



ABP frente a una metodología convencional: incidencia sobre la conciencia ambiental

PBL versus Conventional Methodology: Impact on Environmental Awareness

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

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

RESUMEN • Se parte del supuesto de que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) pudiera incidir en la mejora del nivel de conciencia ambiental. En este estudio, se llevó a cabo una comparación frente a una metodología tradicional en estudiantes de educación secundaria. Para ello se implementaron una unidad didáctica y un proyecto ambiental, ambos sobre medio ambiente urbano, aplicando sendos enfoques: en un caso, con un diseño preexperimental para comparaciones intragrupo de forma independiente, y en otro, con un diseño cuasi experimental con grupo control no equivalente. El instrumento de medida fue un test de conciencia ambiental con ítems de distinta naturaleza, aplicado antes y después de las intervenciones. Como resultado más destacable, la metodología ABP resultó efectiva en el aumento de la variable en estudio, superando significativamente el grupo experimental al de control.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje basado en proyectos; Conciencia ambiental; Alfabetización ambiental; Actitud proambiental; Educación Secundaria.

ABSTRACT • It is hypothesized that Project-Based Learning (PBL) may contribute to enhancing environmental awareness. This study compares PBL with a traditional methodology among secondary education students. To this end, a didactic unit and an environmental project –both focused on the urban environment– were implemented, each following a distinct methodological approach: one employing a pre-experimental design for independent within-group comparisons and the other utilizing a quasi-experimental design with a non-equivalent control group. Environmental awareness was measured using a test comprising various types of items, which was administered before and after the interventions. The findings indicate that PBL was effective in increasing the variable under study, with the experimental group significantly outperforming the control group.

KEYWORDS: Project-Based learning; Environmental awareness; Environmental literacy; Pro-environmental attitude; Secondary education.

Recepción: noviembre 2024 • Aceptación: marzo 2025 • Publicación: junio 2025

Ayerbe López, J. y Perales Palacios, F. J. (2025). ABP frente a una metodología convencional: incidencia sobre la conciencia ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 43(2), 81-102.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6337>

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, resulta incuestionable la crisis ambiental en la que el planeta Tierra se halla sumido: las evidencias científicas lo vienen prediciendo y los datos corroborando (IPCC, 2023), pero la opinión pública también comienza a ser consciente del problema cuando asiste, presa de la incertidumbre o del miedo, a la multiplicación de los desastres naturales, la inmigración climática, las especies invasoras o la pérdida de biodiversidad, entre otros muchos problemas ambientales. Frente a ello, corrientes de pensamiento y acción, como el decrecimiento o la economía circular, comienzan a abrirse camino como alternativas para detener o ralentizar el deterioro ambiental.

Mientras tanto, frente a la indolencia de políticos y grandes empresas, el ámbito educativo, aunque con un poder de influencia más limitado, lleva a cabo diversas iniciativas para promover la conciencia ambiental de los educandos, con la esperanza de que desemboque en un cambio en su modo de concebir su relación con el planeta y, en definitiva, en su comportamiento cotidiano.

En este trabajo buscamos conseguir una mejora de la conciencia ambiental en estudiantes de educación secundaria a través de un estudio comparativo centrado en el estado ambiental de su ciudad, utilizando para ello una metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP), frente a una de carácter convencional.

MARCO TEÓRICO

Cuando se logra introducir en los currículos educativos aspectos relacionados con la crisis ambiental (Bianchi et al., 2022), dos factores se consideran cruciales en su pretendido éxito (Hidalgo-López, 2021). Uno es la formación-concienciación del profesorado y otro, la estrategia didáctica seguida. En nuestro caso vamos a centrarnos en esta última.

Dada la naturaleza de la educación ambiental (EA¹), que viene a primar la educación en valores junto con el conocimiento y la capacidad para la acción (Bianchi et al., 2022), no parece razonable que se enfoque únicamente con estrategias tradicionales de enseñanza. Existe un consenso bastante generalizado en que son preferibles estrategias «activas» (Álvarez et al., 2022), donde el estudiante adopte un papel protagonista que le permita vivenciar los problemas ambientales a los que se trata de dar solución.

Entre esas estrategias activas se mencionan las siguientes: aprendizaje orientado a proyectos/problemas (ABP) (Ayerbe, 2021), aprendizaje por indagación (Romero-Ariza, 2017), aprendizaje-servicio (Ortiz de Santos et al., 2021), ciclo de aprendizaje (Besure, 2020), los juegos de rol (Cruz et al., 2020), la investigación-acción (Bywater, 2014) o los recursos como salidas de campo (Aguilera, 2018). Aquellas poseen elementos comunes y algunos elementos diferenciadores². En este contexto, el problema ha de poseer un carácter muy abierto, contextualizado (auténtico, de interés, útil) y más próximo al lenguaje coloquial que al académico. Por otro lado, el proyecto se concibe como la estrategia para abordar el problema, pero también como el resultado de esa estrategia; existen distintas tipologías: proyectos científicos, tecnológicos y de investigación ciudadana o comunitarios (Ayerbe y Perales, 2016).

Si prestamos atención a la alternativa por la que hemos optado, el ABP, según Markham et al. (2003), puede entenderse actualmente como «Un método de enseñanza sistemático que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades, a través de un proceso extendido de indagación, estructurado en torno a preguntas complejas y auténticas, y tareas y productos cuidadosamente diseñados» (p. 14). Los mayores beneficios del ABP parecen centrarse en la mejora de las

1. Aunque suelen utilizarse denominaciones alternativas, como educación para el desarrollo sostenible o educación para la sostenibilidad, hemos preferido seguir utilizando la de educación ambiental por considerarla más global e integradora.

2. A pesar de sus diferencias, vamos a utilizarlos indistintamente en el marco teórico para ampliar el campo de búsqueda.

actitudes, las habilidades sociales, la creatividad y el aprendizaje con problemas reales de los educandos (Vasconcelos, 2012; Birgili, 2015). También debemos señalar algunas limitaciones, que se concretan fundamentalmente en la falta de hábitos en el trabajo con estas estrategias activas, tanto de los profesores como de los estudiantes, la necesaria adaptación a una evaluación diversificada, el hecho de no apreciarse en ocasiones una ganancia en conocimientos y la falta de conexión entre actitud y comportamiento proambiental (Gutiérrez y Pirrami, 2011; Vasconcelos, 2012; Ruiz-Gallardo et al., 2016; Ayerbe y Perales, 2020).

En cuanto al contraste entre la metodología ABP y la tradicional, Strobel y van Barneveld (2009), mediante un metaanálisis, obtuvieron unos resultados que indicaron que el ABP fue superior en lo que respecta a la retención a largo plazo, el desarrollo de habilidades y la satisfacción de los estudiantes y los docentes, mientras que los enfoques tradicionales fueron más efectivos para la retención a corto plazo medida mediante exámenes estandarizados. En el caso de la EA no abundan los precedentes. Ural y Dadli (2020) abordaron un estudio similar al nuestro sobre la unidad «Humanos y medio ambiente» en estudiantes de 7.º grado, midiendo sus habilidades de pensamiento reflexivo y actitudes ambientales. Sus resultados mostraron que el ABP tuvo un efecto significativo en el conocimiento y las actitudes ambientales del grupo experimental, pero no lo tuvo en las habilidades de pensamiento reflexivo.

Existen algunos precedentes que utilizan el ABP y la EA en la medida que implican la búsqueda de soluciones a diversos problemas ambientales. Según distintos autores, esta metodología ofrece ventajas como la mejora en las actitudes de los estudiantes y la percepción de estos sobre el incremento de la creatividad, el hecho de fomentar la investigación y proporcionar un aprendizaje permanente (Genc, 2015), lo que también se extiende a estudios de posgrado (Kricsfalusy et al., 2016). Sin embargo, pocos estudios han analizado la relación entre ambos y las posibles deficiencias y desafíos que pueden surgir en su implementación (Bergman, 2016).

Con respecto al objeto de estudio, hemos optado por la ecología urbana (o medio ambiente urbano), entendida como el entorno que, aunque comparte la situación ambiental del planeta, en él se acentúan algunos de los problemas comunes. Así, podemos enunciar los siguientes: contaminación (incluyendo la acústica y lumínica), movilidad insostenible, exceso de residuos, urbanismo intensivo, escasez de zonas verdes, pérdida de biodiversidad, etc. No obstante, las ciudades también pueden constituir el contexto para una transición hacia una sostenibilidad urbana y el germen de una transición a escala global (Kabisch et al., 2017; Chand, 2018). Experiencias previas con ABP parecen mostrar un potencial positivo para desarrollar los objetivos de este trabajo (Benjumeda y Romero, 2017).

