

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado

Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad para incrementar
la alfabetización estadística mediante Aprendizaje
Basado en Proyectos.

<https://youtu.be/xZKBBgNwmS4>

Autora:

Nuria Alonso García

Director:

Dr. Andrés Bueno Crespo

Murcia, mayo de 2026

ÍNDICE

RESUMEN	5
1. JUSTIFICACIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Marco legal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	11
2.2. La alfabetización estadística como competencia ciudadana	12
2.3. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como estrategia de innovación	13
2.4. La Educación Ecosocial y los ODS en el currículo de Matemáticas	14
2.5. El papel de las TIC y la simulación visual en la enseñanza de la probabilidad y estadística	15
2.6. El rol del docente y la atención a la diversidad en el modelo ABP	16
2.7. La evaluación formativa y compartida en el aprendizaje por proyectos	17
3. OBJETIVOS	19
3.1. Objetivo General	19
3.2. Objetivos Específicos	19
4. METODOLOGÍA	21
4.1. Contenidos	21
4.1.1. Saberes Básicos: El Sentido Estocástico	21
4.1.2. Contenidos transversales y competenciales	22
4.1.3. Interdisciplinariedad: La conexión con otras áreas	23
4.2. Temporalización y actividades	23
4.2.1. Fase I: Lanzamiento y compromiso (Sesión 1)	24
4.2.2. Fase II: Investigación y recogida de evidencias (Sesiones 2-3)	25
4.2.3. Fase III: Análisis Estadístico y tratamiento digital (Sesiones 4, 5 y 6)	26
4.2.4. Fase IV: Difusión y propuestas de mejora (Sesiones 7 y 8)	28
4.3. Medidas de atención a la diversidad y Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)	29
4.4. Recursos	30
4.4.1. Recursos Humanos	30
4.4.2. Recursos Materiales y Tecnológicos	31
4.4.3. Recursos Espaciales y Temporales	32
4.5. Relación entre objetivos específicos, actividades y recursos	32
4.6. Análisis de viabilidad y sostenibilidad de la propuesta	34
4.6.1. Viabilidad Técnica y Digital	34
4.6.2. Viabilidad Económica y Material	34
4.6.3. Viabilidad Curricular y Organizativa	35
4.6.4. Previsión de Dificultades y Soluciones	35
5. EVALUACIÓN	37
5.1. Evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos	37
5.2. Evaluación de la validez del diseño del proyecto	38

5.3. Técnicas e instrumentos de recogida de información	39
6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL	41
6.1. Cumplimiento de los objetivos planteados	41
6.1.1. OE1. Analizar y calcular parámetros estadísticos.	41
6.1.2. OE2. Utilizar herramientas digitales y simulación visual.	41
6.1.3. OE3. Promover el compromiso con los ODS.	42
6.1.4. OE4. Implementar un sistema de evaluación formativa.	42
6.2. Carácter innovador: ¿Qué diferencia a esta propuesta?	42
6.3. Virtudes y beneficios de la aplicación	43
6.4. Viabilidad, coste y extrapolación	43
6.5. Valoración personal y profesional	44
6.6. Limitaciones: una propuesta no implementada	44
7. REFERENCIAS	45
8. ANEXOS	47
8.1. Anexo 1. Ficha de roles del equipo cooperativo	47
8.2. Anexo 2. Plantilla del cuaderno de bitácora	48
8.3. Anexo 3. Hoja de registro de campo: recogida de datos	48
8.4. Anexo 4. Rúbrica del Informe de auditoría ecosocial	49
8.5. Anexo 5. Cuestionario de autoevaluación del alumnado	50
8.6. Anexo 6. Diana de aprendizaje	51

ÍNDICE DE ELEMENTOS GRÁFICOS

FIGURAS

Figura 1.....	27
Figura 2.....	52

TABLAS

Tabla 1.....	24
Tabla 2.....	32
Tabla 3.....	37
Tabla 4.....	38
Tabla A1.....	47
Tabla A2.....	48
Tabla A3.....	49
Tabla A4.....	49
Tabla A5.....	50
Tabla A6.....	51

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster aborda la problemática de la descontextualización en la enseñanza de las matemáticas, concretamente en el bloque de estadística y probabilidad, proponiendo una solución vinculada a la educación ecosocial. El objetivo general es incrementar la alfabetización estadística y la conciencia ambiental del alumnado de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) mediante el diseño de la propuesta de intervención «Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad», articulada a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). La metodología se estructura en una secuencia didáctica de ocho sesiones que integran el trabajo de campo con el uso de herramientas TIC, para el tratamiento de datos reales. Como resultado, se presenta un diseño pedagógico que permite transformar conceptos abstractos de centralización y dispersión estadística en evidencias empíricas sobre la sostenibilidad urbana y el cumplimiento de los ODS. En conclusión, el proyecto demuestra que la vinculación entre la estadística y la realidad ecosocial no solo mejora la motivación intrínseca del estudiante, sino que fomenta un pensamiento crítico esencial para la ciudadanía del siglo XXI, resultando en una propuesta innovadora, de bajo coste y alta viabilidad para su implementación en centros de educación secundaria.

Palabras claves:

Alfabetización, estadística, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Sostenibilidad, GeoGebra, 4.º de ESO, Educación ecosocial.

ABSTRACT

This Master's Thesis addresses the issue of decontextualization in mathematics teaching, specifically in the statistics and probability unit, by proposing a solution linked to eco-social education. The main objective is to enhance the statistical literacy and environmental awareness of 4th-year Secondary Education (ESO) students through the design of an intervention proposal structured around Project-Based Learning (PBL) entitled 'Eco-Neighborhood: The Sustainability Challenge'. The methodology is organized into an eight-session didactic sequence that integrates fieldwork with the use of ICT tools to process real-world data. As a result of the design, a pedagogical proposal is presented that allows transforming abstract concepts of central tendency and dispersion into empirical evidence regarding urban sustainability and the achievement of the SDGs. In conclusion, the project demonstrates that linking statistics with eco-social reality not only improves students' intrinsic motivation but also fosters the critical thinking essential for 21st-century citizenship, resulting in an innovative, low-cost, and highly viable proposal for implementation in secondary schools.

Keywords:

Statistical, literacy, Project-Based Learning (PBL), Sustainability, GeoGebra, Secondary Education, Eco-social education.

1. JUSTIFICACIÓN

La sociedad contemporánea se encuentra inmersa en una era de datos. La capacidad de interpretar, analizar y criticar la información cuantitativa se ha convertido en una competencia ciudadana esencial para el desarrollo de un pensamiento crítico y autónomo. En este contexto, la enseñanza de la probabilidad y la estadística en las etapas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato cobra una relevancia estratégica. No se trata únicamente de un bloque de contenidos matemáticos, sino de una herramienta fundamental para que el alumnado pueda comprender fenómenos complejos, desde la interpretación de noticias hasta la toma de conciencia sobre problemas globales.

Sin embargo, a pesar de su utilidad evidente, existe una brecha pedagógica tradicional que este Trabajo Fin de Máster pretende abordar. Durante el periodo de observación y práctica docente en un centro de titularidad concertada, se ha constatado que el alumnado de cuarto de ESO percibe el bloque de estadística como un conjunto de algoritmos mecánicos y descontextualizados. Esta percepción deriva, a menudo, de una metodología basada en ejemplos teóricos y datos ficticios que no logran conectar con la realidad cotidiana de los estudiantes, lo que desemboca en una falta de motivación intrínseca y una baja participación.

Esta desmotivación no es una cuestión menor, sino una carencia pedagógica con consecuencias a largo plazo. Si el aprendizaje de la estadística no se vincula a problemas reales, el alumnado termina por asociar las matemáticas con un saber abstracto carente de utilidad, perdiendo la oportunidad de desarrollar una "alfabetización estadística" que le permita actuar como un ciudadano informado.

A raíz de esta problemática detectada, surge la necesidad de plantear una propuesta de innovación que rompa con la enseñanza tradicional. He observado que el interés del alumnado se dinamiza cuando se utilizan recursos visuales y tecnológicos o cuando se les invita a analizar su entorno físico

inmediato. Por ello, este trabajo propone el diseño de un Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) titulado «Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad».

El núcleo de la propuesta reside en transformar al alumnado en "auditores ambientales" de su propio barrio. En lugar de resolver ejercicios descontextualizados de un libro de texto, el alumnado utilizará la estadística y la probabilidad como herramientas de investigación para medir y analizar la sostenibilidad de su entorno urbano cercano (contaminación acústica, gestión de residuos perimetrales, densidad de espacios verdes, etc.). De este modo, la estadística deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en el medio con el que el alumnado comprende su realidad y propone mejoras tangibles a la comunidad escolar y local.

La elección de la sostenibilidad ambiental en el entorno del centro no es arbitraria. Se ha detectado que el alumnado muestra una mayor predisposición al esfuerzo cuando percibe que el objeto de estudio tiene un impacto directo en su calidad de vida. El barrio del centro, con su configuración urbana específica, ofrece un escenario ideal para la aplicación de la estadística descriptiva e inferencial. Problemas como la contaminación acústica en horas punta, la gestión de residuos en los alrededores o la proporción de zonas verdes por habitante, son variables reales que permiten al alumnado transitar desde el dato aislado hacia la información con significado.

Trabajar sobre el «Ecobarrio» permite, además, una conexión interdisciplinar que refuerza el aprendizaje. La estadística deja de ser un tema aislado dentro del currículo para convertirse en el lenguaje que permite auditar la salud ambiental del entorno. Esta contextualización no sólo mejora la competencia matemática, sino que fomenta el compromiso ético y social del alumnado, transformando la apatía observada en las clases tradicionales en una curiosidad activa por entender y mejorar su comunidad.

