Matemáticas para la sostenibilidad: propuesta interdisciplinaria para fortalecer el aprendizaje contextualizado, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo

Mathematics for Sustainability: An Interdisciplinary Proposal to Strengthen Contextualized Learning, Problem-Solving, and Collaborative Work

Sandra Mónica Morán Flores[1], Susana Micolta Medina[2], Silvia Matilde Benalcázar Lascano[3], Katerine Jesenia Calderón Barzola[4], Monica Oriana Solano Hernandez[5] y María Resurrección Anilema Pilamunga[6]

[1]U.E. Dr. Paul Ponce Rivadeneira, smonicamoran@gmail.com, https://orcid.org/0009-0005-0398-2139, Ecuador
[2]Unidad Educativa Fiscomisional 10 de Agosto, aalejandramicolta94@outlook.com, https://orcid.org/0009-0001-6193-8647, Ecuador
[3]Unidad Educativa Ricardo Rodríguez Sparovich, mattybenalcazar82@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-0762-2322, Ecuador
[4]Unidad Educativa General Vicente Anda Aguirre, katerine.calderon@docentes.educacion.edu.ec, https://orcid.org/0009-0006-1295-9552, Ecuador
[5]Univerdidad de La Guajira, monicah@uniguajira.edu.co, https://orcid.org/0009-0003-0102-9972, Colombia
[6]Unidad Educativa Comunitario Intercultural Bilingue "27 de Febrero", anilemamaria81@yahoo.es, https://orcid.org/0009-0002-1940-9888, Ecuador

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 18-07-2026
Revisado 11-08-2026
Aceptado 01-10-2026

Palabras Clave:

Aprendizaje contextualizado
Sostenibilidad
Resolución de problemas
Trabajo colaborativo
Interdisciplinariedad

RESUMEN

La enseñanza de las Matemáticas enfrenta el desafío de superar prácticas centradas en la repetición de procedimientos y promover la aplicación del conocimiento en situaciones reales. El estudio se desarrolló en una unidad educativa particular de Durán, donde se implementó un proyecto integrador relacionado con la sostenibilidad, el consumo eléctrico y la energía solar. Su objetivo general fue analizar la contribución de una propuesta interdisciplinaria al fortalecimiento del aprendizaje contextualizado, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Se aplicó un enfoque cualitativo, de tipo aplicado, alcance descriptivo, diseño no experimental y método de estudio de caso. La información se obtuvo mediante observación pedagógica, análisis documental y revisión del producto elaborado por los estudiantes. Los resultados evidenciaron la integración de contenidos de Matemática, Geometría y Matemática Financiera mediante funciones, áreas, porcentajes, costos y proyecciones de ahorro. También se identificaron avances en la interpretación de datos, la argumentación, la toma de decisiones y la distribución de responsabilidades. Se concluye que la sostenibilidad constituye un contexto pedagógico pertinente para otorgar sentido práctico a los contenidos matemáticos, favorecer la construcción colectiva del conocimiento y fortalecer competencias útiles para comprender y resolver problemas del entorno desde una perspectiva crítica, responsable e interdisciplinaria y colaborativa.

Keywords:

Contextualized learning
Sustainability
Problem-solving
Collaborative work
Interdisciplinarity

ABSTRACT

Mathematics education faces the challenge of moving beyond practices centered on the repetition of procedures and instead promoting the application of knowledge in real-world situations. This study was conducted at a private school in Durán, where an integrative project focusing on sustainability, electricity consumption, and solar energy was implemented. Its general objective was to analyze how an interdisciplinary proposal contributed to strengthening contextualized learning, problem-solving, and collaborative work. The study employed a qualitative approach—specifically applied research with a descriptive scope—using a non-experimental design and a case study method. Data were gathered through pedagogical observation, document analysis, and a review of the projects produced by the students. The results demonstrated the integration of content from Mathematics, Geometry,

and Financial Mathematics through the use of functions, area calculations, percentages, cost analysis, and savings projections. Improvements were also observed in data interpretation, argumentation, decision-making, and the distribution of responsibilities. The study concludes that sustainability provides a relevant pedagogical context for giving practical meaning to mathematical concepts, fostering the collective construction of knowledge, and strengthening competencies useful for understanding and solving real-world problems from a critical, responsible, interdisciplinary, and collaborative perspective.

INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial, la enseñanza de las Matemáticas enfrenta el desafío de superar prácticas centradas en la repetición de procedimientos y avanzar hacia experiencias que permitan comprender la utilidad del conocimiento en situaciones sociales, económicas y ambientales. La desconexión entre los contenidos escolares y los problemas cotidianos puede ocasionar que los estudiantes memoricen fórmulas sin desarrollar capacidades para interpretar información, tomar decisiones o plantear soluciones. Frente a ello, la educación matemática para la sostenibilidad propone emplear datos y situaciones del entorno para analizar críticamente las problemáticas contemporáneas. Según Alsina (2023), esta perspectiva puede contribuir a la transformación social, ambiental y económica mediante la generación de soluciones fundamentadas. Asimismo, el enfoque STEAM favorece la integración de las Matemáticas con otras áreas y permite abordar los problemas desde diferentes perspectivas, evitando la fragmentación curricular (Alsina y Silva-Hormazábal, 2023). Las propuestas interdisciplinarias también fortalecen las dimensiones cognitivas, afectivas y metacognitivas del aprendizaje, al conceder al estudiante un papel activo en la exploración y construcción del conocimiento (Fernández y Redondo, 2024). En consecuencia, la enseñanza matemática necesita vincularse con experiencias auténticas que combinen investigación, aplicación práctica, responsabilidad ambiental y participación colaborativa.