Como hemos descrito en el objetivo inicial, la pretensión de este estudio es la mejora de la conciencia ambiental de los participantes en este. En este sentido, hay que reconocer que, aunque se trata de un término ambiguo (Gericke, et al., 2019), según Ham et al. (2016, p. 160), «La conciencia ambiental puede definirse de forma amplia como la actitud respecto a las acciones que se implementan para su mejora, tanto en el ámbito económico como en el educativo». En este último caso, son especialmente eficaces aquellas estrategias que enfrentan a los alumnos de secundaria a situaciones en las que se les exige tratar con problemas ambientales reales de su entorno (Höfner y Schütze, 2021; Araújo et al., 2022).

El marco teórico nos permite disponer de un punto de partida donde ubicar el presente estudio y plantearnos como pregunta de investigación si el ABP puede ser una estrategia de enseñanza-aprendizaje útil en la mejora de la conciencia ambiental de los estudiantes, lo que desembocaría en los siguientes objetivos específicos:

1. Contrastar la eficacia del ABP para generar un incremento del nivel de conciencia ambiental entre el alumnado de secundaria.
2. Comparar el ABP con una metodología de carácter tradicional sobre el nivel de conciencia ambiental.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

Para la consecución de los objetivos de la investigación, se implementaron, simultáneamente, por parte del propio docente, en sendos grupos de 3º de ESO del mismo centro de educación secundaria, un proyecto diseñado desde la perspectiva del ABP y una unidad didáctica desde un punto de vista tradicional, en ambos casos, sobre el medio ambiente urbano (seguidos por el grupo experimental y el de control, respectivamente). Antes y después de las intervenciones se aplicó un test de conciencia ambiental (pre/post) para determinar las diferencias en el nivel existente entre ambos momentos. La variable que se midió fue el nivel de conciencia ambiental, valorándose también el de la alfabetización ambiental, la identificación de problemas ambientales y soluciones, y la percepción del estado del medio ambiente urbano.

Ambas intervenciones (ABP y unidad didáctica) tuvieron lugar en un instituto de educación secundaria dentro del área metropolitana de Granada. Esta localidad se encuentra en una zona con un notable desarrollo agrario y del sector servicios, y un contexto social, económico y familiar de nivel medio. Tradicionalmente, los resultados obtenidos en el centro han estado en la media de los institutos de la zona. La intervención se efectuó en la materia de Biología y Geología. La edad media del grupo control ($n = 29$) y del experimental ($n = 30$) era de 14,24 y 14,29 años, respectivamente, al inicio de la intervención.

En un primer momento, se llevaron a cabo comparaciones entre el pretest y el posttest aplicados para determinar el efecto de las intervenciones sobre la variable estudiada dentro de cada uno de los grupos (comparaciones intragrupo). Posteriormente, se comparó la eficacia del ABP frente a la unidad didáctica en la mejora de la conciencia ambiental (control y experimental); cabe decir que los grupos de alumnos no fueron aleatorizados, tratándose, por tanto, de grupos intactos o naturales (Kunstmann y Merino, 2008).

Dicho lo anterior, la metodología de la investigación fue cuantitativa o mixta (en las preguntas abiertas), siendo de naturaleza preexperimental en las comparaciones intragrupo y cuasiexperimental (Hernández-Samperi et al., 2014), con un diseño de grupo control no equivalente (DGCNE) para la comparación intergrupos (control y experimental) (Cohen et al., 2000; Miller et al., 2020).

Se establecieron pautas con el fin de minimizar la amenaza a la validez interna. Los grupos escogidos para el estudio eran del mismo nivel y centro escolar, siendo factores como el contexto, las características socioculturales y el rendimiento académico similares. La asignación del tratamiento fue aleatoria, fortaleciéndose la equivalencia entre ambos (Cohen et al., 2000). Los test aplicados se realizaron siempre por parte de la misma persona y también a primeras horas de la jornada escolar.

Metodología didáctica

Proyecto ambiental (grupo experimental)

El proyecto, que se detalla en Ayerbe y Perales (2020, 2024), se implementó en el grupo experimental, ajustándose a las características propias del ABP (Larmer et al., 2015). Se tituló «Reinventar tu ciudad», y dio comienzo con una pregunta inicial: «¿Es tu ciudad habitable?», lo que generó, junto al análisis de noticias y evidencias de la situación de diferentes parámetros ambientales, un debate de partida que sentó las bases para su desarrollo. Asimismo, la situación problema planteada fue: «¿Cómo podemos mejorar el medio ambiente urbano de tu ciudad?». Para dar respuesta a dichos planteamientos se dividió al alumnado en grupos cooperativos que focalizaron su investigación en algún parámetro

ambiental específico del entorno urbano: contaminación acústica, contaminación atmosférica por gases, situación de los ríos a su paso por la ciudad y superficie de parques urbanos y estado de estos, buscando posibles soluciones a las problemáticas encontradas en cada uno de ellos. Para tal fin, las tareas desarrolladas fueron diversas: elaboración de un glosario de términos de ecología y medio ambiente, de un portfolio (con la información relativa al estudio efectuado), de un diario de aprendizaje sobre el proyecto, visitas de expertos en la materia de estudio, diagnóstico de la situación del medio ambiente de su localidad (medida del nivel de ruido, determinación de contaminantes en el agua de los ríos, análisis de la diversidad de parques y jardines, etc.), elaboración de un plan de mejora del medio ambiente urbano (solución propuesta para el problema planteado) y presentación y exposición ante una audiencia externa al centro escolar. La evaluación fue criterial, diversificada y rubricada. La duración total de la intervención fue de siete semanas.

Unidad didáctica sobre educación ambiental (grupo de control)

La unidad implementada en el grupo control giró en torno al ecosistema urbano como realidad más cercana al alumnado, tratándose de conocer y analizar cuáles son sus características concretas, las deficiencias que presenta, qué consecuencias generan dichas deficiencias y las posibles soluciones que podrían adoptarse para una mejora ambiental, siendo uno de los objetivos fomentar el desarrollo de la conciencia ambiental (se puede consultar su desarrollo en Ayerbe, 2021). Los agrupamientos fueron variados y adaptados a cada momento (grupo-clase, por parejas y pequeño grupo). Se llevaron a cabo tareas en grupo para desarrollar una unidad integrada en el seno sobre medio ambiente («Be the change»), que se implementó dentro del programa Erasmus +. El desarrollo de la unidad didáctica se prolongó seis semanas. El profesor proponía actividades para ser corregidas en clase al día siguiente, resolvía las dudas y explicaba nuevos contenidos, para concluir con un esquema-resumen que los alumnos copiaban en su cuaderno y proponer nuevas actividades. Los recursos que se emplearon fueron los habituales en esta metodología: libro de texto, libreta del alumno, proyector, ordenadores y pizarra del aula. Con respecto a la evaluación, esta fue criterial, basada en el currículo legal establecido. Los instrumentos de evaluación aplicados fueron: corrección de actividades y tareas diarias, revisión de la libreta de clase, trabajo en grupo y una prueba escrita final.

Instrumento para la recolección de datos: test de conciencia ambiental

La conciencia ambiental resulta ser un parámetro complejo de medir debido, entre otras razones, a su naturaleza multidimensional (afectiva, cognitiva, conativa y activa) (Salvador et al., 2019). Aunque existen otros instrumentos cuantitativos (Gericke et al., 2019; Marcos-Merino et al., 2020), se optó por un test compuesto de apartados de diversa naturaleza para intentar abarcar todas las dimensiones de esta. El test constó de tres partes: un test tipo Likert para medir el nivel de conciencia ambiental (véase Anexo), tres preguntas abiertas para determinar el nivel de alfabetización ambiental, el conocimiento de las problemáticas ambientales y las posibles soluciones, y una pregunta de opción múltiple para determinar la percepción que el alumnado tenía del medio ambiente urbano. Para el test de Likert, se optó por una escala ya confeccionada y validada previamente que se ajustaba de manera idónea a las condiciones de nuestro estudio (De la Fuente et al., 1999). Dicha escala contaba con un total de 16 ítems que contemplaban dos factores: la conservación del medio ambiente y la intención de conducta. Las categorías que elegir eran cinco en cada ítem: *muy de acuerdo*, *de acuerdo*, *duda*, *en desacuerdo* y *muy en desacuerdo*. La puntuación máxima en la escala era 80 y la mínima, 16, presentando afirmaciones que cubrían las cuatro dimensiones de la conciencia ambiental. Asimismo, cumplía con las exigencias de validez de constructo, de consistencia interna (fiabilidad del instrumento), que

se determinó mediante alfa de Cronbach (superior a 0,75) y de unidimensionalidad, siendo posible sumar las respuestas de los ítems para obtener una puntuación global del test. Las preguntas abiertas constituyeron la segunda parte del test de conciencia ambiental y fueron seleccionadas y adaptadas de un estudio anterior sobre percepción ambiental (Perales, 2010). Las cuestiones fueron: 1. Enuncia los principales problemas ambientales, que, a tu juicio, afectan actualmente a la ciudad de Granada; 2. ¿Qué prácticas personales consideras que podrían contribuir a mejorar el medio ambiente?; y 3. ¿Qué medidas deberían adoptar las instituciones públicas para la mejora del medio ambiente? Por último, la pregunta de opción múltiple incluida fue: ¿Consideras que la situación actual del medio ambiente en nuestra ciudad es: muy buena, buena, regular, mala o muy mala?, tomada también de una investigación previa (Perales, 2010). Los cuestionarios fueron anónimos y se proporcionó un consentimiento informado previo a su cumplimentación.