Abordar esta temática adquiere carácter prioritario frente a otros saberes básicos debido a la urgencia pedagógica de transformar la percepción del alumnado sobre la funcionalidad sociocrítica de las matemáticas. Durante mi experiencia docente, se evidenció que los estudiantes manejan herramientas

digitales de forma cotidiana, pero carecen de la capacidad para realizar simulaciones o interpretaciones críticas de los datos que dichas herramientas generan.

Si no se implementa una mejora basada en metodologías activas como el ABP y el uso de recursos visuales, el riesgo es doble:

- A nivel académico: El alumnado seguirá superando el bloque de estadística mediante la memorización de fórmulas (como el cálculo de la varianza o la desviación típica) sin comprender qué informan estos parámetros sobre una muestra real.
- A nivel competencial: Se perpetúa un modelo de enseñanza donde el estudiante no se siente capaz de utilizar las matemáticas para resolver problemas de su entorno, lo que debilita su autoconcepto como aprendiz y su futura implicación como ciudadano responsable.

Como respuesta a esta carencia, este TFM propone una intervención que desplaza el foco del libro de texto hacia la investigación de campo. La innovación reside en el uso de la estadística como herramienta de auditoría: los estudiantes recolectarán datos reales de su barrio, utilizarán software de simulación visual para proyectar escenarios de mejora y, finalmente, elaborarán una propuesta formal basada en evidencias.

Esta propuesta busca no solo el éxito académico, sino una transformación en la actitud del alumnado hacia las matemáticas, demostrando que un gráfico o una probabilidad pueden ser el motor de un cambio real en su centro y en su ciudad.

La pertinencia de este proyecto reside en su capacidad para ofrecer una respuesta efectiva a la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje detectados en el aula. Durante el periodo de prácticas, observé una heterogeneidad significativa en los grupos de 4.º de ESO, donde conviven estudiantes con Altas Capacidades (AACC), estudiantes con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE) y estudiantes que presentan una barrera emocional hacia la abstracción matemática.

El modelo de enseñanza tradicional, centrado en la resolución de problemas tipo sobre el papel, tiende a excluir a aquellos estudiantes que requieren de un soporte visual o de una aplicación funcional para consolidar el conocimiento. Al introducir la simulación visual y el trabajo de campo en el barrio, se dota a la materia de un componente sensorial y práctico que actúa como facilitador del aprendizaje. El proyecto permite que el alumnado con mayores dificultades de abstracción pueda "ver" y "tocar" la estadística a través de los datos de su entorno, mientras que los estudiantes con ritmos más avanzados pueden profundizar en el análisis crítico y la complejidad de las propuestas de mejora.

En definitiva, esta propuesta innovadora no solo busca paliar la falta de motivación generalizada, sino asegurar que la competencia matemática sea accesible y significativa para todo el alumnado, garantizando una educación inclusiva y de calidad.

La originalidad y el carácter innovador no reside únicamente en la elección de la metodología activa, sino en la confluencia de tres elementos que, presentados de forma articulada, no se han identificado en propuestas previas del bloque de estadística para 4.º de ESO: (1) el desplazamiento del origen del dato, que abandona el libro de texto para emerger del propio barrio del centro mediante una auditoría ambiental realizada por el alumnado; (2) la integración explícita de los Objetivos de Desarrollo Sostenible - en especial el ODS 11 - como horizonte ético y curricular del bloque de Sentido Estocástico, transformando la estadística en una herramienta de denuncia y mejora ecosocial; y (3) la combinación de simulación visual con GeoGebra y trabajo de campo digital (BYOD) con un coste material muy bajo, lo que la hace replicable en cualquier centro. Esta triple novedad se desarrolla a lo largo del documento y se sintetiza posteriormente en la reflexión y valoración final.

2. MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico tiene como objetivo fundamentar científicamente la propuesta de intervención «Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad». Para ello, se realiza una revisión exhaustiva de la literatura académica y el marco normativo vigente, estructurando la información en tres ejes vertebradores que sustentan la innovación pedagógica aquí planteada.

En primer lugar, se analiza el marco legal y curricular que ampara la enseñanza de las matemáticas y la sostenibilidad, atendiendo a la normativa estatal y a los compromisos internacionales en materia de educación ambiental. En segundo lugar, se exploran los fundamentos didácticos del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la educación ecosocial como metodologías capaces de revertir la desmotivación detectada en el aula. Por último, se profundiza en el concepto de alfabetización estadística y el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) - específicamente la simulación visual - como herramientas facilitadoras para la comprensión de conceptos abstractos en la etapa de Educación Secundaria.

Esta revisión bibliográfica permite situar la propuesta no sólo como una respuesta a una necesidad práctica observada en el centro, sino como una intervención alineada con las corrientes pedagógicas contemporáneas y el rigor científico que exige el área de Didáctica de las Matemáticas.

2.1. Marco legal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La actual Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE; Jefatura del Estado, 2020), establece un marco educativo orientado a la adquisición de competencias que permitan al alumnado enfrentarse a los desafíos del siglo XXI. En este sentido, la educación matemática no se limita al dominio de procesos de cálculo, sino que se vincula directamente con el desarrollo de un pensamiento crítico que facilite la interpretación de la realidad social y ambiental.

A nivel internacional, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2015) marcan la hoja de ruta para la inclusión de la sostenibilidad en el currículo escolar. Cabe destacar el ODS 4 (Educación de Calidad) y el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), que instan a las instituciones educativas a formar ciudadanos capaces de gestionar recursos y evaluar el impacto ambiental de sus acciones. Como se observa en las directrices de la UNESCO, la educación para el desarrollo sostenible requiere metodologías transversales donde disciplinas como la estadística sirvan de base empírica para la concienciación ecológica.

2.2. La alfabetización estadística como competencia ciudadana

En el panorama educativo actual, el concepto de alfabetización estadística (*statistical literacy*) ha trascendido el ámbito puramente matemático para consolidarse como una competencia vital en la formación de ciudadanos críticos. Según Gal (2002), la alfabetización estadística se define como la capacidad de las personas para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, así como para comunicar sus opiniones y reflexiones sobre datos que pueden impactar en su vida cotidiana o en su entorno social.

Esta competencia no se limita al dominio de procesos de cálculo o a la aplicación mecánica de algoritmos. Como señalan Wild y Pfannkuch (1999) en su modelo de pensamiento estadístico, el aprendizaje debe estructurarse en torno a un ciclo de investigación (conocido como el modelo PPDAC: Problema, Plan, Datos, Análisis y Conclusiones). En este sentido, cabe destacar que el aprendizaje de la estadística en la etapa de Educación Secundaria debe alejarse de la mera manipulación de números aislados para centrarse en la resolución de problemas reales, donde el "contexto" actúa como el motor del aprendizaje.

Batanero et al. (2013) sostienen que la estadística es hoy en día un componente esencial de la cultura ciudadana, pues se utiliza para argumentar y tomar decisiones en ámbitos tan diversos como la política, la economía y el medio ambiente. No obstante, la literatura académica advierte sobre los peligros del "anumerismo" o analfabetismo funcional de datos, que deja al

alumnado vulnerable ante manipulaciones informativas. Por tanto, la inclusión de proyectos que utilicen datos reales - como la auditoría ambiental propuesta en este trabajo - responde a la necesidad de dotar al estudiante de una herramienta de análisis que le permita "leer" el mundo que le rodea.

Asimismo, en las revisiones de la literatura de autores como Shaughnessy (2007), se subraya que el desarrollo de esta alfabetización requiere de una transición desde el pensamiento determinista hacia el pensamiento estocástico (*stochastic thinking*). Esto implica que el alumnado de 4.º de ESO debe ser capaz de convivir con la incertidumbre y la variabilidad, comprendiendo que la estadística no ofrece verdades absolutas, sino niveles de probabilidad y tendencias que ayudan a gestionar la complejidad de la realidad contemporánea.

2.3. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como estrategia de innovación

El Aprendizaje Basado en Proyectos (en adelante, ABP) se define como una metodología activa que sitúa al estudiante en el centro del proceso educativo, desplazando el foco desde la mera instrucción directa hacia una investigación constructiva y autónoma. Según Trujillo (2015), el ABP no es simplemente una estrategia para realizar actividades entretenidas, sino un marco de trabajo que permite la adquisición de competencias clave mediante la resolución de un desafío o pregunta guía vinculada al mundo real.

Como se observa en la literatura pedagógica reciente, esta metodología rompe con la estructura atomizada del conocimiento. Vergara (2016) sostiene que "aprender es un acto de sentido" y que, para que el conocimiento sea duradero, debe nacer de la interacción del alumnado con su entorno. En el caso de las matemáticas, y concretamente de la estadística, el ABP facilita el tránsito de lo abstracto a lo concreto. Al enfrentar al alumnado de 4.º de ESO a un reto como la auditoría ambiental de su propio barrio, se activa la necesidad de aprender la estadística no como un fin, sino como una herramienta imprescindible para alcanzar un objetivo mayor: la mejora de su comunidad.

Siguiendo a Larmer et al. (2015), para que un proyecto sea considerado como un "estándar de oro" (*Gold Standard PBL*), debe incorporar elementos críticos como la autenticidad, la voz y elección del estudiante, y la reflexión. En la presente propuesta, la autenticidad reside en el uso de datos reales del entorno cercano del centro, permitiendo que el aprendizaje sea significativo y funcional. Además, esta metodología fomenta el desarrollo de las denominadas "competencias del siglo XXI", tales como el pensamiento crítico, la colaboración y la comunicación de resultados ante una audiencia real.