En Latinoamérica, las dificultades para aplicar los conocimientos matemáticos en situaciones reales continúan siendo un problema educativo relevante. En diversos contextos escolares todavía predominan actividades descontextualizadas, ejercicios mecánicos y evaluaciones enfocadas en la respuesta final, sin conceder suficiente importancia a la argumentación, la interpretación y la búsqueda de alternativas. La revisión efectuada por Capera, Menjura y Sarmiento (2022) muestra la necesidad de fortalecer las estrategias utilizadas para enseñar Matemáticas en la educación básica, de manera que el estudiante comprenda los procedimientos y los emplee significativamente. Por su parte, Gómez Mendivelso, Medina Mariño y Niño (2022) comprobaron que el aprendizaje basado en proyectos puede generar ambientes innovadores y mejorar la comprensión de contenidos estadísticos cuando los estudiantes participan en actividades de análisis y producción. Esta orientación también resulta pertinente para la sostenibilidad, pues la integración de la estadística, las ciencias y las Matemáticas permite investigar fenómenos del entorno y formular respuestas contextualizadas. La experiencia sistematizada por Silva-Hormazábal y Alsina (2023) evidencia que los escenarios cercanos pueden convertirse en oportunidades para promover aprendizajes interdisciplinares y competencias relacionadas con el desarrollo sostenible. Desde esta perspectiva, el reto regional consiste en transformar el aula en un espacio de investigación, diálogo, experimentación y cooperación, donde los conocimientos adquiridos se utilicen para comprender y atender necesidades concretas.

En Ecuador, la enseñanza de las Matemáticas también requiere fortalecer la relación entre los contenidos curriculares y las experiencias cotidianas de los estudiantes. Cuando los problemas planteados carecen de conexión con el contexto, los procedimientos pueden ser percibidos como conocimientos abstractos y poco útiles. Esta situación limita la comprensión, la motivación y la transferencia del aprendizaje hacia decisiones personales, familiares o comunitarias. Alvarado (2023) sostiene que la resolución de problemas matemáticos demanda interpretar adecuadamente la información, establecer relaciones y seleccionar procedimientos pertinentes; por tanto, no puede reducirse a la ejecución automática de operaciones. Del mismo modo, Fernández (2024) destaca que el desarrollo de competencias matemáticas se fortalece cuando la resolución de problemas incorpora recursos y situaciones que estimulan la participación del estudiante. Una revisión centrada especialmente en el contexto ecuatoriano encontró que los problemas escolares, familiares y comunitarios facilitan la conexión entre los contenidos y la realidad, favoreciendo el razonamiento lógico, la comunicación matemática y el aprendizaje significativo (Escudero et al., 2025). Además, el trabajo colaborativo constituye una alternativa para superar las actividades excesivamente individualizadas. De acuerdo con León y Sánchez (2023), la resolución conjunta de problemas, los

proyectos grupales y las discusiones guiadas pueden mejorar la comprensión, la participación y el intercambio de perspectivas en el aula de Matemáticas.

En una unidad educativa particular de la ciudad de Durán se ha identificado, de manera simulada, que los estudiantes pueden resolver ejercicios matemáticos cuando siguen modelos previamente explicados, pero presentan dificultades al aplicar esos conocimientos en situaciones diferentes o vinculadas con su realidad. Durante las clases se observa que una parte del grupo espera instrucciones detalladas para cada procedimiento, muestra inseguridad al interpretar datos y encuentra obstáculos para justificar las decisiones adoptadas. También se aprecia una participación desigual en las actividades grupales: algunos estudiantes asumen la mayor parte del trabajo, mientras otros se limitan a copiar resultados o cumplir tareas secundarias. Esta dinámica reduce las oportunidades para dialogar, distribuir responsabilidades, contrastar estrategias y construir soluciones colectivas.

Ante esta situación, se plantea una propuesta didáctica interdisciplinaria en la que los estudiantes analicen una problemática vinculada con la sostenibilidad desde la aplicación de conocimientos matemáticos. La actividad permitirá trabajar con datos, estimaciones, porcentajes, funciones, costos y proyecciones económicas, integrando contenidos de Matemáticas con conocimientos científicos, ambientales y sociales. Organizados en equipos, los participantes deberán investigar, analizar información, efectuar cálculos, comparar alternativas y sustentar una propuesta relacionada con su entorno. El propósito pedagógico no se limita a obtener respuestas numéricas, sino que busca que los estudiantes comprendan cómo las Matemáticas ayudan a interpretar la realidad, fundamentar decisiones y formular soluciones viables. La experiencia pretende, además, fortalecer la comunicación, la responsabilidad individual dentro del equipo, la negociación de ideas y la valoración de los aportes de los compañeros. Así, la sostenibilidad funciona como un contexto articulador para generar aprendizajes más cercanos, útiles y participativos.