Análisis de datos

Se calcularon la media aritmética y desviación estándar para la variable dependiente en las medidas pretest y posttest de los datos generados en los diferentes apartados del test de conciencia ambiental. Asimismo, se llevó a cabo un análisis de la normalidad de los datos que se aplicó sobre las medias de las diferencias entre el pretest y el posttest de los diferentes apartados del test (Chan, 2003); para ello se utilizó el análisis de Shapiro-Wilk apropiado para muestras menores de cincuenta (Razali y Wah, 2011), determinándose si el análisis estadístico que utilizar en cada caso sería paramétrico o no paramétrico (comparaciones intragrupo). Se tuvieron en cuenta las asunciones específicas para la aplicación de cada estadístico y se calculó el tamaño del efecto correspondiente en las diferentes comparaciones (intragrupo e intergrupos). En la tabla 1 se presentan los estadísticos utilizados para cada análisis, tanto intragrupo como intergrupos (control-experimental).

Escala Likert

Tras la obtención de las diferentes puntuaciones por alumno en la escala Likert, se generó una serie de datos de naturaleza cuantitativa. Para conocer la puntuación total en la escala, se «positivizaron» las puntuaciones de aquellas preguntas que estaban formuladas en negativo, pudiéndose sumar las diferentes puntuaciones y obtener una puntuación total por alumno y la media.

Preguntas abiertas

En primer lugar, se contabilizaron el total de respuestas válidas al cuestionario por alumno, y se obtuvo una puntuación total (número de respuestas válidas) para el grupo completo y una media por alumno (pre/post).

En segundo lugar, se categorizaron las respuestas a cada una de las preguntas del cuestionario mediante un proceso de tipo deductivo-inductivo a partir de las categorías previas desarrolladas por Negev et al. (2009) (acción deductiva). Como las categorías no se ajustaban totalmente a las respuestas generadas en nuestro estudio, se indujeron, de forma emergente a partir de estas, nuevas categorías (acción inductiva). Las categorías con frecuencia menor que dos fueron incluidas en «otros». El proceso descrito se aplicó en el pretest y posteriormente en el posttest, por lo que surgieron algunas categorías en el posttest que no habían sido contempladas en el pretest y viceversa. Se procesaron las respuestas del grupo control y del experimental de forma simultánea, de manera que las categorías obtenidas fueran las mismas en ambos grupos y se facilitaran las comparaciones entre ambos.

El investigador principal llevó a cabo el proceso antes comentado; cuando se obtuvieron las categorías, otro investigador y el anteriormente citado llevaron a cabo, independientemente, la clasificación de las respuestas según las categorías establecidas. Tras dicha clasificación en paralelo, se aplicó el estadístico Kappa de Cohen de concordancia entre las dos clasificaciones, para determinar si estas eran o no equivalentes (Byrt et al., 1993), y asegurar la validez interna de esta fase de la investigación.

Por último, se realizó un análisis del nivel de alfabetización ambiental, entendido como el uso de términos de índole ambiental generado tras las intervenciones en las respuestas al cuestionario de preguntas abiertas; para ello se tuvieron en cuenta los niveles de abundancia léxica (frecuencia absoluta de palabras con connotación ambiental) y de riqueza léxica de vocablos diferentes (terminología) con sentido ambiental (pre/post). Para obtener los datos necesarios, se llevó a cabo un procesamiento del corpus textual generado con las respuestas de los alumnos al cuestionario (figura 1). De esta forma, se obtuvo una tabla léxica agregada, en la que se expresaron los datos correspondientes al tamaño del corpus textual, al vocabulario total utilizado y a la riqueza léxica. Dicha tabla fue la que se utilizó para determinar cuáles eran las palabras con connotación ambiental.

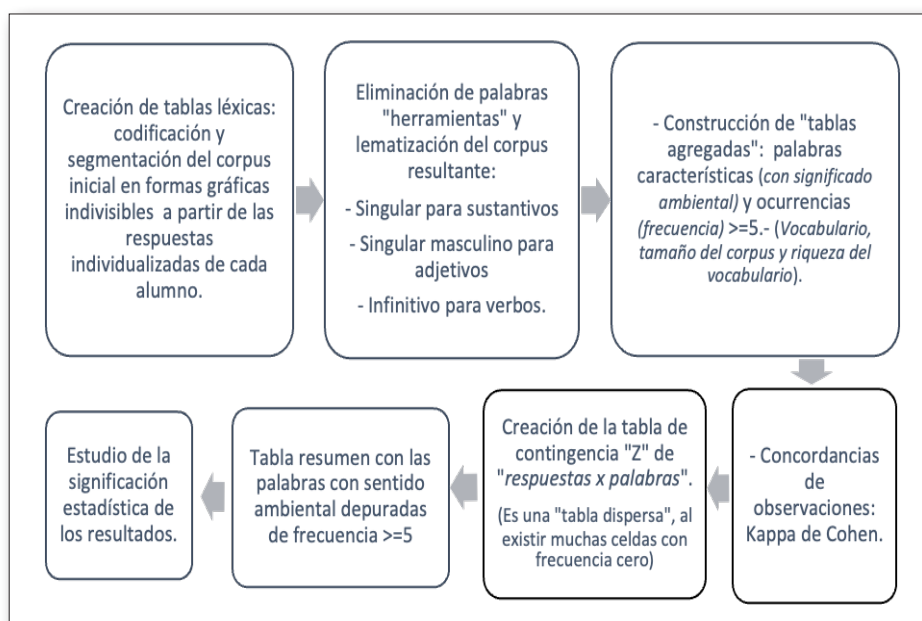


Fig. 1. Pasos seguidos en el procesamiento de los cuestionarios para determinar la riqueza y la abundancia léxica (Bertaut et al., 1992; Rodríguez et al., 2005; Pardo et al., 2012; Aguilera, 2017)

Para evitar un sesgo en la selección de las palabras de índole ambiental, se contó con un segundo investigador, de tal forma que cada uno, de forma independiente, llevó a cabo la selección de las palabras que a su juicio presentaban un sentido ambiental. Posteriormente, se aplicó el estadístico Kappa de Cohen de concordancia de observaciones, para determinar si las dos selecciones eran equivalentes (Byrt et al., 1993).

Una vez seleccionadas las palabras con connotación ambiental, se procedió a crear una tabla de contingencia en la que se buscaba determinar el número de dichas palabras con sentido ambiental en las respuestas del cuestionario de cada alumno, y se obtuvieron sendas tablas en las que se presentaron la riqueza léxica (términos diferentes con sentido ambiental) y la abundancia léxica (frecuencia absoluta de términos con sentido ambiental) por alumno y media del grupo (pre/post).

Pregunta de opción múltiple

En esta pregunta se pretendía conocer cuál era la percepción del alumnado con respecto al estado medioambiental del entorno urbano. Para procesar las respuestas a dicha pregunta se llevó a cabo una asignación de puntuaciones según la respuesta elegida (muy buena = 5, buena = 4, regular = 3, mala = 2, muy mala = 1), de tal forma que se obtuvo una puntuación por alumno y una media por grupo.