Por último, cabe destacar que el ABP actúa como un potente motor de inclusión y atención a la diversidad. Al permitir diferentes niveles de complejidad dentro de un mismo proyecto, facilita que cada estudiante contribuya desde sus propias capacidades, lo que resulta fundamental en grupos heterogéneos donde la metodología tradicional suele generar brechas de rendimiento y desmotivación (Vergara, 2016).

2.4. La Educación Ecosocial y los ODS en el currículo de Matemáticas

La entrada en vigor de la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) ha supuesto un cambio de paradigma en el sistema educativo español, al situar la educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial como ejes transversales de todas las áreas de conocimiento. En este nuevo escenario, el área de Matemáticas abandona su tradicional aislamiento para abrazar la denominada educación ecosocial. Según Alsina (2022), este enfoque permite que las matemáticas dejen de ser una disciplina puramente abstracta para convertirse en un medio que ayuda a comprender las interdependencias entre la sociedad y la biosfera a través del análisis crítico de datos y la toma de decisiones responsables.

Desde esta perspectiva, la estadística y la probabilidad se presentan como las herramientas idóneas para operativizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2015). Como se especifica en el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, las matemáticas en la Educación Secundaria deben orientarse a que el alumnado sea capaz de "analizar de forma crítica situaciones de la vida cotidiana utilizando estrategias

propias de las matemáticas". En el caso del proyecto «Ecobarrio», se incide directamente en el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), permitiendo que el alumnado utilice parámetros estadísticos para evaluar problemas reales como la contaminación, la gestión de recursos o la movilidad en su entorno cercano.

La literatura académica nacional subraya que el aprendizaje de las matemáticas desde un enfoque ecosocial no solo incrementa la relevancia del contenido, sino que fomenta el desarrollo de la competencia ciudadana. La introducción de dilemas ambientales en el aula permite que los estudiantes transiten de una matemática algorítmica a una "matemática para la justicia social" (Alsina, 2022). Al auditar los datos de sostenibilidad de un centro y su barrio, los estudiantes no solo están calculando frecuencias o probabilidades, sino que están adquiriendo la capacidad de cuestionar y transformar su realidad física y social mediante la evidencia empírica.

En definitiva, la integración de la educación ecosocial en el currículo de 4.º de ESO no debe entenderse como un añadido opcional, sino como una exigencia normativa que busca formar ciudadanos capaces de gestionar la incertidumbre y la complejidad de los retos ambientales actuales. El uso de la estadística como lenguaje de auditoría ambiental constituye, por tanto, una aplicación directa de los principios de la LOMLOE y una respuesta a la necesidad de una educación matemática más humana, ética y conectada con la preservación del entorno.

2.5. El papel de las TIC y la simulación visual en la enseñanza de la probabilidad y estadística

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula de matemáticas ha transformado la manera en que el alumnado interactúa con conceptos que, tradicionalmente, resultaban excesivamente abstractos. Como sostiene la literatura pedagógica contemporánea, la digitalización no debe entenderse como la mera sustitución de medios analógicos por digitales, sino como una oportunidad estratégica para crear entornos de aprendizaje que fomenten la experimentación activa. En el

bloque de probabilidad y estadística, este potencial se manifiesta de forma privilegiada a través de la simulación visual.

Autores de referencia como Batanero y Borovcnik (2016) subrayan que el uso de software dinámico permite al alumnado de Educación Secundaria superar las barreras de la abstracción mediante la manipulación de variables en tiempo real y la experimentación directa. La simulación visual permite realizar un elevado número de experimentos aleatorios en cuestión de segundos, facilitando que el alumnado observe fenómenos complejos, como la estabilidad de las frecuencias, de manera empírica. Esta capacidad de "visualizar el azar" es un pilar fundamental para el desarrollo del pensamiento estocástico, permitiendo que el estudiante comprenda la naturaleza de los datos, algo difícilmente alcanzable mediante el cálculo manual de lápiz y papel.

Asimismo, la integración de herramientas digitales facilita la personalización del aprendizaje. Según Contreras et al. (2011), el uso de recursos tecnológicos en estadística ayuda a reducir la carga cognitiva del alumnado, desplazando el foco desde el cálculo aritmético tedioso hacia la interpretación crítica de los resultados. En el contexto del proyecto «Ecobarrio», el uso de estas herramientas permite que los estudiantes transformen los datos brutos recogidos en su auditoría ambiental en representaciones visuales dinámicas, logrando que la interpretación de la realidad del barrio sea mucho más intuitiva y conectada con la competencia digital exigida en el currículo actual.

2.6. El rol del docente y la atención a la diversidad en el modelo ABP

En el marco de una metodología activa como el ABP, la figura del docente experimenta una transición desde un modelo de instrucción directa hacia un rol de facilitador o tutor del aprendizaje. Según Vergara (2016), el profesor ya no es el depositario único del saber, sino el diseñador de experiencias que permiten al alumnado construir su propio conocimiento. En la propuesta «Ecobarrio», el docente asume la función de mediador, orientando a los estudiantes en la selección de muestras, la gestión de datos ambientales y la interpretación crítica de los resultados obtenidos en su auditoría.

Este cambio de rol es, además, una herramienta de primer orden para la atención a la diversidad. Al alejarse de la lección magistral uniforme, el docente puede realizar un seguimiento más personalizado de los distintos ritmos de aprendizaje. Como señalan Botella y Ramos (2019), el aprendizaje por proyectos permite establecer niveles de entrada diferenciados en el aula. En el caso de la estadística, esto facilita que, dentro de un mismo proyecto, mientras algunos se centran en la recopilación descriptiva de datos del entorno, otros puedan profundizar en análisis inferenciales o simulaciones tecnológicas complejas. Esta flexibilidad metodológica asegura que todo el alumnado, independientemente de sus capacidades iniciales, participe activamente en un producto final común, fomentando así una educación inclusiva y equitativa.

2.7. La evaluación formativa y compartida en el aprendizaje por proyectos

La implementación de metodologías activas como el ABP exige una reconfiguración paralela de los procesos de evaluación. En el marco de la LOMLOE, la evaluación debe ser, ante todo, formativa y continua, orientada a la detección de dificultades y al refuerzo del aprendizaje más que a la mera calificación punitiva. Según López-Pastor y Pérez-Pueyo (2017), la evaluación formativa se define como todo proceso de evaluación cuya finalidad principal es mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje mientras estos tienen lugar.

En el proyecto «Ecobarrio», la evaluación no puede quedar relegada a un examen tradicional de contenidos estadísticos. Al tratarse de una propuesta competencial, se requiere el uso de instrumentos diversos que permitan capturar la evolución del alumnado. En este sentido, las rúbricas de evaluación se presentan como la herramienta idónea para dotar de objetividad y transparencia al proceso. Como sostienen Anijovich y Cappelletti (2017), las rúbricas no solo sirven al docente para calificar, sino que actúan como una hoja de ruta para el estudiante, permitiéndole conocer de antemano los criterios de calidad que se esperan de su trabajo. En el caso de esta propuesta, su uso resulta clave para orientar al alumnado durante el desarrollo de su auditoría ambiental.

Asimismo, cobra especial relevancia la evaluación compartida, que incluye procesos de autoevaluación y coevaluación entre pares. Fomentar que el alumnado reflexione sobre su propio desempeño y el de sus compañeros durante la recogida y análisis de datos estadísticos potencia la metacognición y la responsabilidad individual. Este enfoque evaluativo transforma el error en una oportunidad de aprendizaje, alineándose con los principios de inclusión y atención a la diversidad tratados anteriormente, al valorar el esfuerzo y el progreso individual por encima de la consecución de un resultado estandarizado único.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Máster es diseñar una propuesta de intervención pedagógica articulada a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en 4.º de ESO, vinculando los saberes básicos con la sostenibilidad ambiental del entorno urbano.

3.1. Objetivo General

Incrementar la competencia matemática y el pensamiento crítico del alumnado de 4.º de ESO mediante la ejecución de una auditoría ambiental sustentada en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

3.2. Objetivos Específicos

- OE1: Analizar y calcular parámetros estadísticos de centralización y dispersión a partir de datos reales sobre sostenibilidad recogidos por el alumnado en su entorno cercano.
- OE2: Utilizar herramientas digitales (GeoGebra y hojas de cálculo) para la representación visual y la simulación de fenómenos aleatorios relacionados con el impacto ambiental.
- OE3: Fomentar el trabajo cooperativo y la toma de decisiones basada en la evidencia empírica, promoviendo el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- OE4: Implementar un sistema de evaluación formativa mediante el uso de rúbricas y procesos de autoevaluación que permitan a cada estudiante ser consciente de su propio progreso competencial.

4. METODOLOGÍA

La presente propuesta, denominada «Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad», se configura como una unidad de intervención de carácter innovador destinada al alumnado de 4.º de ESO. El eje vertebrador es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), donde el aula se transforma en un laboratorio de análisis social y ambiental.

A diferencia de un modelo tradicional basado en la resolución de ejercicios descontextualizados, esta metodología sitúa al alumnado en el centro del proceso. El proyecto se divide en cuatro fases:

- I) Lanzamiento y compromiso.
- II) Investigación y recogida de datos en el barrio.
- III) Análisis estadístico y tratamiento digital.
- IV) Difusión y propuestas de mejora.

4.1. Contenidos

El diseño de esta propuesta de intervención no se limita a la transmisión de conceptos matemáticos aislados, sino que busca la integración de los saberes en un contexto de realidad ecosocial. Los contenidos se han seleccionado atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 217/2022, pero dotándolos de un significado funcional a través del proyecto «Ecobarrio».