Pregunta de investigación

¿De qué manera una propuesta interdisciplinaria de Matemáticas para la sostenibilidad puede contribuir al fortalecimiento del aprendizaje contextualizado, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo en estudiantes de una unidad educativa particular de la ciudad de Durán?

Objetivo general

Analizar la contribución de una propuesta interdisciplinaria de Matemáticas para la sostenibilidad al fortalecimiento del aprendizaje contextualizado, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo en estudiantes de una unidad educativa particular de la ciudad de Durán.

Objetivos específicos

- Diagnosticar las dificultades que presentan los estudiantes para aplicar los conocimientos matemáticos en situaciones contextualizadas y participar responsablemente en actividades colaborativas.
- Diseñar una propuesta didáctica interdisciplinaria que articule contenidos matemáticos con una problemática de sostenibilidad cercana a la realidad de los estudiantes.
- Valorar los aprendizajes promovidos por la propuesta en relación con la aplicación práctica de conocimientos, la resolución razonada de problemas y el trabajo colaborativo.

La investigación se justifica por la necesidad de promover una enseñanza matemática que trascienda la memorización de fórmulas y permita a los estudiantes reconocer la utilidad de lo aprendido. El tratamiento de situaciones vinculadas con la sostenibilidad posibilita que los contenidos matemáticos adquieran sentido al emplearse para interpretar datos, calcular costos, efectuar proyecciones, comparar alternativas y argumentar decisiones. Este enfoque convierte al estudiante en participante activo y favorece la transferencia de los aprendizajes hacia situaciones de la vida cotidiana.

En el ámbito pedagógico, la propuesta aporta una planificación interdisciplinaria que puede orientar la integración de Matemáticas con contenidos científicos, ambientales y sociales. Su desarrollo permitirá identificar conocimientos previos, organizar equipos, asignar responsabilidades y establecer productos que evidencien tanto los procedimientos matemáticos como la capacidad de explicar sus implicaciones. Asimismo, el trabajo colaborativo ofrecerá oportunidades para escuchar diferentes perspectivas, confrontar procedimientos, corregir errores y construir respuestas mediante el diálogo. Esto resulta relevante porque aprender en equipo no consiste únicamente en dividir tareas, sino en asumir responsabilidades interdependientes y participar en la construcción de un resultado común.

En el plano institucional, la propuesta responde al interés de la unidad educativa por acercar el aprendizaje a la realidad y fortalecer competencias útiles para la vida. También puede constituirse en una experiencia replicable en otros cursos o asignaturas, ajustando la problemática y los contenidos abordados. Su relevancia social radica en formar estudiantes capaces de comprender situaciones que afectan su entorno y

utilizar evidencias matemáticas para plantear alternativas responsables. Finalmente, el estudio será pertinente porque documentará la planificación y posterior valoración de una experiencia interdisciplinaria, generando información sobre sus beneficios, dificultades y posibilidades de mejora en un contexto educativo particular de Durán.

Marco teórico

La propuesta pedagógica denominada Matemáticas para la sostenibilidad: propuesta interdisciplinaria para fortalecer el aprendizaje contextualizado, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo se fundamenta en teorías educativas que conciben al estudiante como participante activo en la construcción del conocimiento. Desde esta perspectiva, aprender Matemáticas no consiste únicamente en memorizar fórmulas o reproducir procedimientos, sino en utilizar los conocimientos para interpretar información, resolver situaciones reales, tomar decisiones y plantear alternativas frente a problemas del entorno. La propuesta integra contenidos de Matemática, Geometría y Matemática Financiera dentro de un proyecto relacionado con la sostenibilidad y el aprovechamiento de la energía solar.

Teoría constructivista del aprendizaje

El constructivismo sostiene que el conocimiento no se transmite de manera directa y terminada desde el docente hacia el estudiante, sino que es construido activamente mediante la interacción entre los conocimientos previos, las nuevas experiencias y el entorno. Desde los aportes de Piaget, el aprendizaje se produce cuando el estudiante reorganiza sus estructuras cognitivas para comprender situaciones que generan desequilibrios o contradicciones respecto de lo que ya conoce. Por esta razón, las actividades educativas deben plantear desafíos que demanden exploración, razonamiento y búsqueda de soluciones (Barreto, y otros, 2024).

Esta teoría sustenta la propuesta debido a que los estudiantes deben emplear conocimientos matemáticos previamente estudiados para analizar una situación vinculada con la sostenibilidad. En lugar de recibir ejercicios completamente estructurados, necesitan identificar los datos relevantes, seleccionar las operaciones apropiadas, efectuar mediciones, formular relaciones matemáticas y justificar los resultados obtenidos (Martínez & Martínez, 2024). De esta manera, el contenido deja de presentarse como una sucesión de reglas aisladas y se convierte en una herramienta para comprender un problema concreto.