Tabla 1.
Estadísticos utilizados para cada análisis, tanto intragrupo como intergrupos

	<i>Instrumento y comparación</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Asunciones</i>	<i>Tamaño del efecto</i>
Análisis intragrupo	Comparación test de Likert (pre/post)		t de Student de muestras relacionadas (Valarmathi y Prince, 2018)	Normalidad de la distribución de datos (Chan, 2003)	d de Cohen (Casado et al., 1999; Kraft, 2020)
	Cuestionario abierto (pre/post)	Comparación de abundancia y riqueza léxicas	t de Student en grupo control (Valarmathi y Prince, 2018) y test de Wilcoxon de muestras relacionadas en grupo experimental (Gouvêa et al., 2017)	Normalidad de distribución de datos (Chan, 2003) y No normalidad de datos (Meléndez et al., 2020) respectivamente	d de Cohen (Casado et al., 1999) y r de Rosenthal (Tomczak, y Tomczak, 2014), respectivamente
		Comparación del número de respuestas			
		Comparación de categorías	Test de Wilcoxon de muestras relacionadas (medias de respuestas por categoría como variable dependiente) (Gouvêa et al., 2017)	No requiere normalidad de distribución de datos (Meléndez et al., 2020)	r de Rosenthal (Tomczak, y Tomczak, 2014)
	Pregunta de opción múltiple (pre/post)	Comparación percepción ambiental			
Análisis intergrupos	Comparación del test de Likert (pre-post)		ANOVA de las diferencias con puntuación de cambio como variable de respuesta (Ato y Vallejo, 2015)	Normalidad de la distribución datos, homocedasticidad e independencia de las medidas (Chan, 2003; Ramalle-Gómara y De Llano, 2003).	Eta cuadrada (Fritz et al., 2012)
	Cuestionario abierto (pre/post)	Comparación del número de respuestas	ANCOVA con pretest como covariable (Oakes y Feldman, 2001)	Homocedasticidad, independencia de medidas, normalidad de datos, homogeneidad de pendientes regresión, sin <i>outliers</i> en variable dependiente, relación lineal variable dependiente y covariable (Huitema, 2011)	Eta cuadrada parcial (Fritz et al., 2012)
		Comparación de abundancia y riqueza léxicas			
		Comparación categorías	Prueba U de Mann-Whitney (Aydınçek y Yanpar-Yelken, 2018)	No requiere normalidad de distribución de datos (Khatibani, y Sangestani, 2014)	r de Rosenthal (Tomczak, y Tomczak, 2014)
	Pregunta de opción múltiple (pre/post)	Comparación de percepción ambiental			

Los análisis intragrupo presentados se implementaron tanto en el grupo control como en el experimental. Para las comparaciones se estimaron significativas las diferencias con $p < 0,05$ (Carretero-Dios y Pérez, 2005). El paquete estadístico empleado para los análisis fue SPSSm versión 25.0 para Windows.

RESULTADOS

Test de conciencia ambiental: test de Likert

Tras la aplicación de sendas metodologías en los grupos control y experimental, se observó en ambos un aumento medio significativo en la puntuación en el test de Likert en el análisis intragrupo (tabla 2). En la comparación intergrupos (control y experimental), las diferencias existentes no fueron significativas (figura 2).

Tabla 2.
Resultado de la *t* de Student para muestras pareadas en la comparación intragrupo

Grupo	Momento	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Control	Pretest	59.89	5.98	-.800	.431	.14
	Posttest	60.89	6.58			
Experimental	Pretest total	59	8.03	-2.354	.025	.41
	Posttest	60.9	8.1			

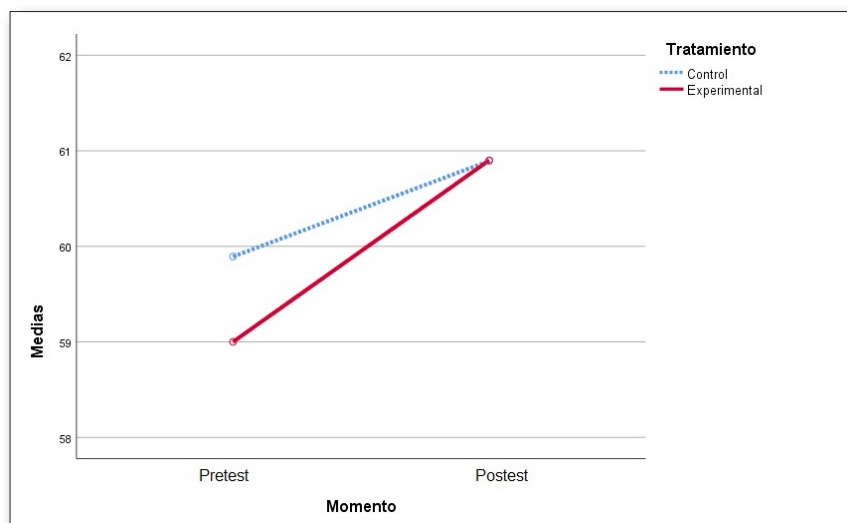


Fig. 2. Medias por alumno en el grupo control y experimental antes y después de las intervenciones

Test de conciencia ambiental: preguntas abiertas

En las comparaciones intragrupo, se apreció un incremento estadísticamente significativo (tabla 3) en el número de respuestas válidas en sendos grupos. En la comparación intergrupos se cumplieron las premisas para la aplicación del ANCOVA, a excepción de la normalidad de datos en el grupo experimental. No obstante, se optó por aplicar dicho estadístico, porque se pueden aceptar pequeñas violaciones a la asunción de normalidad si existe homocedasticidad entre las distribuciones que se

comparan (Olejnik y Algina, 1984). Las diferencias mostradas entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas (tabla 4).

Tabla 3.
Resultado t de Student (control) y test de Wilcoxon (experimental) para muestras pareadas

<i>Grupo</i>	<i>Momento</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>TE*</i>
Control	Pretest	5.03	2.87	-2.696	.012	.49
	Posttest	6.24	2.72			
Experimental	Pretest total	7.35	3.03	-2.710	.007	.47
	Posttest	9	2.55			

* Tamaño del efecto: d de Cohen para grupo control y r de Rosenthal para el experimental.

Tabla 4.
Resultados del análisis estadístico de la comparación
del número de respuestas entre el grupo control y el experimental (pre/post)

	<i>ANCOVA</i>					<i>Homocedasticidad</i>	
	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>eta</i> ²	<i>Levene</i>	<i>P</i>
Pretest control	5.03	2.87	7.403	.009	.113	.264	.574
Pretest experimental	7.35	3.08					
Posttest control	6.24	2.72					
Posttest experimental	9	2.55					

Categorías de respuestas a las preguntas abiertas

Como resultado del proceso de categorización, se establecieron 15 categorías en la pregunta 1 del cuestionario, 12 en la número 2 y 13 en la 3 (figura 3). Los valores del índice Kappa de Cohen para cada momento (pre/post), pregunta (1, 2 y 3) y grupo (control y experimental) indicaron un buen nivel de concordancia (Byrt et al., 1993). Para el análisis estadístico, se tomaron las clasificaciones llevadas a cabo por el investigador principal del estudio.

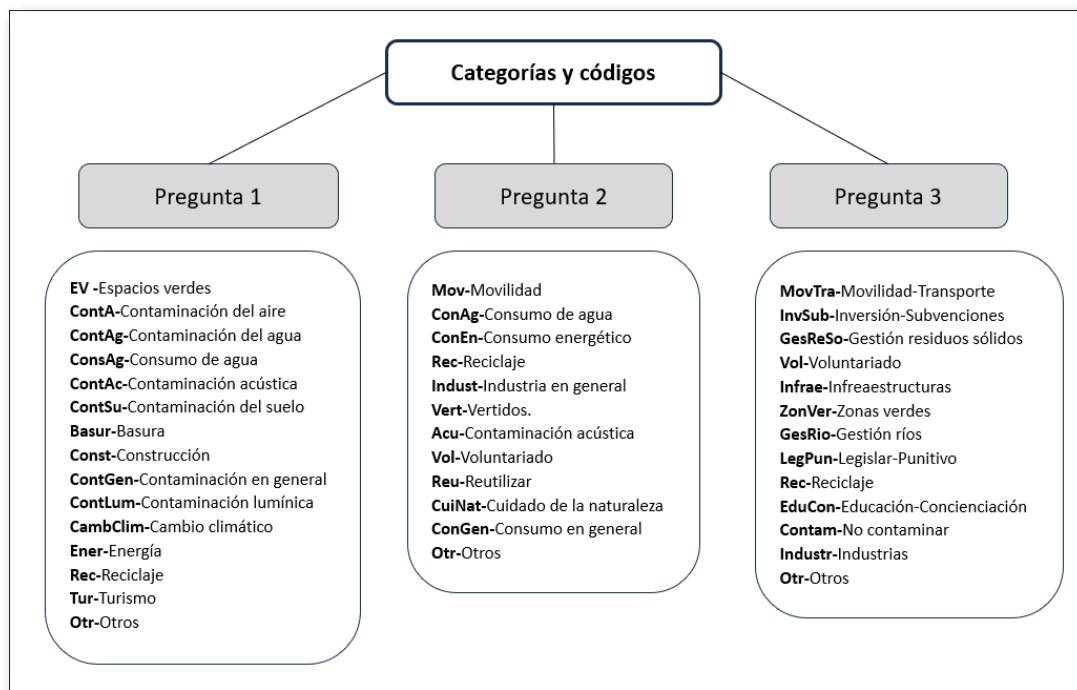


Fig. 3. Categorías generadas a partir del proceso de análisis deductivo-inductivo de las preguntas abiertas (1. Enuncia los principales problemas ambientales que, a tu juicio, afectan actualmente a la ciudad de (Granada). 2. ¿Qué prácticas personales consideras que podrían contribuir a mejorar el medio ambiente? 3. ¿Qué medidas deberían adoptar las instituciones públicas para la mejora del medio ambiente?)

