conciencia ambiental. Para ello se utilizaron tres herramientas. En primer lugar, se llevó a cabo un análisis del pretest y del postest (cuestionario tipo Likert) que se aplicó al alumnado objeto del proyecto para determinar el nivel de conciencia ambiental tras la aplicación del proyecto, observándose una mejora notable, sobre todo en aquellas preguntas relativas a la conservación del medio ambiente; sin embargo, la mejora no fue tan evidente en el caso de las preguntas relativas a la intención de conducta. En segundo lugar, pudimos evidenciar una mejora en la conciencia ambiental al analizar los comentarios realizados por el alumnado en el documento de autoevaluación. Ante la pregunta: ¿qué ha sido lo más importante que has aprendido en este proyecto?, el 74 % escribieron entre sus respuestas: *los problemas ambientales que tiene la ciudad (situación del medio ambiente local)*, y un 24 % señalaron también cómo mejorar el medio ambiente (diferentes alternativas). En tercer lugar, algunas de las valoraciones realizadas por la audiencia constatan también dicha mejoría, por ejemplo, ante la pregunta ¿qué has aprendido con esta presentación?, las respuestas más frecuentes fueron: el estado del medio ambiente local, las medidas que podemos adoptar para mejorar la situación ambiental y que hay que ser conscientes de la importancia del medio ambiente.

En cuanto a las limitaciones del estudio, son las características de las experiencias de innovación como la que presentamos, es decir, las relacionadas con el tamaño y contexto de la muestra, que en nuestro caso pueden considerarse «por encima de la media». Está por ver las posibilidades de una intervención en una situación menos favorable, algo en lo que nos encontramos trabajando actualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, P., de la Fuente, E. I., García, J. y Fernández, M. J. (1999). Evaluación de actitudes ambientales en la ESO. Análisis de un instrumento. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 6(22), 77-86.
- Bermúdez, A. (2016). Proyectos escolares de reciclaje como estrategia para promover actitudes y conductas proambientales en la educación media. *Revista Internacional de Pedagogía y Currículo*, 2(1), 49-62.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., y Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3), 369-398.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Bottoms, G. y Webb, L. D. (1998). *Connecting the curriculum to «real life»*. *Breaking Ranks: Making it happen*. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals (ERIC Document Reproduction Service No. ED434413).
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2ª ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- De Winter, J. C. (2013). Using the Student's t-test with extremely small sample sizes. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(10), 1-13.
- Díaz, M. D. R. y Muñoz, A. (2009). Metodología por proyectos en el área de conocimiento del medio. *Docencia e Investigación*, 19, 101-126.
- Dickinson, K. P., Soukamneuth, S., Yu, H. C., Kimball, M., D'Amico, R., Perry, R. et al. (1998). *Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program* [Technical assistance guide]. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Office of Policy y Research (ERIC Document Reproduction Service No. ED420756).
- Fernández, J. R. (2011). *El Antropoceno: la crisis ecológica se hace mundial*. Madrid: Virus.
- Genc, M. (2014). The project-based learning approach in environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(2), 105-117.
<https://doi.org/10.1080/10382046.2014.993169>
- Gutiérrez-Pérez, J. y Pirrami, F. (2011). Water as Focus of Problem-Based Learning: An Integrated Curricular Program for Environmental Education in Secondary School. *US-China Education Review*, A 2, 270-280.
- Han, S., Capraro, R. y Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
<https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Jones, N. F., Rassmussen, C. M. y Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington: American Psychological Association.
<http://dx.doi.org/10.1037/10266-000>
- Larmer, J. y Mergendoller, J. R. (2010). Seven essentials for Project-Based Learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34-37.
- Lupión, T. y Prieto, T. (2014). La contaminación atmosférica: un contexto para el desarrollo de competencias en el aula de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 115-177.
- Mergendoller, J. R., Maxwell, N. L. y Bellissimo, Y. (2006). The effectiveness of problem-based instruction: A comparative study of instructional methods and student characteristics. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(2), 5.
<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1026>
- Mioduser, D. y Betzer, N. (2007). The contribution of project-based learning to high achievers' acquisition of technological knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 59-77.
- Novo, M. y Bautista-Cerro, M. J. (2012). Análisis de la incidencia de la educación ambiental para el desarrollo sostenible en las revistas científicas españolas. *Revista de Educación*, 358, 583-597.
- Perales, F. J. (2010). Retos y dificultades para una educación ambiental informal. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 64, 23-35.
- Perales, F. J. y Ayerbe, J. (2016). *El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias*. Comunicación a los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz.
- Prince, M. J. y Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123-138.
<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- Razali, N. M. y Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.