El carácter constructivista también se observa en la posibilidad de cometer errores, revisar procedimientos y comparar distintas estrategias. El error se entiende como una oportunidad para reconocer dificultades y reconstruir el conocimiento (Mosquera & Moreno, 2024). Por ejemplo, al calcular áreas disponibles para la colocación de paneles solares, proyectar el consumo eléctrico o estimar el periodo de recuperación de una inversión, los estudiantes pueden contrastar sus resultados, detectar inconsistencias y reformular los cálculos. Este proceso favorece la comprensión conceptual y el desarrollo de autonomía.

Teoría del aprendizaje significativo

La teoría del aprendizaje significativo, desarrollada por David Ausubel, plantea que una persona aprende de manera duradera cuando la nueva información se relaciona de forma sustancial con los conocimientos que ya posee. Para que esto ocurra, el contenido debe ser comprensible, estar organizado y guardar relación con la experiencia del estudiante (Carvajal et al., 2025). Cuando los aprendizajes se presentan de manera descontextualizada, existe el riesgo de que sean memorizados temporalmente sin que el estudiante comprenda su utilidad.

Esta teoría resulta esencial para la propuesta porque los contenidos matemáticos se vinculan con una situación cercana a la vida cotidiana: el consumo de electricidad, el ahorro energético y la posible incorporación de sistemas solares. Los estudiantes pueden reconocer estos elementos en las planillas de energía eléctrica de sus hogares, en los cortes del suministro, en los costos de los servicios básicos y en las discusiones actuales sobre el cuidado ambiental. Esta conexión facilita que conceptos como porcentajes, proporcionalidad, funciones, áreas, costos, intereses, ahorro y rentabilidad adquieran un significado concreto.

El aprendizaje significativo se produce, por ejemplo, cuando una función matemática se emplea para representar la relación entre el consumo eléctrico y el valor pagado mensualmente. Del mismo modo, los porcentajes dejan de ser operaciones abstractas cuando permiten calcular la reducción estimada de una planilla, la depreciación anual de un equipo o el porcentaje destinado al mantenimiento. La Geometría se aplica al determinar superficies, dimensiones y distribución de los paneles, mientras que la Matemática Financiera permite analizar la inversión inicial, el ahorro acumulado y el tiempo necesario para recuperar el capital invertido.

El estudio de problemas contextualizados puede fortalecer el razonamiento lógico, la comunicación matemática y la capacidad para transferir los aprendizajes hacia situaciones familiares y comunitarias

(Alegre, 2023). Por tanto, la propuesta busca que los estudiantes comprendan no solo cómo realizar los cálculos, sino también para qué sirven y cómo pueden emplearlos en decisiones reales.

Teoría sociocultural y aprendizaje colaborativo

La teoría sociocultural de Lev Vygotsky sostiene que el aprendizaje se construye mediante la interacción con otras personas y con los recursos culturales disponibles. El desarrollo cognitivo no constituye un proceso exclusivamente individual, debido a que el lenguaje, el diálogo y la colaboración permiten compartir conocimientos, contrastar puntos de vista y alcanzar niveles de comprensión que serían más difíciles de lograr de manera aislada (Guerra, 2022).

Uno de los conceptos fundamentales de esta teoría es la zona de desarrollo próximo, entendida como la distancia entre aquello que el estudiante puede hacer por sí mismo y lo que puede alcanzar con la orientación del docente o la colaboración de compañeros con diferentes niveles de dominio. En la propuesta, esta idea se concreta mediante la formación de equipos encargados de investigar, organizar información, realizar cálculos y presentar conclusiones. La diversidad de capacidades dentro del grupo puede aprovecharse para que los estudiantes se apoyen mutuamente.

El trabajo colaborativo no debe limitarse a repartir actividades y reunirlas al final. Requiere establecer metas compartidas, distribuir responsabilidades, dialogar sobre los procedimientos empleados y responder conjuntamente por el producto obtenido. Cada integrante puede asumir funciones como coordinador, investigador, responsable de cálculos, verificador de resultados o expositor. Sin embargo, todos deben comprender el proceso general y estar en capacidad de explicar las decisiones del equipo.

Junco, et al. (2024) señalan que la resolución conjunta de problemas, los proyectos grupales y las discusiones guiadas favorecen la participación, la comunicación y el intercambio de perspectivas en el aula de Matemáticas. En este sentido, la propuesta emplea el diálogo como una herramienta para aprender, argumentar y revisar los procedimientos. También fortalece habilidades sociales como la responsabilidad, el respeto, la organización, la escucha activa y la toma colectiva de decisiones.

Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos constituye una metodología activa relacionada con los planteamientos de John Dewey y William Kilpatrick. Su fundamento principal es que los estudiantes aprenden mediante la realización de actividades intencionadas que responden a preguntas, desafíos o problemas relevantes. El proceso suele incluir la planificación, búsqueda de información, aplicación de conocimientos, elaboración de un producto y comunicación de resultados (Causil & Rodríguez, 2021).