Los resultados arrojaron diferencias en las frecuencias medias de las categorías en ambos grupos y en las tres preguntas planteadas, aunque tan solo algunas fueron estadísticamente significativas. En las comparaciones entre grupos, se consideró que las diferencias eran significativas, si no había diferencias antes de la intervención (intergrupos y categoría), pero sí tras la finalización de esta (postest). Por motivos de espacio, en las tablas 5 y 6 se muestran únicamente los resultados de las comparaciones en las que hubo diferencias significativas (pre/post).

Tabla 5.
Resultado del test de Wilcoxon para muestras pareadas en las comparaciones intragrupo

Pregunta	Grupo	Categoría	M Pretest	DE Pretest	M Postest	DE Postest	z	p	r
1	Cont.	EV	0	0	.17	.38	-2.236	.025	.44
	Exp.	EV	.06	.25	.44	.62	-2.814	.005	.50
		ConsAg	.16	.37	.03	.18	-2	.046	.35
		ContAc	0	0	.59	.49	-4.359	.000	.77
		ContGen	.13	.37	0	0	-2	.046	.35
		ContLum	0	0	.16	.37	-2.236	.025	.40
		Energ	.13	.34	0	0	-2	.046	.35
		Tur	0	0	.13	.34	-2	.046	.35
	Cont.	Rec	.48	.51	.79	.56	-2.324	.020	.43

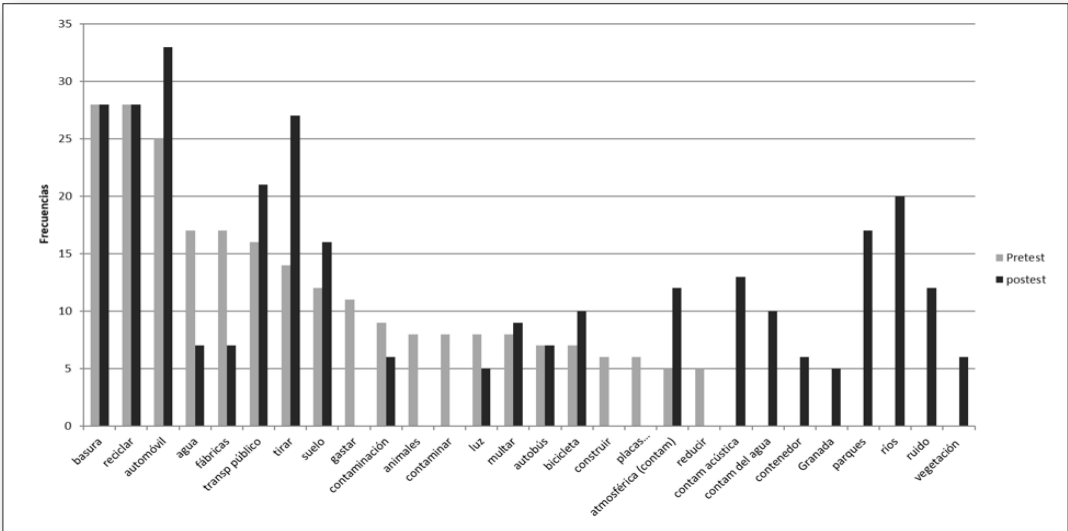
Pregunta	Grupo	Categoría	M Pretest	DE Pretest	M Postest	DE Postest	z	p	r
2	Exp.	ConEn	.31	.47	.09	.29	-2.333	.020	.41
		Vert	.22	.42	.50	.57	-2.183	.029	.39
		Acust	0	0	.16	.36	-2.236	.025	.41
		ConGen	.19	.39	.06	.25	-2	.046	.35
3	Cont.	ZonVer	.03	.19	.17	.38	-2	.046	.37

Tabla 6.
Resultado del test U de Mann-Whitney en las comparaciones entre grupos

Pregunta	Categoría	Medias Pretest		z	p	Medias Postest		z	p	r
		Control	Experim			Control	Experim			
1	ContAc	.03	0	-1.050	.294	.07	.59	-4.273	.000	.55
	Const	.03	.06	-.501	.616	.21	.03	-2.132	.033	.27
	Bas	.03	.09	-.926	.354	0	.16	-2.203	.028	.28
	ContGen	.14	.13	-.148	.882	.24	0	-2.930	.003	.38
	Tur	0	0	0	1	0	.13	-2.203	.028	.28
2	Acust	0	0	0	1	0	.13	-2.203	.028	.28
3	MovTra	.21	.44	-1.338	.181	.10	.59	-3.153	.002	.40
	GesRio	0	.03	-0.952	.341	0	.19	-2.202	.028	.28
	LegisPu	.14	.31	-1.447	.148	.07	.34	-2.386	.017	.31

Alfabetización ambiental

Tras la obtención de las tablas de contingencia se llevó a cabo el proceso de selección de términos con connotación ambiental (por sendos investigadores). Los coeficientes Kappa de Cohen de concordancia calculados para ambos grupos fueron aceptables en todo caso (Byrt et al., 1993). Se seleccionó para el análisis estadístico posterior la depuración implementada por el investigador principal del estudio. Se obtuvieron una serie de términos con connotación ambiental en ambos grupos (pre/post), que se vieron incrementados en mayor medida en el grupo experimental (figura 3).



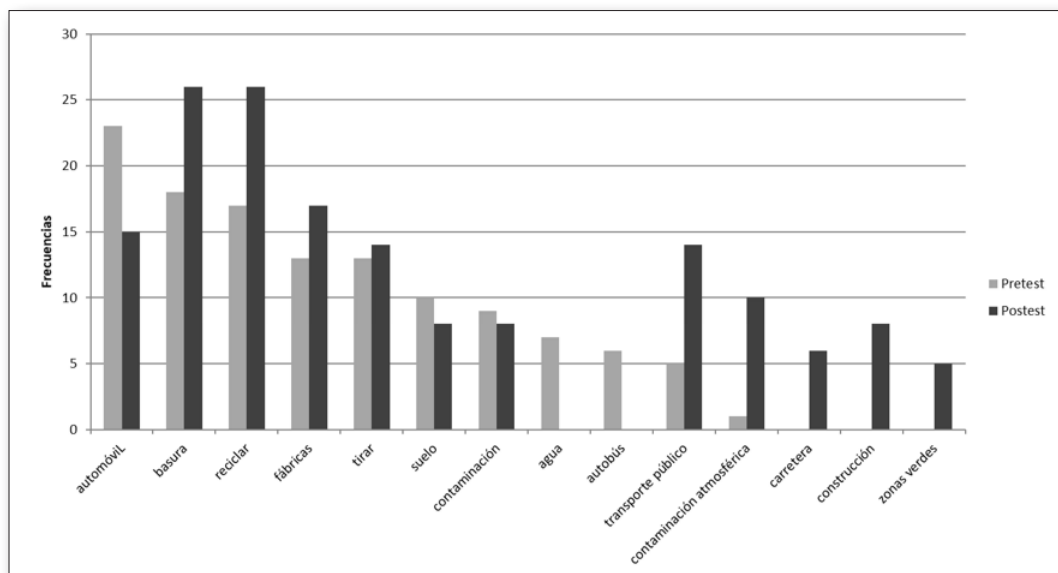


Fig. 4. Frecuencias de términos con connotación ambiental antes y después de las intervenciones (arriba el grupo control y debajo, el experimental)

Los resultados del análisis intragrupo mostraron diferencias estadísticas significativas, tanto en el control como en el experimental, y también en la riqueza y en la abundancia léxicas (tabla 7). En la comparación intergrupos se cumplieron todas las asunciones necesarias para aplicar el ANCOVA. Tras la aplicación del estadístico se determinaron diferencias estadísticas significativas entre el grupo control y el experimental en la riqueza y la abundancia léxicas (tabla 8).

Tabla 7.