4.1.1. *Saberes Básicos: El Sentido Estocástico*

Siguiendo el currículo oficial para 4.º de ESO, el proyecto se centra en el bloque de Sentido Estocástico, desglosado en los siguientes contenidos técnicos que el alumnado deberá dominar para ejecutar su auditoría:

- Organización y análisis de datos: Se trabajará la distinción entre variables cualitativas y cuantitativas (discretas y continuas) aplicadas a

indicadores de sostenibilidad, como el número de contenedores (discreta) o los decibelios de ruido ambiental (continua).

- Medidas de centralización y localización: El alumnado deberá calcular la media, mediana y moda de los datos recogidos en el barrio. No obstante, el contenido clave aquí es la interpretación crítica: ¿Qué nos dice una media alta de CO₂ sobre la calidad de vida en las calles cercanas al centro?
- Medidas de dispersión: Se introduce el rango, la desviación típica y el coeficiente de variación. Estos contenidos son vitales para que los estudiantes comprendan la "fiabilidad" de sus datos y detecten desigualdades entre diferentes zonas del barrio (por ejemplo, si la dispersión en la cantidad de zonas verdes es muy alta, significa que el reparto no es equitativo).
- Representación gráfica: El uso de histogramas, diagramas de caja y bigotes (*boxplots*) y pictogramas. El contenido aquí se enfoca en la capacidad de elegir el gráfico más adecuado para comunicar una problemática ambiental de forma honesta y eficaz.

4.1.2. *Contenidos transversales y competencias*

Más allá de lo puramente matemático, la propuesta integra contenidos transversales que refuerzan el perfil de salida del alumnado:

- Educación Ecosocial y ODS: Se trabaja directamente el contenido de la Agenda 2030, específicamente el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles). Los estudiantes aprenden a cuantificar la sostenibilidad, transformando conceptos abstractos de ética ambiental en evidencias numéricas.
- Alfabetización informacional y digital: Un contenido central es la gestión de la información. El alumnado debe aprender a distinguir entre datos brutos y datos procesados, así como a utilizar software específico (GeoGebra y hojas de cálculo) como herramientas de pensamiento y no solo de cálculo.

- Comunicación y debate: El proyecto incluye contenidos de expresión oral y escrita, ya que los resultados estadísticos deben ser presentados ante el grupo-clase, defendiendo las conclusiones mediante argumentos basados en el rigor matemático.

4.1.3. Interdisciplinariedad: La conexión con otras áreas

Para que el proyecto sea sólido, la propuesta establece conexiones con otras materias del currículo de 4.º de ESO, lo que permite una visión holística del aprendizaje:

- Biología y Geología: La estadística se pone al servicio del análisis de ecosistemas urbanos y el impacto de la contaminación en la salud.
- Geografía e Historia: Los datos recogidos se vinculan con el urbanismo del barrio, analizando cómo la estructura de las calles del centro afecta a la movilidad y a los datos de tráfico recogidos.
- Lengua Castellana y Literatura: Se trabaja el género del "Informe Técnico", fundamental para que el producto final del proyecto sea comunicativamente efectivo.

4.2. Temporalización y actividades

La propuesta se articula en una secuencia didáctica de 8 sesiones de 55 minutos, distribuidas a lo largo de dos semanas lectivas. Esta temporalización permite un equilibrio entre la instrucción teórica necesaria y la autonomía que requiere el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

En la Tabla 1 se presenta el cronograma general de las ocho sesiones que vertebran el proyecto, junto con la actividad principal y el objetivo de cada sesión, antes de profundizar en cada una de las fases de implementación.

Tabla 1.
Cronograma general del proyecto «Ecobarrio».

<i>Fase</i>	<i>Sesión</i>	<i>Actividad principal</i>	<i>Objetivo de la sesión</i>
I. Lanzamiento	1	Presentación del reto y formación de equipos.	Motivar y organizar el trabajo cooperativo.
II. Investigación	2	Diseño de la encuesta y herramientas de campo.	Definir variables y métricas de sostenibilidad.
	3	Salida al barrio: Recogida de datos.	Obtener datos reales mediante observación y medición.
III. Análisis	4	Procesamiento de datos y estadística descriptiva.	Calcular parámetros de centralización y dispersión.
	5	Taller de GeoGebra y visualización.	Crear representaciones gráficas dinámicas.
	6	Interpretación y simulación.	Contrastar resultados con los ODS.
IV. Difusión	7	Elaboración del informe y producto final.	Sintetizar conclusiones y propuestas de mejora.
	8	Foro «Ecobarrio» y Evaluación.	Comunicar resultados y realizar la coevaluación.

Nota. Esta tabla muestra el cronograma se desarrolla a lo largo de dos semanas lectivas, con sesiones de 55 minutos cada una.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

4.2.1. Fase I: Lanzamiento y compromiso (Sesión 1)

Esta fase es crítica para establecer el "contrato de aprendizaje" con el grupo-clase del centro.

Sesión 1: Presentación del reto y formación de equipos.

- Descripción: Visualización de un video comparativo sobre sostenibilidad urbana seguido de un debate dirigido. Se plantea la pregunta guía que vertebrará todo el proyecto.
- Duración: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE3 (Promover el compromiso con los ODS).
- Contenido vinculado: Educación ecosocial y ODS 11.

- Tras el debate, se procede a la formación de equipos cooperativos heterogéneos. Se utiliza una dinámica de «roles de equipo» (véase Anexo 1) para asegurar que cada estudiante tenga una responsabilidad clara (Coordinador/a, Analista, Portavoz y Secretario/a). Se entrega, además, el cuaderno de bitácora del proyecto (véase Anexo 2).

4.2.2. *Fase II: Investigación y recogida de evidencias (Sesiones 2-3)*

En esta fase, la actividad se traslada al entorno físico, convirtiendo el barrio en un objeto de estudio matemático.

Sesión 2: Diseño de la encuesta y herramientas de campo.

- Descripción: Taller de diseño de encuestas y hojas de registro.
- Duración: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE1 (Analizar y calcular parámetros estadísticos).
- Contenido vinculado: Saberes básicos sobre variables estadísticas (cualitativas y cuantitativas).
- Desarrollo: Cada grupo elige una dimensión de análisis (ruido, residuos, movilidad, zonas verdes, etc.). Deben decidir qué datos recogerán y cómo los medirán. El docente actúa como guía validando que las variables elegidas permitan un tratamiento estadístico posterior (por ejemplo, asegurar que recogen datos numéricos para poder calcular la media).

Sesión 3: Salida al barrio: Recogida de datos.

- Descripción: Trabajo de campo y observación directa en los alrededores del centro.
- Duración: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE1 (Analizar y calcular parámetros estadísticos).

- Contenido vinculado: Recogida de datos y sentido estocástico.
- Desarrollo: Los estudiantes, provistos de sus dispositivos móviles y formularios digitales, recorren el barrio. Unos miden la frecuencia de paso de vehículos, otros el estado de los contenedores de reciclaje y otros utilizan apps de sonometría para medir decibelios, por ejemplo. Esta actividad justifica la conexión entre la matemática abstracta y la realidad física del alumnado.

4.2.3. *Fase III: Análisis Estadístico y tratamiento digital (Sesiones 4, 5 y 6)*

Esta fase constituye el núcleo procedimental de la propuesta. Se desarrolla en el aula de informática del centro para garantizar el acceso individual a herramientas digitales.

Justificación de la temporalización: Se sitúa en el segundo trimestre del curso escolar, coincidiendo con el bloque de estadística y probabilidad del currículo. Se decide dedicar tres sesiones consecutivas para evitar la fragmentación del pensamiento lógico-matemático y permitir que el alumnado complete el ciclo completo: desde el dato bruto hasta la conclusión analítica.

Sesión 4: Procesamiento de datos y estadística descriptiva.

- Descripción: Los equipos cooperativos vuelcan los datos recogidos en la fase de recogida de datos en una hoja de cálculo. Se procede a la limpieza de la muestra y al cálculo de los parámetros principales.
- Duración estimada: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE1 (Analizar y calcular parámetros estadísticos).
- Contenido vinculado: Saberes básicos sobre estadística descriptiva y parámetros de centralización y dispersión.
- Desarrollo: El docente guía al alumnado en el uso de fórmulas para obtener la media, la desviación típica y el coeficiente de variación de sus indicadores ambientales. El foco no está en el cálculo mecánico, sino en

la interpretación: ¿Qué significa una desviación típica alta en la recogida de residuos del barrio?

Sesión 5: Taller de GeoGebra y visualización.

- Descripción: Taller práctico de representación gráfica avanzada.
- Duración estimada: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE2 (Utilizar herramientas digitales y simulación visual).
- Contenido vinculado: Representación gráfica (histogramas y diagramas de caja) y alfabetización digital.
- Desarrollo: Utilizando el software GeoGebra, los grupos crean diagramas de caja y bigotes para comparar los niveles de ruido de diferentes calles. La simulación visual permite detectar "valores atípicos" (*outliers*) en la contaminación del barrio, facilitando una comprensión que el papel y lápiz no permite.