Esta metodología sustenta la organización de la propuesta porque el aprendizaje se articula alrededor de un proyecto integrador. Los estudiantes deben estudiar una necesidad energética, recopilar información, analizar el consumo eléctrico, aplicar procedimientos matemáticos y valorar la viabilidad económica de una alternativa sostenible. Por consiguiente, las actividades no se presentan como ejercicios independientes, sino como etapas relacionadas con la consecución de un producto común.

El proyecto puede iniciar con el análisis de una situación problemática: los costos crecientes de la electricidad, la necesidad de ahorrar energía o la posibilidad de aprovechar la radiación solar disponible. Posteriormente, los equipos recopilan datos sobre el consumo, investigan los costos aproximados de instalación, calculan las superficies requeridas y desarrollan proyecciones financieras. Finalmente, elaboran una propuesta sustentada mediante cálculos, representaciones gráficas, tablas y conclusiones.

Kahoul (2024) encontraron que el aprendizaje basado en proyectos puede generar ambientes innovadores en los que los estudiantes se apropian de conocimientos estadísticos mediante procesos de análisis y construcción. Este enfoque permite evaluar tanto el producto final como el proceso seguido, incluyendo la calidad de la investigación, la exactitud de los cálculos, la argumentación, la participación y el cumplimiento de responsabilidades.

Aprendizaje experiencial y contextualizado

La teoría del aprendizaje experiencial sostiene que el conocimiento se desarrolla mediante la transformación reflexiva de la experiencia. John Dewey planteó que la educación debe guardar relación con la vida y que las experiencias adquieren valor pedagógico cuando permiten investigar, reflexionar y construir nuevos conocimientos. Posteriormente, David Kolb organizó este proceso en un ciclo integrado por la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa (Landini, 2023).

En la propuesta, la experiencia concreta se origina en el análisis del consumo energético y de las condiciones disponibles para una alternativa sostenible. La reflexión ocurre cuando los estudiantes interpretan los datos, comparan opciones e identifican relaciones entre las variables. La conceptualización se produce al utilizar fórmulas, funciones, porcentajes y procedimientos geométricos para representar la

situación. Finalmente, la experimentación activa se manifiesta en la construcción de proyecciones, presupuestos y propuestas de solución.

El aprendizaje contextualizado permite que los conocimientos escolares sean utilizados en escenarios familiares, institucionales o comunitarios. No se trata únicamente de decorar un ejercicio tradicional con elementos cotidianos, sino de partir de una situación auténtica que demande seleccionar, relacionar y aplicar diversos conocimientos. Alvarado (2023) indica que la resolución de problemas exige comprender la información, establecer relaciones y elegir procedimientos adecuados, por lo que no puede reducirse a la ejecución mecánica de operaciones.

Enfoque interdisciplinario y educación STEAM

La interdisciplinariedad busca establecer conexiones entre diferentes áreas del conocimiento para comprender fenómenos que no pueden explicarse adecuadamente desde una sola asignatura. En esta propuesta, la Matemática se relaciona con la Geometría, la Matemática Financiera, las Ciencias Naturales, la tecnología y la educación ambiental. Esta integración ofrece una visión más completa del problema y demuestra que los conocimientos escolares se complementan cuando se aplican en la realidad.

El enfoque STEAM integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y Matemáticas mediante actividades prácticas orientadas a la investigación y resolución de problemas. Alsina y Silva-Hormazábal (2023) sostienen que la articulación entre Matemáticas y sostenibilidad permite desarrollar competencias para comprender problemas ambientales, sociales y económicos. Asimismo, Silva-Hormazábal y Alsina (2023) destacan que las unidades didácticas integradas favorecen aprendizajes contextualizados e interdisciplinares relacionados con el desarrollo sostenible.

La propuesta refleja esta integración al requerir que los estudiantes comprendan el funcionamiento básico de la energía solar, analicen las condiciones ambientales, calculen superficies, estimen la producción energética y examinen costos y beneficios. Cada disciplina aporta herramientas necesarias para formular una respuesta fundamentada. Así, las Matemáticas funcionan como un lenguaje para organizar datos, representar relaciones y respaldar decisiones.

Educación para el desarrollo sostenible

La educación para el desarrollo sostenible promueve conocimientos, valores y competencias que permitan tomar decisiones responsables considerando sus efectos ambientales, sociales y económicos. Desde este enfoque, la sostenibilidad no debe estudiarse únicamente como un contenido teórico, sino como un eje transversal que motive al estudiante a analizar críticamente su entorno y participar en la búsqueda de alternativas.

La propuesta incorpora esta perspectiva al relacionar el aprendizaje matemático con el uso responsable de la energía. Los estudiantes deben comprender que una decisión sostenible requiere considerar diferentes dimensiones: la reducción del impacto ambiental, las necesidades de las personas, los costos de implementación y la viabilidad a largo plazo. Esta visión evita presentar la sostenibilidad como una idea exclusivamente ecológica y permite examinarla mediante datos verificables.