Resultado de la t de Student para muestras pareadas en la comparación intragrupo

Grupo	Medida	Momento	M	DE	t	p	d
Control	Riqueza	Pretest	3.31	1.87	-2.333	.027	.43
		Posttest	4.13	1.66			
	Abundancia	Pretest	4.20	2.99	-2.304	.029	.43
		Posttest	5.41	2.74			
Experimental	Riqueza	Pretest	5.91	2.85	-3.159	.004	.55
		Posttest	7.69	2.44			
	Abundancia	Pretest	7.66	4.36	-2.230	.033	.39
		Posttest	9.53	3.48			

Tabla 8.
Resultados del análisis estadístico de la comparación de la riqueza
y la abundancia léxica entre el grupo control y el experimental (pre/post)

		ANCOVA					Homocedasticidad	
Medida	Momento	M	DE	f	p	eta ²	Levene	p
Riqueza	Pretest control	3.31	1.87	23.201	.000	.286	2.785	.100
	Pretest experimental	5.91	2.85					
	Postest control	4.13	1.66					
	Postest experimental	7.69	2.44					
Abundancia	Pretest control	4.20	2.99	13.502	.001	.189	2.595	.113
	Pretest experimental	7.66	4.36					
	Postest control	5.41	2.74					
	Postest experimental	9.53	3.48					

Test de conciencia ambiental: pregunta de opción múltiple

Tras la obtención de las puntuaciones medias por alumno a la pregunta correspondiente, se determinó un empeoramiento de la percepción del estado medioambiental en el grupo control y una ligera mejora en el grupo experimental. Dichas diferencias resultaron no ser significativas para ninguno de los grupos tras la aplicación del test de Wilcoxon de muestras pareadas (tabla 9). A partir del análisis de U de Mann-Whitney, donde se compararon las puntuaciones de ambos grupos antes y después de las intervenciones, las diferencias existentes no resultaron ser estadísticamente significativas (tabla 10).

Tabla 9.
Resultados del análisis estadístico de la comparación intragrupo
(control y experimental) de la puntuación media por alumno en la pregunta de opción múltiple

Grupo	Momento	M	DE	z	p	r
Control	Pretest	2.66	.81	-1.213	.225	.22
	Postest	2.48	.87			
Experimental	Pretest	2.38	.97	-.738	.437	.13
	Postest	2.50	.67			

Tabla 10.
Resultados del análisis estadístico de la comparación
de las puntuaciones en la pregunta de opción múltiple entre el grupo control y el experimental

	M	DE	z	p	r
Pretest Control	2.66	.814	-1.235	.217	.15
Pretest Experimental	2.38	.971			
Postest Control	2.48	.871	-.150	.881	.02
Postest Experimental	2.50	.671			

DISCUSIÓN

Análisis intragrupo

Los análisis efectuados de manera independiente en el grupo control y experimental tenían como finalidad alcanzar el primero de los objetivos específicos del estudio. Tras los resultados obtenidos, observamos que se han producido, dependiendo del grupo, diferencias estadísticamente significativas en un número variable de los apartados del test de conciencia ambiental aplicado. El hecho de que el instrumento utilizado para la medida de la conciencia ambiental estuviera diversificado en diferentes apartados posibilita que se pueda dar una triangulación en los resultados, siendo más fiable su interpretación, ya que se contrarrestan las amenazas a la validez interna inherentes al estudio.

Sobre la base de los resultados, se observa una influencia de ambas metodologías en el aumento del nivel de conciencia ambiental (no fue así en el nivel de percepción del estado del medio ambiente). No obstante, se hace notar un mayor efecto de la intervención en el grupo donde se aplicó el ABP, apreciándose un mayor número de comparaciones con significación estadística. Este resultado sugiere que el proyecto implementado fue eficiente en el incremento de conciencia ambiental, lo cual concuerda con diversos estudios previos realizados en diferentes contextos educativos en educación secundaria y que, como en el nuestro en esta fase intragrupo, implicaban solo a un grupo de estudiantes (Son et al., 2011; Jakab et al., 2019; Fauziah et al., 2023). Analizando específicamente los diferentes apartados, el incremento medio de la puntuación en el test de Likert (donde se medía la intención de conducta relacionada con las dimensiones conativa y activa de la conciencia ambiental) y el aumento en el nivel de alfabetización ambiental, estrechamente vinculado con el nivel de conciencia ambiental (Ertekin, 2014), resultan de especial interés, por ser la antesala del desarrollo de actitudes de carácter proambiental tan necesarias en el contexto de crisis ambiental en el que nos encontramos (Kothe et al., 2019). Asimismo, en las preguntas abiertas destaca la mejora, refrendada estadísticamente, en las respuestas a la pregunta 1, en relación con la identificación de problemas ambientales; este hecho resulta de especial relevancia, ya que la identificación de problemas ambientales está relacionada con un mayor nivel de conciencia ambiental (Calculli et al., 2021).

Análisis intergrupos

Una vez determinada la eficiencia específica de ambas metodologías en el aumento del nivel de conciencia ambiental, se llevaron a cabo las comparaciones oportunas para dar respuesta al segundo de los objetivos específicos del estudio. Dados los resultados, y tras el análisis estadístico, podemos afirmar que hubo evidencias de que el nivel de conciencia ambiental aumentó significativamente más en el grupo experimental que en el de control, dándose un incremento diferencial en varios parámetros del test aplicado; esto coincide con otros estudios previos en educación secundaria que compartían el mismo objetivo en diferentes contextos (Al-Balushi y Al-Aamri, 2014; Ural y Dadli, 2020; Rianti et al., 2024). No obstante, estas diferencias no llegaron a materializarse de forma significativa en algunos resultados parciales del test de conciencia ambiental. Ello debiera conducir a la necesidad de replicar estos resultados en otros estudios con otro instrumento y un mayor número de participantes para validar o no estos hallazgos.

Las diferencias significativas se focalizaron en las respuestas a las preguntas abiertas, asociadas fundamentalmente a un mejor conocimiento de las problemáticas y potenciales soluciones medioambientales y a la alfabetización ambiental. Destacan las diferencias con alto nivel de significación estadística en la riqueza y la abundancia léxica, que son un claro síntoma del aumento diferencial en el nivel de conciencia ambiental detectado entre grupos. La utilidad que en este estudio se manifiesta en torno

a la efectividad mostrada por el ABP en el aumento de la alfabetización ambiental supone un aporte de relevancia en la búsqueda de recursos y herramientas que, desde las instituciones, se viene pretendiendo para generar un desarrollo en esta (Álvarez-García, et al., 2018). A pesar de que este aumento no garantiza la consecución de actitudes proambientales en la población (Maurer y Bogner, 2020), aquella proporciona una base sobre la cual puedan producirse en un futuro. Por último, deberíamos destacar que el ABP genera una mejor identificación de los diferentes problemas y soluciones de carácter medioambiental (categorizaciones de las respuestas) por parte del alumnado, en contraste con la unidad didáctica implementada, siendo esto un claro indicativo del nivel de conciencia ambiental.

Consideraciones finales

Debido a las amenazas a la validez interna de la investigación, las conclusiones del estudio deben limitarse al contexto en el que se ha implementado; para una generalización de los hallazgos planteados sería necesaria la replicación en diferentes contextos y una aleatorización de los alumnos en el grupo experimental y control (diseño experimental) en las comparaciones entre grupos. Ello podría marcar una de las líneas futuras de investigación.

Aparte de las evidentes implicaciones educativas que los resultados muestran a la hora de abordar el estudio del ambiente urbano mediante el ABP, otras derivaciones podrían encontrarse en la forma de medir los cambios que dicha metodología produce sobre el grado de conciencia ambiental, dado que se aprecian diferencias más significativas en las respuestas a preguntas abiertas que en las de las preguntas cerradas.

REFERENCIAS

- Aguilera, A. (2017). Un instrumento de preguntas abiertas para la revisión de la docencia universitaria. *Fuentes*, 19(1), 57-71. <https://revistascientificas.us.es/index.php/fuentes/article/view/3460>
- Aguilera, D. (2018) La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Al-Balushi, S. M. y Al-Aamri, S. 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>
- Álvarez-García, O., Sureda-Negre, J., y Comas-Forgas, R. (2018). Evaluación de las competencias ambientales del profesorado de primaria en formación inicial: estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 117-141. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2338>
- Álvarez, Y. L., Ávila, M. Y., y Buitrago, S. M. (2022). *Metodologías de aprendizaje en programas sobre educación ambiental en colegios: revisión sistemática*. [Trabajo fin de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/44899>
- Araújo, D. de, Farias, R., de Lucena, P., Lindsey, M., Piñeiro, C., y Dolbeth, M. (2022). Improving environmental awareness and ocean literacy through hands-on activities in the tropics. *Applied Environmental Education & Communication*, 21(2), 120-139. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2021.1887778>
- Ato, M. y Vallejo, G. (2015). *Diseños de investigación en Psicología*. Pirámide.
- Ayçiçek, B. y Yanpar, T. (2018). The Effect of Flipped Classroom Model on Students' Classroom Engagement in Teaching English. *International Journal of Instruction*, 11(2), 385-398. 8. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11226a>
- Ayerbe, J. (2021). *Aprendizaje basado en proyectos en educación ambiental. Implementación en educación secundaria*. [Tesis doctoral]. Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/66770>