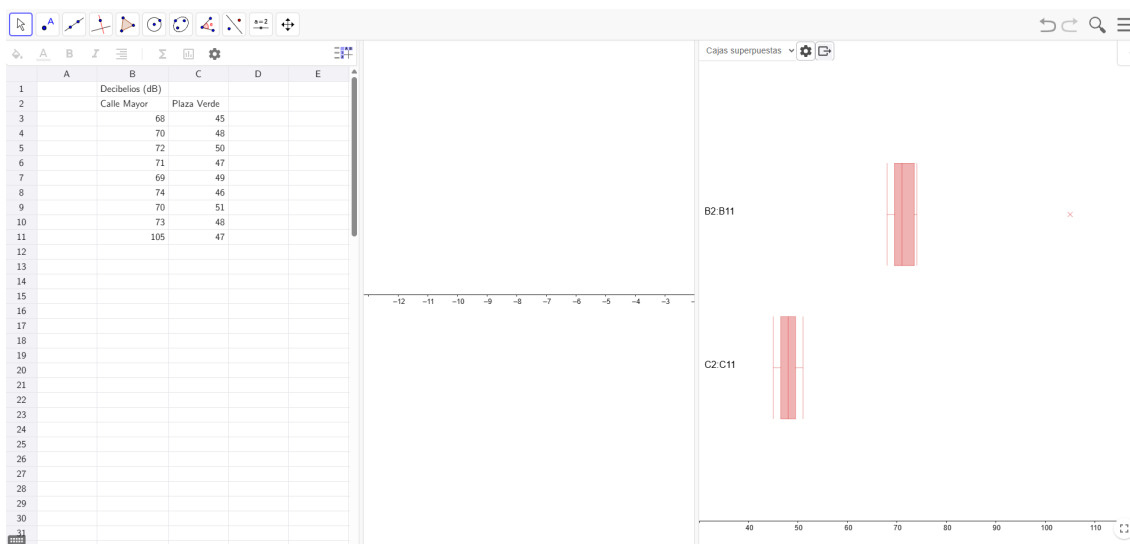


Figura 1.

Interfaz de GeoGebra mostrando un ejemplo de análisis multivariable. Se compara el nivel de ruido (en dB) de dos zonas del barrio, permitiendo al alumnado identificar visualmente la dispersión y los valores atípicos (*outliers*).

Sesión 6: Interpretación y simulación.

- Descripción: Actividad de simulación y probabilidad.

- Duración estimada: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE3 (Promover el compromiso con los ODS).
- Contenido vinculado: Probabilidad, frecuencias relativas y ODS 11.
- Desarrollo: Un ejemplo sería que los estudiantes calculan la probabilidad de que un punto al azar del barrio supere los límites de contaminación permitidos por la OMS. Utilizan la simulación para responder a la pregunta: *¿Cómo cambiarían estos datos si aumentamos un 20% las zonas verdes?* Se vincula la matemática con la toma de decisiones basada en la evidencia.

4.2.4. Fase IV: Difusión y propuestas de mejora (Sesiones 7 y 8)

Esta fase transforma los resultados numéricos en propuestas de acción ciudadana, cumpliendo con el carácter ecosocial del proyecto.

Sesión 7: Elaboración del informe y producto final.

- Descripción: Taller de redacción y síntesis de resultados.
- Duración: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE3 (Promover el compromiso con los ODS).
- Contenido vinculado: Representación gráfica, interpretación de parámetros y expresión escrita.
- Desarrollo: Los equipos deben sintetizar sus hallazgos en un producto final (que puede ser un póster digital o una presentación de diapositivas). Se les exige que incluyan al menos una medida de mejora para el barrio basada estrictamente en sus datos estadísticos (ej. "Dado que el coeficiente de variación en las zonas verdes es muy alto, proponemos una reforestación en la calle X para equilibrar el barrio").

Sesión 8: Foro «Ecobarrio» y Evaluación.

- Descripción: Presentación pública de resultados y procesos de coevaluación.
- Duración: 55 minutos.
- Objetivo Específico vinculado: OE4 (Implementar un sistema de evaluación formativa).
- Contenido vinculado: Comunicación oral y autoevaluación.
- Cada grupo expone sus conclusiones durante cinco minutos. El resto de la clase utiliza una rúbrica simplificada para realizar una coevaluación entre pares. Finalmente, se dedica un tiempo a la autoevaluación individual mediante un cuestionario de reflexión sobre lo aprendido (véase Anexo 5) y una diana de aprendizaje (véase Anexo 6). La rúbrica completa que evalúa el Informe de auditoría ecosocial figura en el Anexo 4.

4.3. Medidas de atención a la diversidad y Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)

Para cumplir con el principio de inclusión de la LOMLOE, esta propuesta de intervención contempla adaptaciones que garantizan que todo el alumnado del centro concertado pueda alcanzar los objetivos. El uso del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) permite que las actividades se ajusten a diferentes perfiles:

Alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE):

- En las sesiones de cálculo (Sesión 4), estos estudiantes cuentan con plantillas de hojas de cálculo pre-configuradas donde solo deben introducir los datos brutos, permitiéndoles centrarse en la interpretación y no bloquearse en la sintaxis de las fórmulas.

- Durante la salida de campo (Sesión 3), se les asignan roles de observación visual o fotografía de evidencias, reduciendo la carga de anotación manual si presentan dificultades motrices o de atención.

Alumnado con Altas Capacidades (AACC):

- Se les propone un reto de "Análisis Inferencial": en lugar de quedarse en la estadística descriptiva, deben intentar predecir la evolución de los datos de contaminación en los próximos 5 años si no se toman medidas, introduciendo nociones básicas de rectas de regresión o modelos lineales.

Fomento de la Inclusión mediante el Trabajo Cooperativo:

- La asignación de roles asegura que cada estudiante aporte según sus fortalezas. El alumnado con dificultades de abstracción matemática suele destacar en la recogida de datos de campo o en la parte estética del producto final, sintiéndose parte esencial del éxito del equipo.

4.4. Recursos

Para que el proyecto «Ecobarrio» sea viable y alcance los objetivos competenciales propuestos, se requiere una movilización coordinada de recursos de diversa índole. La selección de estos medios responde a la necesidad de crear un entorno de aprendizaje tecnificado pero conectado con la realidad física del alumnado.

4.4.1. Recursos Humanos

El capital humano es el motor del ABP. En esta propuesta, se identifican tres niveles de participación:

- Docente de Matemáticas: Actúa como diseñador del escenario de aprendizaje y mediador. Su rol no es directivo, sino de guía técnico, especialmente durante el uso de software estadístico y la resolución de conflictos dentro de los grupos cooperativos.

- Alumnado de 4.º de ESO: Son los protagonistas activos. Su implicación en roles definidos (coordinador/a, analista, portavoz y secretario/a) es un recurso metodológico en sí mismo para fomentar la autonomía.
- Agentes externos (opcional): Se contempla la posibilidad de contactar con técnicos de medio ambiente del ayuntamiento o asociaciones de vecinos para la fase de difusión, lo que aporta un grado de realismo y motivación extra al proyecto.

4.4.2. *Recursos Materiales y Tecnológicos*

Dado el peso de la competencia digital en esta intervención, los recursos tecnológicos son el pilar central:

- Los estudiantes, provistos de sus dispositivos móviles y de los formularios digitales y la hoja de registro de campo elaborada al efecto (véase Anexo 3), recorren el barrio. Unos miden la frecuencia de paso de vehículos, otros el estado de los contenedores de reciclaje y otros utilizan apps de sonometría para medir decibelios, por ejemplo. Esta actividad justifica la conexión entre la teoría estadística y la realidad ambiental que rodea al centro.
- Software Específico: GeoGebra. Se utiliza por su potencia para la representación dinámica de datos estadísticos y la simulación visual, permitiendo que el alumnado "toque" las gráficas y observe cambios en tiempo real.
- Hojas de cálculo (Excel/Google Sheets): Fundamentales para la gestión de grandes volúmenes de datos brutos y el cálculo de parámetros de dispersión.
- Equipamiento del centro: Uso de la Pizarra Digital Interactiva (PDI) o proyector para las puestas en común y el aula de informática para las sesiones de laboratorio estadístico.

4.4.3. *Recursos Espaciales y Temporales*

La propuesta rompe con el esquema de "aula estanca", utilizando diferentes escenarios:

- El Barrio como Aula Abierta: El entorno urbano que rodea al centro se convierte en el recurso didáctico principal. Las calles, plazas y puntos de reciclaje son el laboratorio donde se genera el dato.
- Aula de informática: Espacio necesario para las sesiones 4, 5 y 6, donde se requiere concentración individual y grupal frente al software.
- Gestión del tiempo: Se requiere una flexibilidad horaria que permita, en la sesión 3, la salida y entrada del centro, coordinada con el equipo directivo para garantizar la seguridad y el cumplimiento de las normas del centro.

4.5. **Relación entre objetivos específicos, actividades y recursos**

Con el fin de ofrecer una visión integrada de la propuesta, en la Tabla 2 se sintetiza la conexión entre cada uno de los objetivos específicos definidos, las actividades concretas previstas para alcanzarlos y los recursos - humanos, materiales y espaciales - movilizados en cada caso. Esta visión global permite verificar la coherencia interna del diseño y facilita la lectura comprensiva de las ocho sesiones descritas previamente.

Tabla 2.
Relación entre objetivos específicos, actividades y recursos del proyecto.