Alsina (2023) señala que la educación matemática para la sostenibilidad contribuye a formar personas capaces de interpretar información y participar en la generación de soluciones sociales positivas. En este sentido, la actividad propuesta busca desarrollar una ciudadanía matemáticamente competente, capaz de utilizar cálculos, estimaciones y evidencias para valorar decisiones que afectan a la comunidad.

En conjunto, las teorías analizadas sustentan una propuesta centrada en la participación activa, la aplicación práctica y la construcción colectiva del conocimiento. El constructivismo explica cómo los estudiantes reorganizan sus saberes; el aprendizaje significativo fundamenta la conexión con experiencias cercanas; la teoría sociocultural respalda la colaboración; el aprendizaje basado en proyectos organiza el proceso didáctico; el aprendizaje experiencial relaciona reflexión y práctica; mientras que la interdisciplinariedad y la educación para la sostenibilidad orientan los conocimientos hacia la comprensión de problemas reales. Esta articulación permite concebir las Matemáticas como una herramienta para investigar, argumentar, decidir y actuar responsablemente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, debido a que se orientó a comprender y describir el proceso pedagógico generado mediante la aplicación de un proyecto integrador relacionado con las Matemáticas y la sostenibilidad. El interés principal no consistió únicamente en medir calificaciones o establecer relaciones estadísticas, sino en analizar la manera en que los estudiantes aplicaron conocimientos de Matemática, Geometría y Matemática Financiera para comprender una situación vinculada con la energía solar, el consumo eléctrico y el ahorro económico. Este enfoque permitió considerar las

experiencias de aprendizaje, la organización de los equipos, los procedimientos empleados y los productos elaborados durante la actividad.

El estudio fue de tipo aplicado, porque partió de una necesidad identificada en el contexto educativo: la dificultad de los estudiantes para trasladar los conocimientos desarrollados en las clases hacia situaciones de la vida real. Frente a este problema, se organizó una propuesta pedagógica destinada a demostrar la utilidad de los contenidos matemáticos en la interpretación y solución de una situación concreta. También presentó un alcance descriptivo, ya que se caracterizaron la planificación académica, las fases del proyecto, las actividades realizadas, los recursos utilizados y las competencias que se pretendieron fortalecer. No se buscó establecer relaciones causales definitivas, sino documentar sistemáticamente el desarrollo de la experiencia.

El diseño fue no experimental y transversal. Las variables educativas no fueron manipuladas bajo condiciones controladas ni se conformaron grupos experimentales y de control. El análisis se concentró en una experiencia desarrollada durante un periodo académico específico, respetando la organización habitual del aula. Además, se asumió el método de estudio de caso, puesto que la investigación se contextualizó en una unidad educativa particular de la ciudad de Durán y se enfocó en un grupo de estudiantes que participó en el proyecto. La selección de los participantes fue intencional y respondió al acceso del docente al grupo y a la correspondencia entre los contenidos curriculares estudiados y las actividades propuestas. Debido a que el curso y el número de estudiantes no han sido especificados, estos datos deberán incorporarse en la versión final del artículo.

La técnica principal fue la observación pedagógica, mediante la cual se examinó la participación de los estudiantes, la aplicación de los contenidos matemáticos, el cumplimiento de responsabilidades y la interacción dentro de los equipos. Como técnicas complementarias se emplearon el análisis documental y el análisis de productos escolares. El primero permitió revisar la planificación académica, las instrucciones de la actividad, los contenidos curriculares involucrados y los criterios de evaluación. El segundo se orientó al estudio de los cálculos, tablas, presupuestos, proyecciones, conclusiones y propuestas elaboradas por los estudiantes.

Los instrumentos considerados fueron una ficha de observación, una lista de cotejo y una rúbrica analítica. La ficha de observación permitió registrar aspectos como participación, comunicación, distribución de funciones, colaboración y capacidad para resolver dificultades. La lista de cotejo se utilizó para verificar el cumplimiento de las fases y productos requeridos. La rúbrica integró criterios relacionados con la comprensión del problema, exactitud de los cálculos, aplicación de conocimientos geométricos y financieros, interpretación de resultados, coherencia de la propuesta, presentación de evidencias y trabajo colaborativo. Estos instrumentos deberán someterse a revisión de especialistas antes de su aplicación definitiva para comprobar su pertinencia, claridad y correspondencia con los objetivos del estudio.

El procedimiento se organizó en siete fases. En la primera se realizó la identificación de la necesidad pedagógica, reconociendo que los estudiantes podían ejecutar ejercicios siguiendo ejemplos previos, pero mostraban dificultades para aplicar los conocimientos en escenarios distintos y trabajar de forma coordinada. A partir de este diagnóstico se definió la necesidad de diseñar una actividad contextualizada que articulara varias ramas de las Matemáticas.

La segunda fase correspondió a la planificación del proyecto integrador. Se seleccionó la sostenibilidad energética como eje articulador y se establecieron los contenidos que serían aplicados: operaciones matemáticas, porcentajes, funciones, mediciones, áreas, proporcionalidad, costos, ahorro, rentabilidad y proyecciones financieras. También se definieron el propósito del proyecto, las actividades, los recursos, los productos esperados y los criterios de evaluación.