- Ayerbe, J. y Perales, F. J. (2020). Reinventa tu ciudad: aprendizaje basado en proyectos para la mejora de la conciencia ambiental en estudiantes de Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 181-203. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v38-n2-ayerbe-perales>
- Ayerbe, J. y Perales, F. J. (2024). Effects of Project-Based Learning Methodology on Enviromental Awareness of Secondary School Students. *International Journal of Instruction*, 17(1), 1-22. https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2024_1_1.pdf
- Besaure, S. (2020). Energías renovables en la realidad noticiosa: Secuencia didáctica para la enseñanza de las energías renovables mediante el trabajo de la reflexión en torno a conflictos sociocientíficos. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 100-129. <https://doi.org/10.5027/reinnec.V3.I2.64>
- Benjumeda F. J. y Romero, I. M. (2017). Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 621-637. <http://hdl.handle.net/10498/19511>
- Bergman, B. G. (2016). Assessing impacts of locally designed environmental education projects on students' environmental attitudes, awareness, and intention to act. *Environmental Education Research*, 22(4), 480-503. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.999225>
- Bertaut, M. B., Lebart, L., y Rajadell, N. (1992). El análisis estadístico de datos textuales. La lectura según los escolares de enseñanza primaria. *Anuario de Psicología/The UB Journal of Psychology*, (55), 7-22.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., y Cabrera, M. (2022). GreenComp The European sustainability competence framework. *Eur*, 30955 EN. <https://doi.org/10.2760/094757>
- Birgili, B. (2015). Creative and Critical Thinking Skills in Problem-Based Learning Environments. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2, 71-80.
- Byrt, T., Bishop, J., y Carlin, J. B. (1993). Bias, prevalence and kappa. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46(5), 423-429.
- Bywater, K. (2014). Investigating the Benefits of Participatory Action Research for Environmental Education. *Policy Futures in Education*, 12(7), 920-932. <https://doi.org/10.2304/pfie.2014.12.7.920>
- Calculi, C., D'Uggento, A. M., Labarile, A., y Ribeco, N. (2021). Evaluating people's awareness about climate changes and environmental issues: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129244. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129244>
- Carretero-Dios, H. y Pérez, C. (2005). Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(3), 521-551.
- Casado, A., Prieto, L., y Alonso, J. (1999). El tamaño del efecto de la diferencia entre dos medias: ¿estadísticamente significativo o clínicamente relevante? *Med Clin.*, 112(15), 584-588.
- Chan, Y. H. (2003). Biostatistics 102: quantitative data-parametric and non-parametric tests. *Singapore Med J*, 44(8), 391-396.
- Chand, A. V. M. (2018). Place Based Approach to plan for Resilient Cities: A local government perspective. *Procedia Engineering*, 212, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.021>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2000). *Research methods in education*. Routledge.
- Cruz, I. M., Acebal, M. C., Cebrián, D., y Blanco, A. (2020) El juego de rol como estrategia didáctica para el desarrollo de la conciencia ambiental. Una Investigación Basada en el Diseño. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1302. https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1302
- De la Fuente, E. I., García, J., Suárez, P. A., y Fernández, M. J. (1999). Evaluación de actitudes ambientales en la ESO: análisis de un instrumento. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (22), 77-86.

- Ertekin, T. y Yüksel, Ç. (2014). The role of ecological literacy education with academic support in raising environmental awareness for high school students: «Enka ecological literacy summer camp project case study». *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 120, 124-132.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.089>
- Fauziah, D. A., Erman, E., Susiyawati, E., y Budiyanto, M. (2023). Implementation of project-based learning models to improve science literacy of junior high school students. *Jurnal Pijar Mipa*, 18(2), 176-182. <https://doi.org/10.29303/jpm.v18i2.4795>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., y Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2. <https://doi.org/10.1037/a002433>
- Genc, M. (2015) 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>
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., y Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27(1), 35-49.
<https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Gouvêa, J. A. G., Antunes, M. D., Bortolozzi, F., Marques, A. G., y Bertolini, S. M. M. G. (2017). Impact of Senior Dance on emotional and motor parameters and quality of life of the elderly. *Da Rede de Enfermagem Do Nordeste*, 18(1), 51-58. <https://doi.org/10.15253/2175-6783.2017000100008>
- 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*, 2, 270-280.
- Ham, M., Mrčela, D., y Horvat, M. (2016). Insights for measuring Environmental Awareness. *Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Entrepreneurship, Business, and Economic Issues*, 29(1), 159-176. <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/ekonomski-vjesnik/article/view/3661>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Mc Graw-Hill.
- Hidalgo-López, C. R. (2021). Factores metodológicos para la ambientalización curricular universitaria. *Revista Contemporânea de Educação*, 16(35), 181-209. <https://doi.org/10.20500/rce.v16i35.42758>
- Höfner, S. y Schütze, A. (2021). Air Quality Measurements and Education: Improving Environmental Awareness of High School Students. *Frontiers in Sensors*, 2, 657920.
<https://doi.org/10.3389/fsens.2021.657920>
- Huitema, B. (2011). *The analysis of covariance and alternatives: Statistical methods for experiments, quasi-experiments, and single-case studies*. John Wiley and Sons.
- IPCC (2023). *Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, H. Lee y J. Romero (eds.) (pp. 35-115). IPCC.
<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Jakab, I., Zigová, M., y Pucherová, Z. (2019). Modernization of Environmental Education with the Use of Project-Based Learning, Outdoor Education, and Mobile Learning Supported by Information and Communication Technology. *Universities in the Networked Society: Cultural Diversity and Digital Competences in Learning Communities*, 223-248.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-05026-9_13
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., y Bonn, A. (Eds.) (2017). *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-56091-5>

- Khatiban, M. y Sangestani, G. (2014). The effects of using problem-based learning in the clinical nursing education on the students' outcomes in Iran: A quasi-experimental study. *Nurse Education in Practice*, 14(6), 698-703. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2014.10.002>
- Kothe, E. J., Ling, M., North, M., Klas, A., Mullan, B. A., y Novoradovskaya, L. (2019). Protection motivation theory and pro-environmental behaviour: A systematic mapping review. *Australian Journal of Psychology*, 71(4), 411-432. <https://doi.org/10.1111/ajpy.12271>
- Kraft, M. A. (2020). Interpreting effect sizes of education interventions. *Educational researcher*, 49(4), 241-253. <https://doi.org/10.3102/0013189X20912798>
- Kricsfalusy, V., George, C., y Reed, M. G. (2018). Integrating problem-and project-based learning opportunities: Assessing outcomes of a field course in environment and sustainability. *Environmental Education Research*, 24(4), 593-610. <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1269874>
- Kunstmann, L. N. y Merino, J. (2008). El experimento natural como un nuevo diseño cuasi-experimental en investigación social y de salud. *Ciencia y Enfermería*, 14(2), 9-12.
- Larmer, J., Mergendoller, J., y Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning. A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD.
- Marcos-Merino, J. M., Corbacho-Cuello, I., y Hernández-Barco, M. (2020). Analysis of sustainability knowingsness, attitudes and behavior of a Spanish pre-service primary teachers sample. *Sustainability*, 12(18), 7445. <https://doi.org/10.3390/su12187445>
- Markham, T., Larmer, J., y Ravitz, J. (2003). *Project Based Learning: A guide to standards-focused Project based learning*. Buck Institute for Education.
- Maurer, M. y Bogner, F. X. (2020). Modelling environmental literacy with environmental knowledge, values and (reported) behaviour. *Studies in Educational Evaluation*, 65, 100863. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100863>
- Meléndez, R., Giraldo, R., y Leiva, V. (2020). Sign, Wilcoxon and Mann-Whitney tests for functional data: An approach based on random projections. *Mathematics*, 9(1), 44. <https://dx.doi.org/10.3390/math9010044>
- Miller, C. J., Smith, S. N., y Pugatch, M. (2020). Experimental and quasi-experimental designs in implementation research. *Psychiatry Research*, 283, 112-452. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.06.027>
- Negev, M., Garb, Y., Biller, R., Sagy, G., y Tal, A. (2009). Environmental problems, causes, and solutions: An open question. *The Journal of Environmental Education*, 41(2), 101-115. <https://doi.org/10.1080/00958960903295258>
- Oakes, J. M. y Feldman, H. A. (2001). Statistical power for nonequivalent pretest-posttest designs: The impact of change-score versus ANCOVA models. *Evaluation Review*, 25(1), 3-28.
- Olejnik, S. F. y Algina, J. (1984). Parametric ANCOVA and the rank transform ANCOVA when the data are conditionally non-normal and heteroscedastic. *Journal of Educational Statistics*, 9(2), 129-149.
- Ortiz de Santos, R., Santamaría-Cárdaba, N., y López-Luengo, M. A. (2021). Evaluación de una propuesta de educación ambiental entre la Universidad y una organización conservacionista. ¡Ayudemos a los aguiluchos cenizos! *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 40, 117-132. <https://doi.org/10.7203/DCES.40.16074>
- Pardo, C. E., Ortiz, J., y Cruz, D. (2012). *Análisis de datos textuales con DtmVic* [Comunicación]. En XXII Simposio Internacional de Estadística (pp. 1-42). Bucaramanga. <http://www.dtmvic.com/doc/ADTcDtmVic.pdf>
- Perales, F. J. (2010). *Cambios en la percepción ambiental de los futuros maestros de Educación Primaria*. II Congreso Internacional de Didácticas. Gerona.