Objetivo específico	Actividades vinculadas (sesiones)	Recursos asociados
OE1. Analizar y calcular parámetros estadísticos de centralización y dispersión a partir de datos reales sobre sostenibilidad recogidos por el alumnado en su entorno cercano.	Sesión 2: diseño del protocolo de auditoría y de la encuesta. Sesión 3: salida de campo y recogida de datos. Sesión 4: tratamiento del dato y estadística descriptiva en hoja de cálculo.	Humanos: docente como guía técnico, alumnado en roles cooperativos. Materiales: smartphones, formularios digitales, app sonómetro, hojas de cálculo (Excel/Google Sheets), cuaderno de bitácora (Anexo 2), hoja de registro de campo (Anexo 3). Espaciales: aula ordinaria y entorno urbano del centro.
OE2. Utilizar herramientas digitales (GeoGebra y hojas de cálculo) para la representación visual y la simulación de fenómenos aleatorios relacionados con el impacto ambiental.	Sesión 5: taller de GeoGebra y visualización de datos (histogramas y diagramas de caja). Sesión 6: contraste de hipótesis y simulación de escenarios de mejora.	Humanos: docente y alumnado en grupos cooperativos heterogéneos. Materiales: GeoGebra, hojas de cálculo, pizarra digital interactiva. Espaciales: aula de informática del centro.
OE3. Fomentar el trabajo cooperativo y la toma de decisiones basada en la evidencia empírica, promoviendo el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	Sesión 1: lanzamiento, debate sobre sostenibilidad urbana y formación de equipos cooperativos. Sesión 7: Elaboración del «Informe de auditoría ecosocial». Sesión 8: Foro «Ecobarrio» y difusión.	Humanos: docente como mediador, alumnado con roles asignados (coordinador, analista, portavoz, secretario), agentes externos opcionales (técnicos municipales). Materiales: videoclip motivador, plantilla de Informe Ecosocial, ficha de roles cooperativos (Anexo 1). Espaciales: aula ordinaria y, en su caso, espacio del foro de difusión.

<i>Objetivo específico</i>	<i>Actividades vinculadas (sesiones)</i>	<i>Recursos asociados</i>
OE4. Implementar un sistema de evaluación formativa mediante el uso de rúbricas y procesos de autoevaluación que permitan a cada estudiante ser consciente de su propio progreso competencial.	<i>Sesión 8: Coevaluación entre pares y autoevaluación final. Transversalmente: registro continuo en el cuaderno de bitácora a lo largo de las ocho sesiones.</i>	<i>Humanos: docente como observador y alumnado como agente activo de su propia evaluación. Materiales: rúbrica del Informe de auditoría ecosocial (Anexo 4), cuestionario de autoevaluación (Anexo 5), diana de aprendizaje (Anexo 6), cuaderno de bitácora (Anexo 2).</i>

Nota. La tabla sintetiza, en clave de coherencia interna, cómo cada objetivo específico se operativiza en actividades concretas y se sustenta en un conjunto definido de recursos humanos, materiales y espaciales.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

4.6. Análisis de viabilidad y sostenibilidad de la propuesta

Para garantizar que el proyecto «Ecobarrio» no sea solo un planteamiento teórico, sino una intervención aplicable en el contexto real de un centro, se ha realizado un análisis de viabilidad basado en tres pilares: técnico, económico y curricular.

4.6.1. Viabilidad Técnica y Digital

La propuesta se apoya en el modelo BYOD (Bring Your Own Device) y en el uso de software de código abierto como GeoGebra. Esto elimina la barrera de las licencias de pago y permite que el alumnado continúe con sus análisis fuera del aula si así lo desea. La infraestructura del centro (conexión Wi-Fi y aula de informática) es suficiente para soportar la carga de trabajo digital planteada. Además, el uso de herramientas en la nube (como Google Sheets) garantiza que no se pierda el progreso del trabajo cooperativo, facilitando la supervisión docente en tiempo real.

4.6.2. Viabilidad Económica y Material

Uno de los puntos fuertes de esta intervención es su bajo coste económico. A diferencia de otros proyectos de innovación, «Ecobarrio» utiliza

el entorno urbano como recurso principal. Los únicos materiales necesarios son dispositivos móviles (que el alumnado ya posee) y materiales fungibles básicos para el diseño de los pósteres finales. Esto asegura que la propuesta sea replicable en cualquier curso académico sin depender de presupuestos extraordinarios del departamento de Matemáticas.

4.6.3. Viabilidad Curricular y Organizativa

La intervención se ha diseñado para encajar perfectamente en la carga horaria de 4.º de ESO. No se percibe como una "actividad extra", sino como el vehículo para impartir los Saberes Básicos de estadística y probabilidad.

- Flexibilidad: Aunque se han planteado 8 sesiones, la estructura por fases permite comprimir o expandir el proyecto según las necesidades del grupo.
- Seguridad: La salida de campo (Sesión 3) se realiza en el perímetro inmediato del centro, lo que facilita la gestión de permisos y la supervisión por parte del profesorado sin necesidad de contratar transporte o dedicar jornadas completas.

4.6.4. Previsión de Dificultades y Soluciones

Se han identificado posibles imprevistos durante la implementación, estableciendo protocolos de actuación:

- Climatología adversa: En caso de lluvia durante la Sesión 3, se sustituirá la salida por una búsqueda de datos en portales oficiales de transparencia ambiental (Ayuntamiento, estaciones de calidad del aire, Google Maps), manteniendo la metodología de análisis.
- Brecha digital: Para aquellos estudiantes que no dispongan de *smartphone* propio o conexión, el centro facilitará tablets de préstamo o se organizarán los grupos de forma que siempre haya al menos dos dispositivos operativos por equipo.

5. EVALUACIÓN

La evaluación de la presente propuesta de intervención no se concibe únicamente como un mecanismo de calificación del alumnado, sino como un proceso de auditoría del propio diseño pedagógico. El objetivo principal de este apartado es establecer los mecanismos necesarios para determinar si la aplicación del proyecto «Ecobarrio» es eficaz, si los objetivos planteados son alcanzables y si la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha sido el vehículo adecuado para la alfabetización estadística.

Para que esta evaluación sea rigurosa, se propone un enfoque mixto que combine la observación directa, el análisis de productos finales y la recogida de opiniones de los participantes.

5.1. Evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos

Para comprobar si los objetivos específicos (OE) definidos en el punto 3 se han alcanzado satisfactoriamente, se seguirá la matriz de evaluación que se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.
Evaluación del cumplimiento de los objetivos.

Objetivo específico	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación
OE1: Analizar y calcular parámetros estadísticos.	<i>Capacidad para identificar variables, organizar datos y aplicar correctamente las fórmulas de media, desviación y rango en el contexto ambiental.</i>	<i>Cuaderno de bitácora del grupo y ejercicios en la hoja de cálculo.</i>
OE2: Utilizar herramientas digitales y simulación visual.	<i>Destreza en el uso de software para generar gráficos precisos y realizar simulaciones visuales coherentes.</i>	<i>Rúbrica del producto digital y observación directa en el aula de informática.</i>

Objetivo específico	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación
OE3: Promover el compromiso con los ODS.	Nivel de vinculación entre las conclusiones matemáticas y las metas del ODS 11. Capacidad de proponer mejoras para el barrio basadas en datos.	Informe final de auditoría y rúbrica de la presentación oral.
OE4: Implementar un sistema de evaluación formativa.	Grado de implicación del estudiante en su propia evaluación y calidad de la retroalimentación ofrecida a sus pares.	Cuestionarios de autoevaluación y dianas de aprendizaje.

Nota. Esta tabla muestra la relación directa entre las metas propuestas y las herramientas que evidencian su logro.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

5.2. Evaluación de la validez del diseño del proyecto

Con el fin de evidenciar la validez del propio diseño del proyecto y su funcionamiento como pieza de innovación educativa, en la Tabla 4 se recogen los elementos estructurales de la intervención que serán evaluados, junto con sus criterios e instrumentos.

Tabla 4.
Evaluación de la validez del diseño del proyecto.

Elemento de evaluación	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación
Adecuación de la metodología ABP	El alumnado se ha mantenido motivado y ha trabajado de forma autónoma. El tiempo asignado a las fases ha sido suficiente.	Diario de campo del docente y encuesta de satisfacción del alumnado.
Secuenciación de actividades	Coherencia en el paso de la teoría a la práctica. Las actividades de campo fueron seguidas de un análisis lógico.	Escala de estimación sobre la secuencia didáctica.
Recursos y Espacios	Funcionalidad de las herramientas digitales y eficacia de la salida al barrio como recurso didáctico.	Checklist de recursos técnicos y materiales.

Evaluación

<i>Elemento de evaluación</i>	<i>Criterios de evaluación</i>	<i>Instrumento de evaluación</i>
<i>Atención a la diversidad</i>	<i>Las medidas DUA permitieron la participación de todo el alumnado sin exclusiones.</i>	<i>Análisis de los resultados diferenciados por perfiles de aprendizaje.</i>

Nota. Esta tabla muestra los indicadores de calidad del diseño instruccional para su posible replicabilidad o mejora.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

5.3. Técnicas e instrumentos de recogida de información

Para dar profundidad a este apartado y llegar a la extensión deseada, detallamos las técnicas empleadas:

- La observación sistemática: El docente utiliza un diario de clase donde registra incidencias, bloqueos en el uso del software y el clima de trabajo en los grupos cooperativos.
- Cuestionarios de satisfacción: Al finalizar las 8 sesiones, se pasa un breve formulario anónimo al alumnado para valorar qué actividades les resultaron más útiles y si sienten que ahora entienden mejor la utilidad de la estadística.
- Análisis de productos: La evaluación del éxito del proyecto se basa, en gran medida, en la calidad del "Informe de auditoría ecosocial". Si los informes muestran una interpretación estadística correcta, el diseño se considera válido.

6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL

Tras el diseño exhaustivo de la propuesta de intervención «Ecobarrio», se procede a realizar un análisis crítico sobre su alcance, sus beneficios y los elementos que la sitúan como una propuesta de innovación necesaria en el panorama educativo actual.

6.1. Cumplimiento de los objetivos planteados

Aunque la propuesta no se ha implementado todavía en el aula, el diseño elaborado garantiza, *a priori*, el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos formulados en el apartado 3. A continuación se analiza, objetivo por objetivo, en qué medida el dispositivo metodológico, los recursos previstos y los instrumentos de evaluación habilitan el logro de cada meta.