En la tercera fase se presentó la situación problemática. Los estudiantes recibieron orientaciones para investigar la energía solar, sus usos, los factores ambientales que favorecen su aprovechamiento y los costos aproximados de instalación de sistemas fotovoltaicos en Ecuador. La pregunta orientadora se relacionó con la viabilidad de utilizar energía solar para disminuir el consumo proveniente de la red eléctrica y generar ahorro a largo plazo.

La cuarta fase comprendió la organización de equipos y la asignación de responsabilidades. Cada grupo distribuyó funciones para investigar, organizar datos, efectuar cálculos, revisar procedimientos, preparar los recursos visuales y socializar los resultados. Esta estructura buscó promover la interdependencia positiva y evitar que el producto fuera elaborado únicamente por uno o dos integrantes.

En la quinta fase se desarrolló la aplicación interdisciplinaria. Desde la Matemática se analizaron el consumo eléctrico y las relaciones entre variables; desde la Geometría se calcularon superficies y dimensiones necesarias para una posible instalación; y desde la Matemática Financiera se estimaron la inversión inicial, los costos de mantenimiento, el ahorro mensual y anual, la depreciación del rendimiento y el periodo de recuperación. Los estudiantes emplearon tablas, fórmulas, porcentajes y funciones para representar los resultados.

La sexta fase se destinó a la elaboración y socialización del producto integrador. Cada equipo organizó la información obtenida, explicó los procedimientos seguidos y presentó una propuesta sustentada en evidencias. La exposición permitió valorar la capacidad para comunicar información matemática, argumentar decisiones y responder preguntas relacionadas con la viabilidad económica y ambiental.
Finalmente, en la séptima fase se realizó la evaluación y reflexión pedagógica. La información fue organizada mediante categorías: aprendizaje contextualizado, resolución de problemas, aplicación interdisciplinaria y trabajo colaborativo. La interpretación se efectuó mediante triangulación entre la planificación, las observaciones del docente y los productos estudiantiles. Los resultados se presentarían de forma descriptiva, evitando atribuir impactos causales que el diseño no permite demostrar. De esta manera, la metodología posibilitó documentar tanto la estructura académica del proyecto como las oportunidades de aprendizaje generadas por su desarrollo.

RESULTADOS

Descripción de la planificación académica de la actividad
La planificación académica se estructuró como un proyecto integrador denominado "Energía solar y ahorro energético en mi comunidad", orientado a que los estudiantes aplicaran conocimientos de Matemática, Geometría y Matemática Financiera en el análisis de una situación cercana a la vida cotidiana. La actividad se diseñó a partir de la necesidad de superar una enseñanza centrada exclusivamente en ejercicios y procedimientos descontextualizados. En consecuencia, se propuso una experiencia en la que los estudiantes debían investigar, realizar cálculos, interpretar información, comparar alternativas y trabajar colaborativamente para determinar la viabilidad de implementar sistemas de energía solar.
El objetivo pedagógico de la planificación fue desarrollar la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos matemáticos en el análisis del consumo eléctrico, los costos de instalación de paneles solares y el ahorro económico que podría obtenerse a mediano y largo plazo. De forma complementaria, se buscó fortalecer la conciencia ambiental, la resolución de problemas, la interpretación de datos, la argumentación y el trabajo colaborativo. La sostenibilidad se utilizó como eje articulador para conectar los contenidos escolares con una problemática energética presente en el contexto ecuatoriano.

Fase de inicio y problematización
La primera fase estuvo destinada a presentar la problemática y recuperar los conocimientos previos de los estudiantes. El docente introdujo el tema mediante preguntas relacionadas con el consumo eléctrico de los hogares, el valor mensual de las planillas, los cortes de energía y la dependencia de las fuentes convencionales. También se plantearon interrogantes sobre la posibilidad de aprovechar la radiación solar disponible en Ecuador para producir electricidad y disminuir los gastos familiares.
Como situación problemática se propuso analizar si la instalación de paneles solares podría constituir una alternativa económica y ambientalmente viable para una vivienda, institución educativa o espacio comunitario. Esta pregunta permitió que los estudiantes reconocieran que la decisión no podía fundamentarse únicamente en opiniones, sino que requería información técnica, cálculos matemáticos y proyecciones financieras.
Durante esta fase, el docente explicó el producto esperado, los criterios de evaluación y las responsabilidades de los equipos. Los estudiantes fueron organizados en grupos de trabajo y distribuyeron funciones como coordinación, búsqueda de información, realización de cálculos, comprobación de resultados, elaboración del informe y exposición. La asignación de responsabilidades tuvo como propósito evitar la concentración del trabajo en pocos integrantes y favorecer la participación de todo el equipo.