- Sampieri, R. H., Collado, C. F. y Lucio, P. B. (2012). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos. *Actualidad Pedagógica*. Obtenido de http://actualidadpedagogica.com/wp-content/uploads/2013/03/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf
- Sulaiman, M., Al-Balushi, S., Shamsa, S. y Al-Aamri, S. (2014). The effect of environmental science projects on students' environmental knowledge and science attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(3), 213-227.
<https://doi.org/10.1080/10382046.2014.927167>
- Tandogan, R. O. y Orhan, A. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Online Submission*, 3(1), 71-81.
<https://doi.org/10.12973/ejmste/75375>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. California: Autodesk Foundation.
- Torrego, L. y Méndez, R. A. (2018). Un acercamiento al aprendizaje basado en proyectos, cien años después de «The Project Method», de WH Kilpatrick. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 1-12.
- Torres, J., Prieto, C. y Vasconcelos, C. (2013). Problem based learning environmental scenarios: an analysis of science students and teachers questioning. *Journal of Science Education*, 2(14), 71-74.
- Willard, K. y Duffrin, M. W. (2003). Utilizing project-based learning and competition to develop student skills and interest in producing quality food items. *Journal of Food Science Education*, 2, 69-73.
<https://doi.org/10.1111/j.1541-4329.2003.tb00031.x>

«Reinvent your city»: project-based learning for the improvement of environmental awareness in secondary school students

Joaquín Ayerbe López
IES Francisco Ayala. Granada. España.
juaky_40@hotmail.com

F. Javier Perales Palacios
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad de Granada. Granada. España.
fperales@ugr.es

This paper gives a detailed description of the process when implementing an environmental project within the framework of the methodology known as project-based learning (PBL). The objective was twofold; on the one hand, to analyse the efficiency of PBL in creating an increase the students' environmental awareness, and, on the other hand, to test out this methodology in a specific context, studying the impact and the learning implications for students.

The project was implemented in the city of Granada and at a secondary school with fourth-grade students. The topic of the project was urban environment. More specifically, teams of students were made to analyse certain environmental factors in the city (noise, atmospheric pollutants, the conditions of urban parks, rivers and tourism). They undertook multiple tasks to do this, such as documenting the factors, carrying out research, processing and analysing data, contacting experts, holding interviews with citizens, etc., with the ultimate goal of generating a document about the environmental status of the city at that time. Subsequently, work was conducted to prepare an urban environment improvement plan, which detailed specific measures to fix the deficiencies that were detected in the environmental status of the city. This document was the final product of the project (which is the key phase in PBL), and was presented before an audience that was formed by a group of university students studying an environmental education subject at the Faculty of Education in the University of Granada.

The driving question proposed as the starting point for the project was: *Is Granada a liveable city?* Meanwhile, a core challenge or problem was defined as the driving force of the project. In this case, it was summarized in the question: *How can we improve the urban environment of Granada?*

The content developed in the project was based on the official curriculum of the subjects of biology and geology, language and literature and geography and history, upholding the multidisciplinary nature of environmental education, but also of the ABP methodology.

The teacher's role was to guide and supervise the work done by the various groups at all times, as well as to carry out an in-depth evaluation of what happened inside and outside the classroom by means of appropriate tools, such as learning diaries, reviews of digital portfolios, oral presentations, written documents, etc., all tasks being accompanied by evaluation rubrics for the students.

To find out whether the project improved the level of environmental awareness among students, an environmental awareness test was applied before the project (pre-test) and after its completion (post-test).

As for the results obtained, we can highlight the following ideas:

The products generated (written documents, data analysis, graphics, oral presentations, etc.) were, in general, satisfactory, reaching an optimum level in many cases.

In the learning diaries prepared by the students, multiple comments were detected that referred to the satisfaction generated with the PBL methodology, on the one hand, and to the difficulty found in tasks that required greater autonomy, on the other.

There were (statistically significant) differences between the results obtained in the pre-test and the post-test conducted to determine the level of environmental awareness of the group before and after completion of the project.

PBL is presented, in this educational context, as a methodology which can be used as a means to improve the level of environmental awareness among students. However, several negative aspects were also detected, such as understanding and adapting to such a diversified evaluation, knowing what to do and how to do it in each of the stages of the project, tackling the difficulty of working in groups, and the lack of autonomy (on the part of students) when performing certain tasks.