6.1.1. OE1. Analizar y calcular parámetros estadísticos.

El objetivo se aborda directamente en las sesiones 2, 3 y 4, donde el alumnado pasa del diseño de la encuesta a la recogida de datos en el barrio y al cálculo de medidas de centralización y dispersión. La evaluación se canaliza mediante el cuaderno de bitácora y los ejercicios de la sesión 4 (véase Tabla 3), de modo que se obtiene evidencia tanto del proceso como del producto. La articulación con la Tabla 2 muestra que los recursos - *smartphones*, formularios y hojas de cálculo - son suficientes para alcanzar el resultado esperado.

6.1.2. OE2. Utilizar herramientas digitales y simulación visual.

El objetivo se concreta en las sesiones 5 y 6, planteadas íntegramente en el aula de informática. El uso de GeoGebra para histogramas y diagramas de caja, así como la simulación de escenarios de mejora ambiental, asegura un trabajo procedimental con la representación gráfica avanzada. Su consecución se verifica mediante la rúbrica del producto digital y la observación directa (Tabla 3), y se complementa con la rúbrica del informe final (Anexo 4), garantizando trazabilidad entre objetivo, actividad y evidencia.

6.1.3. OE3. Promover el compromiso con los ODS.

Este objetivo vertebra el proyecto en su conjunto. Se opera desde la sesión 1 (formación de equipos cooperativos con roles definidos, Anexo 1) hasta la sesión 8 (Foro «Ecobarrio»). El nivel de logro se determinará a partir del informe final de auditoría y de la rúbrica de la presentación oral (Tabla 3), instrumentos que exigen vincular la conclusión matemática con las metas concretas del ODS 11. La evaluación de la cooperación se complementa con la diana de aprendizaje (Anexo 6).

6.1.4. OE4. Implementar un sistema de evaluación formativa.

La propuesta asume desde su diseño una evaluación continua y compartida. Los cuestionarios de autoevaluación (Anexo 5) y las dianas de aprendizaje (Anexo 6), junto a los procesos de coevaluación entre pares previstos en la sesión 8, permiten al alumnado tomar conciencia de su progreso competencial. La coherencia interna queda garantizada porque cada objetivo dispone de un instrumento específico de recogida de evidencias (Tabla 3) y un encaje claro en el cronograma instruccional (Tabla 1).

6.2. Carácter innovador: ¿Qué diferencia a esta propuesta?

Lo que distingue a «Ecobarrio» de las unidades didácticas tradicionales de estadística no es solo el uso de la tecnología, sino el cambio de paradigma en el origen del dato. Habitualmente, el alumnado de 4.º de ESO trabaja con datos de manual escolar, carentes de significado funcional y descontextualizados. La innovación aquí reside en la apropiación del dato: el estudiante es quien lo genera al medir el ruido de su calle o contar los árboles de su plaza.

Esta propuesta rompe la barrera entre el aula y la sociedad. Mientras que la enseñanza tradicional se centra en la resolución mecánica de algoritmos, «Ecobarrio» utiliza el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para transformar la estadística en una herramienta de denuncia social y mejora ambiental. La innovación radica en convertir al alumnado en un auditor crítico, capaz de cuestionar la realidad de su entorno mediante el rigor matemático.

6.3. Virtudes y beneficios de la aplicación

La implementación de este proyecto reporta beneficios transversales:

- Incremento de la motivación intrínseca: Al conectar las matemáticas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con su propio barrio, el alumnado percibe una utilidad inmediata de los contenidos, reduciendo el rechazo histórico hacia la materia.
- Desarrollo de competencias clave: No solo se trabaja la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (CMCTI), sino que se potencia la competencia ciudadana y la digital de forma integrada.
- Alfabetización estadística real: El uso de GeoGebra y hojas de cálculo permite que el alumnado se centre en la interpretación (el "porqué" de los datos) y no solo en el cálculo repetitivo, algo fundamental en la era de la desinformación.

6.4. Viabilidad, coste y extrapolación

Un punto favorable determinante de esta propuesta es su alta viabilidad económica. En un escenario donde los centros educativos a menudo carecen de presupuesto para grandes inversiones tecnológicas, «Ecobarrio» demuestra que la innovación puede ser de bajo coste. Al utilizar software libre y el entorno urbano como laboratorio, el proyecto es totalmente asequible para cualquier centro, sea cual sea su titularidad o recursos.

Además, la propuesta es altamente extrapolable. Aunque se ha diseñado para 4.º de ESO, la estructura por fases y el uso del barrio como recurso pueden adaptarse fácilmente a:

- Otros cursos de Secundaria: Simplificando o aumentando la complejidad de los parámetros estadísticos.
- Otras etapas (Bachillerato): Introduciendo estadística inferencial y distribuciones de probabilidad más complejas.

- Otros centros: Independientemente de si se ubican en entornos rurales o urbanos, ya que cada barrio ofrece sus propias variables ambientales para ser auditadas.

6.5. Valoración personal y profesional

Desde una perspectiva personal, la elaboración de este TFM ha reafirmado mi convicción de que el docente debe dejar de ser un transmisor de contenidos para convertirse en un diseñador de experiencias. La mayor dificultad no reside en explicar qué es una desviación típica, sino en lograr que el alumnado comprenda cómo esa métrica puede ayudarle a lo largo de su vida, como en este caso a exigir un barrio más saludable.

Como futura docente, considero que propuestas como «Ecobarrio» son esenciales para devolverle a las matemáticas su función social. La educación no puede ser ajena a los desafíos climáticos del siglo XXI, y el aula de matemáticas es, contra todo pronóstico, uno de los mejores lugares para empezar a construir una ciudadanía más crítica, responsable y comprometida con la sostenibilidad.

6.6. Limitaciones: una propuesta no implementada

Resulta imprescindible advertir que la presente propuesta se circunscribe a la fase de diseño y planificación de un proyecto educativo de innovación, tal y como exige la guía oficial del Trabajo Fin de Máster. Por consiguiente, no ha sido implementada en un aula real durante el presente curso académico, motivo por el cual los efectos descritos a lo largo del documento - incremento de la alfabetización estadística, mejora de la motivación, desarrollo de la conciencia ecosocial, etc. - constituyen resultados esperados y no datos empíricos contrastados. Su verificación efectiva requeriría una futura implementación en un grupo de 4.º de ESO, idealmente con un diseño cuasiexperimental que comparase los aprendizajes obtenidos mediante esta intervención con los del enfoque tradicional. Esta limitación, lejos de invalidar el trabajo, abre una línea natural de continuidad para el desempeño docente futuro de la autora.

7. REFERENCIAS

- Alsina, Á. (2022). La educación matemática ecosocial: un marco para el desarrollo de la alfabetización matemática. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(64), 1-22.
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Batanero, C. y Borovcnik, M. (2016). Informal stochastic reasoning. En *Tailoring individual learning in statistics* (pp. 123-145). Springer.
- Batanero, C., Díaz, M. C., Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 83, 7-18.
- Botella, A. M. y Ramos, A. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos: una revisión bibliográfica. *Perfiles Educativos*, 41(163), 127-141.
<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.163.58923>
- Contreras, J. M., Batanero, C., Arteaga, P. y Cañadas, G. (2011). La tecnología como recurso didáctico en la enseñanza de la estadística. En *Actas del Encuentro de Didáctica de la Estadística*, (p.p. 1-12).
- España. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>
- Jefatura del Estado. (2020, 30 de diciembre). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, 122868-122953.
<https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning*. ASCD.
- López-Pastor, V. M. y Pérez-Pueyo, Á. (Coords.). (2017). *Buenas prácticas en evaluación formativa y compartida*. Universidad de León.
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.
https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

- Shaughnessy, J. M. (2007). Research on statistics learning and reasoning. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 957-1010). Information Age Publishing.
- Trujillo, F. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos: Infantil, Primaria y Secundaria*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Vergara, J. J. (2016). *Aprendo porque quiero: El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso*. Editorial SM.
- Wild, C. J. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

8. ANEXOS

A continuación se recogen los principales instrumentos, fichas y plantillas elaborados *ad hoc* para la implementación del proyecto «Ecobarrio». Su inclusión responde a la voluntad de aligerar el cuerpo del trabajo manteniendo, no obstante, accesibles los materiales que evidencian la viabilidad y la concreción de la propuesta. Los anexos siguen el orden en el que se mencionan en el texto.

8.1. Anexo 1. Ficha de roles del equipo cooperativo

Plantilla que se entrega a cada equipo durante la sesión 1 para asignar y formalizar los cuatro roles cooperativos básicos. La asignación de roles fomenta la corresponsabilidad y facilita la atención a la diversidad: cada estudiante aporta desde sus fortalezas y todos asumen responsabilidades visibles ante el grupo.

Tabla A1.
Ficha de roles del equipo cooperativo.

Rol	Funciones	Indicador de evaluación
Coordinador/a	<i>Distribuye tareas, controla los tiempos de cada fase y asegura que el equipo cumpla con el cronograma de las ocho sesiones.</i>	<i>Cumplimiento de hitos por sesión.</i>
Analista	<i>Lidera el cálculo estadístico y la representación gráfica en GeoGebra; vela por la corrección matemática de las conclusiones.</i>	<i>Calidad y rigor de los parámetros calculados.</i>
Portavoz	<i>Comunica las conclusiones en el Foro «Ecobarrio» y representa al equipo ante el grupo-clase.</i>	<i>Claridad y argumentación de la exposición oral.</i>
Secretario/a	<i>Actualiza el cuaderno de bitácora, registra acuerdos y custodia los datos brutos recogidos en campo.</i>	<i>Complejidad y orden del cuaderno de bitácora.</i>

Nota. La asignación puede ser rotativa entre sesiones para garantizar que todo el alumnado experimente los cuatro roles.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8.2. Anexo 2. Plantilla del cuaderno de bitácora

El cuaderno de bitácora es el principal instrumento de seguimiento del trabajo cooperativo y de la evolución competencial del alumnado a lo largo del proyecto. Se trata de un documento compartido por cada equipo que se actualiza al final de cada sesión y constituye una fuente de evidencia para la evaluación formativa (Tabla 3). Su estructura es la siguiente.