- Perales, F. J. y Ayerbe, J. (2016). *El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias*. XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz.
- Ramalle-Gómara, E. y de Llano, J. A. (2003). Utilización de métodos robustos en la estadística inferencial. *Atención Primaria*, 32(3), 177-182.
- 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.
- Rianti, N. S., Utaya, S., Purwanto, y Shreshta, R. P. (2024). Uncovering The Effectiveness of the Project-Based Learning Model and Ecological Intelligence: Impact on Environmental Problem-Solving Ability in Senior High School. *Jambura Geo Education Journal*, 5(1), 33-43. <https://doi.org/10.37905/jgej.v5i1.24461>
- Rodríguez, C., Herrera, L., y Lorenzo, O. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 15(2), 133-154.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Ruiz-Gallardo, J. R., González-Geraldo, J. L., y Castaño, S. (2016). What are our students doing? Workload, time allocation and time management in PBL instruction. A case study in Science Education. *Teaching and Teacher Education*, 53, 51-62. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.10.005>
- Ruiz, J. M. L. y Ly, C. C. T. (2012). La aplicación de los juegos didácticos basados en el enfoque significativo mejora el logro de aprendizaje en el área de matemática. *In Crescendo*, 3(1), 23-30.
- Salvador, S. L., Prieto, J. M. M., y Pastrana, M. R. (2019). Diseño y validación de una escala para la medición de conciencia ambiental en los futuros maestros de primaria. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 23(3), 297-316. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.11181>
- Son, M. H., Park, H. G., y Cheong, C. (2011). Effects of eco-friendly school project activity on middle school students' environmental awareness. *Hwankyungkyoyuk*, 24(3), 34-43
- Strobel, J. y van Barneveld, A. (2009). When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1046>
- Tilbury, D. y Galvin, C. (2022). Input paper: A whole school approach to learning for environmental sustainability. *European Commission*. <https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/2022-02/input-paper-whole-school-approach-sustainability.pdf>
- Tomczak, M. y Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 1(21): 19-25.
- Ural, E. y Dadli, G. (2020). The effect of problem-based learning on 7th-grade students' environmental knowledge, attitudes, and reflective thinking skills in environmental education. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 6(3), 177- <http://dx.doi.org/10.21891/jeseh.705145>
- Valarmathi, A. y Prince, M. V. (2018). Effectiveness of Structured Teaching Programme Regarding Cardiac Rehabilitation in terms of Knowledge, attitude and Practice among Patients with Myocardial Infarction at KMC Hospital, Trichy. *International Journal of Advances in Nursing Management*, 6(1), 10-14. <https://doi.org/10.5958/2454-2652.2018.00003.3>
- Vasconcelos, C. (2012). Teaching Environmental Education through PBL: Evaluation of a Teaching Intervention Program. *Research in Science Education*, 42, 219-232. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-010-9192-3>

ANEXO:

ESCALA LIKERT UTILIZADA EN EL TEST DE CONCIENCIA AMBIENTAL

Cuestionario sobre actitudes ambientales															
Sexo: ☐ Mujer ☐ Varón															
Código: _____															
Edad: _____															
Por favor, indica tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones. Para ello rodea con círculo el número correspondiente de acuerdo con la siguiente escala: <table style="width: 100%; text-align: center; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> <tr> <td>Muy en desacuerdo</td> <td>En desacuerdo</td> <td>Duda</td> <td>De acuerdo</td> <td>Muy de acuerdo</td> </tr> </table>						1	2	3	4	5	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Duda	De acuerdo	Muy de acuerdo
1	2	3	4	5											
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Duda	De acuerdo	Muy de acuerdo											
1.- Mi colaboración es importante para la protección del medio ambiente	1	2	3	4	5										
2.- Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales porque en la naturaleza todo se degrada con el tiempo.	1	2	3	4	5										
3.- En nuestra ciudad es más importante el desarrollo económico que puede producir la instalación de varias fábricas que la posible contaminación que puedan generar	1	2	3	4	5										
4.- El que la gente conozca los problemas ambientales puede ser una forma eficaz para proteger el medio ambiente.	1	2	3	4	5										
5.- Estaría dispuesto a pagar algo más por los refrescos, el cine o el teatro si ese dinero se empleara para ayudar a los países menos desarrollados.	1	2	3	4	5										
6.- No tiene sentido dejar de construir una presa o una autovía por proteger unas aves o unas plantas "raras"	1	2	3	4	5										
7.- La educación ambiental no puede ayudar a solucionar los problemas de contaminación, sólo la tecnología puede hacerlo.	1	2	3	4	5										
8.- Alguna gente se pone muy "pesada" con el "rollo" del medio ambiente.	1	2	3	4	5										
9.- Es más importante la comodidad (de horarios sobre todo) que me proporciona usar mi propio vehículo que la mínima contaminación que pueda ocasionar.	1	2	3	4	5										
10.- En muchas ocasiones las organizaciones ecologistas parecen más preocupadas de "incordiar" a las autoridades que de proteger el medio ambiente.	1	2	3	4	5										
11.- Debemos procurar conservar todos los animales y plantas de la Tierra, aunque ello suponga un gasto económico elevado.	1	2	3	4	5										
12.- Estoy dispuesto a consumir menos y prescindir de algunas comodidades si con ello ayudo a proteger el medio ambiente.	1	2	3	4	5										
13.- Los ganaderos hacen bien en matar a los lobos o los animales salvajes que ataquen y produzcan daños en el ganado.	1	2	3	4	5										
14.- En mi casa puedo gastar toda el agua que sea necesaria ya que soy yo (o mis padres) quien la paga.	1	2	3	4	5										
15.- No me importa pagar algo más por un mismo refresco si el envase es reciclable.	1	2	3	4	5										
16.- En mi casa me preocupo de separar plásticos, papel y vidrio de la basura y llevarlo	1	2	3	4	5										

PBL versus Conventional Methodology: Impact on Environmental Awareness

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

F. Javier Perales Palacios
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada (España)
fperales@ugr.es

The environmental crisis facing planet Earth today is undeniable; scientific evidence has long predicted it, and data continue to confirm it. The educational sphere, though limited in its influence, undertakes various initiatives to foster students' environmental awareness, hoping to reshape their perception of their relationship with the planet and, ultimately, their daily behavior. This study seeks to enhance environmental awareness among secondary education students through a comparative study examining the environmental conditions of their city, employing a Project-Based Learning (PBL) methodology versus a conventional approach.

To achieve the research objectives, a secondary school teacher simultaneously implemented a PBL-designed project and a traditionally structured teaching unit in two third-year secondary education groups within the same institution. Both approaches focused on studying the urban environment, with the experimental group following the PBL methodology and the control group adhering to the conventional one. A pre-post environmental awareness test was administered before and after the interventions to assess changes in awareness levels over time. The primary variable measured was environmental awareness, alongside additional assessments of environmental literacy, identification of environmental problems and solutions, and perception of urban environmental conditions.

The test comprised three sections: a Likert-scale questionnaire to measure environmental awareness, three open-ended questions to assess environmental literacy, knowledge of environmental issues, as well as potential solutions, and a multiple-choice question to determine students' perception of the urban environment.

For the first section, appropriate statistical analyses were conducted for both intergroup and intragroup comparisons. The second section involved categorizing responses through a deductive-inductive process based on predefined categories. Lastly, an analysis of environmental literacy levels was performed, defined as the use of environmental terminology in responses to open-ended questions following the interventions. This analysis considered lexical abundance (absolute frequency of words with environmental connotations) and lexical richness (variety of environmentally relevant terms) in the pre-post test responses.

Based on intragroup results, both methodologies contributed to an increase in environmental awareness levels, though no significant change was observed in students' perception of urban environmental conditions. However, a stronger effect was observed in the group exposed to the PBL approach, with a greater number of statistically significant comparisons. These findings suggest that the implemented project effectively enhanced environmental awareness, aligning with previous studies conducted in various secondary education contexts. Additionally, the open-ended responses showed a statistically significant improvement in responses to question 1, which addressed the identification of environmental problems. This finding is particularly relevant, as the ability to identify environmental problems is closely linked to higher levels of environmental awareness.

Considering the intergroup results and statistical analyses, it can be concluded that environmental awareness levels increased significantly more in the experimental group than in the control group, with a differential increase in several parameters of the administered test. This finding is consistent with previous studies in secondary education that pursued similar objectives across different educational contexts.