Tabla A2.
Estructura del cuaderno de bitácora del equipo.

Campo	Contenido a registrar
Encabezado	Nombre del equipo, fecha y sesión; rol asumido por cada miembro durante esa sesión.
Pregunta guía de la sesión	Cuestión planteada por el docente o reformulada por el equipo al inicio de la sesión.
Procedimiento seguido	Pasos efectivos desarrollados: variables observadas, herramientas utilizadas, cálculos realizados.
Datos y cálculos relevantes	Datos brutos, parámetros calculados (media, mediana, desviación típica, coeficiente de variación) e interpretación matemática.
Dificultades y decisiones	Bloqueos detectados, decisiones de grupo tomadas para superarlos y aprendizajes derivados.
Compromisos para la próxima sesión	Tareas asignadas a cada rol y materiales necesarios.
Visto bueno del docente	Espacio reservado para el feedback breve del docente (rúbrica simplificada de progreso).

Nota. El cuaderno puede mantenerse en formato físico o digital (documento compartido en la nube).
Fuente: Elaboración propia, 2026.

8.3. Anexo 3. Hoja de registro de campo: recogida de datos

Plantilla utilizada por el alumnado durante la sesión 3 para registrar de forma sistemática los datos recogidos en el barrio. Su diseño busca asegurar la fiabilidad de la muestra y permitir, en la sesión 4, una volcado directo a la hoja de cálculo sin pérdida de información.

Anexos

Tabla A3.
Modelo de hoja de registro de campo.

Nº	Punto de observación	Variable medida	Valor	Hora	Observaciones
1	Esquina A	Vehículos / 5 min	-	-	-
2	Esquina B	Decibelios (dB)	-	-	-
3	Contenedor 1	Estado (1-5)	-	-	-
4	Plaza central	Personas / 5 min	-	-	-
5	-	-	-	-	-

Nota. Cada equipo deberá realizar un mínimo de quince observaciones por dimensión, asegurando una muestra suficiente para el cálculo de parámetros de dispersión.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8.4. Anexo 4. Rúbrica del Informe de auditoría ecosocial

Instrumento principal para la evaluación del producto final del proyecto. Califica cuatro dimensiones - rigor estadístico, calidad de la representación gráfica, vinculación con el ODS 11 y comunicación - en una escala de cuatro niveles. Constituye, junto con el cuestionario de autoevaluación (Anexo 5), la principal evidencia para acreditar el cumplimiento del OE3 y, parcialmente, del OE2.

Tabla A4.
Rúbrica analítica del Informe de auditoría ecosocial.

Dimensión	Excelente (4)	Adecuado (3)	En proceso (2)	Inicial (1)
Rigor estadístico	Calcula correctamente todos los parámetros e interpreta su significado en términos ambientales.	Calcula los parámetros con errores menores y los interpreta de forma aceptable.	Calcula los parámetros pero no los interpreta correctamente.	Cálculos incorrectos o ausentes.

Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad

Dimensión	Excelente (4)	Adecuado (3)	En proceso (2)	Inicial (1)
Representación gráfica	<i>Elige y elabora gráficos óptimos en GeoGebra; identifica outliers y los explica.</i>	<i>Elabora gráficos correctos en GeoGebra con pequeñas mejoras posibles.</i>	<i>Los gráficos no son los más adecuados para los datos.</i>	<i>No se incluyen gráficos o no son legibles.</i>
Vinculación con el ODS 11	<i>Conecta de forma explícita las conclusiones numéricas con metas del ODS 11 y propone mejoras viables.</i>	<i>Vincula los resultados con el ODS 11 sin proponer mejoras concretas.</i>	<i>Mención superficial al ODS 11.</i>	<i>No se aprecia vinculación con los ODS.</i>
Comunicación	<i>Informe redactado con claridad, vocabulario técnico y estructura ejemplar.</i>	<i>Informe claro con algunas imprecisiones técnicas.</i>	<i>Informe parcialmente comprensible.</i>	<i>Informe deficiente en claridad y estructura.</i>

Nota. La calificación final de la rúbrica se obtiene por la media aritmética simple de las cuatro dimensiones.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8.5. Anexo 5. Cuestionario de autoevaluación del alumnado

Cuestionario que el alumnado completa de forma individual al finalizar la sesión 8. Su objetivo es que cada estudiante tome conciencia de su propio progreso competencial y aporte información cualitativa para la valoración del diseño del proyecto. Los ítems se valoran de uno a cinco (1 = nada de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), salvo los dos ítems abiertos finales.

Tabla A5.
Ítems del cuestionario de autoevaluación.

Nº	Ítem	Escala
1	<i>Soy capaz de calcular la media, la mediana y la desviación típica de un conjunto de datos reales.</i>	<i>1-2-3-4-5</i>
2	<i>He aprendido a interpretar un histograma y un diagrama de caja en GeoGebra.</i>	<i>1-2-3-4-5</i>

Anexos

Nº	Ítem	Escala
3	Conecto de forma explícita las conclusiones numéricas con metas del ODS 11 y propongo mejoras viables.	1-2-3-4-5
4	Informe redactado con claridad, vocabulario técnico y estructura ejemplar.	1-2-3-4-5
5	He participado activamente en las decisiones de mi equipo.	1-2-3-4-5
6	He cumplido con las responsabilidades de mi rol cooperativo.	1-2-3-4-5
7	El proyecto me ha hecho ver las matemáticas como una herramienta útil para la sociedad.	1-2-3-4-5
8	¿Qué actividad del proyecto te ha resultado más útil para tu aprendizaje? ¿Por qué?	
9	¿Qué mejorarías del proyecto si volvieras a realizarlo el próximo curso?	

Nota. El cuestionario se administra de forma anónima, aunque cada equipo conserva el número de orden para análisis estadístico interno.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8.6. Anexo 6. Diana de aprendizaje

La diana de aprendizaje es un instrumento gráfico que complementa al cuestionario de autoevaluación del Anexo 5. Cada estudiante marca, en una escala radial de 1 a 4, su grado de logro percibido en cinco dimensiones competenciales. El resultado se contrasta con la percepción de los compañeros de equipo (coevaluación) en la sesión 8.

Tabla A6.
Dimensiones evaluadas en la diana de aprendizaje.

Dimensión	Pregunta de auto-posicionamiento
Competencia matemática	¿En qué grado domino los parámetros estadísticos trabajados (media, mediana, desviación típica, coeficiente de variación)?
Competencia digital	¿En qué grado utilizo con autonomía GeoGebra y la hoja de cálculo para representar y analizar datos?
Pensamiento crítico	¿En qué grado soy capaz de cuestionar la fiabilidad de los datos y de detectar valores atípicos?
Conciencia ecosocial	¿En qué grado relaciono los resultados del proyecto con el ODS 11 y con propuestas de mejora del barrio?

Ecobarrio: El reto de la sostenibilidad

Dimensión	Pregunta de auto-posicionamiento
Trabajo cooperativo	¿En qué grado he aportado al equipo y he respetado las aportaciones del resto?

Nota. La escala visual de la diana es 1 = nivel inicial, 2 = en proceso, 3 = adecuado, 4 = excelente.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

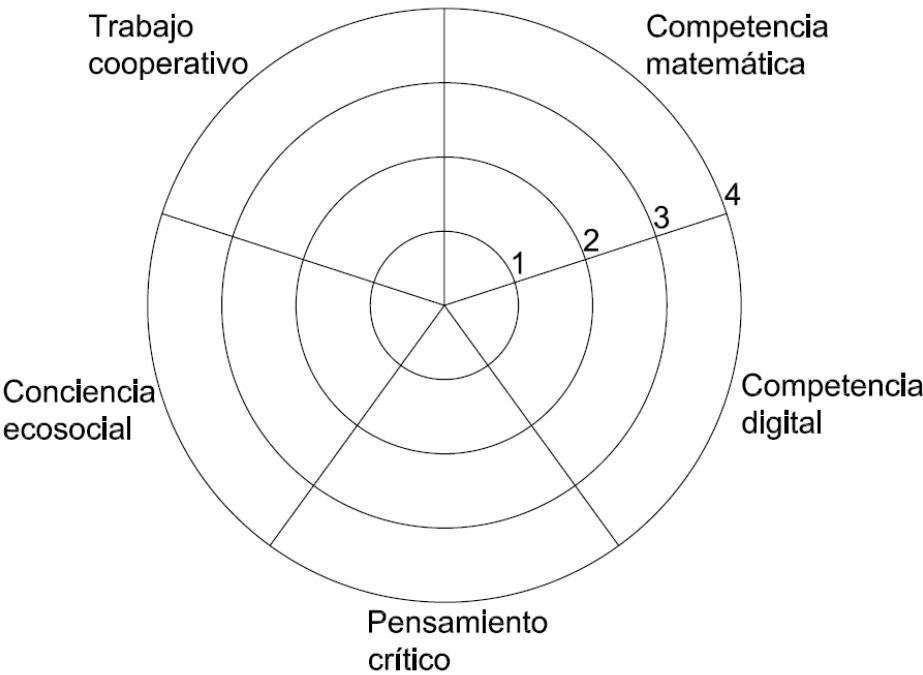


Figura 2.
Modelo gráfico de la diana de aprendizaje para la autoevaluación del alumnado.