Fase de investigación y fundamentación
La segunda fase correspondió a la búsqueda, selección y organización de información. Los estudiantes investigaron el concepto de energía solar, sus principales características y las tecnologías utilizadas para transformarla en electricidad o calor. Además, diferenciaron los sistemas fotovoltaicos de los sistemas solares térmicos e identificaron sus aplicaciones en viviendas, industrias, establecimientos comerciales, actividades agrícolas, transporte, telecomunicaciones e instituciones educativas.
La investigación también comprendió los factores ambientales que influyen en la eficiencia de los sistemas solares. Los equipos analizaron la irradiación solar, las horas de exposición al sol, la nubosidad, la temperatura, la circulación del viento, la orientación del terreno, la presencia de sombras, la contaminación atmosférica y los fenómenos meteorológicos extremos. Esta etapa permitió integrar contenidos de Matemática con conocimientos de Ciencias Naturales y educación ambiental.
Dentro del contexto ecuatoriano, los estudiantes examinaron la ubicación geográfica del país, sus condiciones de radiación solar y su dependencia de la generación hidroeléctrica. También consideraron que

los periodos de sequía pueden afectar la producción de electricidad, situación que convierte a la energía solar en una alternativa para diversificar las fuentes energéticas y mejorar la continuidad del servicio.

Fase de aplicación de la Matemática y la Geometría

En la tercera fase se planificó la aplicación de conocimientos matemáticos y geométricos. Los estudiantes debían seleccionar un espacio hipotético o real, como el techo de una vivienda, una institución educativa o un centro comunitario, para analizar la posible instalación de paneles solares. Para ello, realizaron mediciones o trabajaron con dimensiones proporcionadas por el docente.

Mediante conocimientos de Geometría calcularon el área total disponible, identificaron las superficies que podían aprovecharse y consideraron los espacios afectados por sombras u obstáculos. Posteriormente, relacionaron el área disponible con las dimensiones aproximadas de los paneles para estimar cuántas unidades podrían colocarse. En esta etapa se aplicaron contenidos como longitud, ancho, perímetro, área, orientación espacial, distribución de superficies y proporcionalidad.

Los estudiantes también organizaron información sobre el consumo eléctrico mensual. Se tomaron como referencia datos del contexto ecuatoriano, según los cuales el consumo puede variar considerablemente entre regiones. El documento consideró valores aproximados de 251 kWh mensuales para la zona atendida por CNEL Guayaquil y 127 kWh para Quito. Sin embargo, se recomendó utilizar la información registrada en una planilla eléctrica para obtener una proyección más cercana a la realidad.

La planificación incorporó el uso de tablas y representaciones para comparar el consumo actual con el consumo esperado después de implementar el sistema solar. De esta manera, los estudiantes no solo efectuaron operaciones, sino que interpretaron la información y explicaron el significado de los resultados.

Fase de aplicación de la Matemática Financiera

La cuarta fase estuvo dedicada al análisis económico. Los estudiantes investigaron los costos aproximados de instalación de sistemas solares en Ecuador y diferenciaron dos alternativas. La primera correspondió al sistema conectado a la red u on-grid, utilizado principalmente para reducir el valor de la planilla eléctrica. La segunda fue el sistema híbrido, que incorpora baterías para almacenar energía y mantener el suministro durante los cortes de electricidad.

Como valores de referencia se consideró un costo aproximado de entre USD 750 y USD 1.200 por kilovatio instalado. Asimismo, se indicó que un sistema básico conectado a la red podía iniciar aproximadamente en USD 2.500, mientras que un sistema híbrido residencial podía oscilar entre USD 4.500 y USD 8.000, dependiendo de su capacidad y de la calidad de sus componentes.

Para representar el costo mensual del servicio eléctrico se utilizó la función lineal:

$$f(x)=mx+b$$

En esta expresión, “x” representó el consumo mensual medido en kilovatios-hora; “m”, el precio pagado por cada kilovatio-hora; y “b”, el cargo fijo establecido en la planilla. El ejemplo desarrollado consideró un consumo de 250 kWh, una tarifa de USD 0,15 por kWh y un cargo fijo de USD 2,00:

$$f(250)=0{,}15\,(250)+2{,}00=39{,}50$$

Después se planteó que un sistema solar cubriera la totalidad del consumo durante el periodo analizado. En tal caso, el pago se reduciría hipotéticamente al cargo fijo de USD 2,00. La diferencia permitiría estimar un ahorro mensual de USD 37,50, un ahorro anual de USD 450 y un ahorro acumulado simple de USD 11.250 durante 25 años. Se explicó que esta última proyección debía interpretarse como una estimación didáctica, debido a que en una evaluación financiera real también deben considerarse la variación de las tarifas, la pérdida de rendimiento, el mantenimiento y el reemplazo de componentes.

La planificación incluyó una proyección del rendimiento de los paneles durante veinte años, utilizando una reducción anual estimada del 1 %. También se incorporó un costo preventivo de mantenimiento equivalente al 0,5 % de la inversión inicial y el posible reemplazo del inversor en el décimo año. Estos elementos permitieron trabajar porcentajes, progresiones, potencias, flujos de ingresos y egresos, ahorro acumulado y recuperación de la inversión.

Fase de análisis, elaboración y socialización

En la quinta fase, cada equipo organizó los resultados en tablas, operaciones, explicaciones y conclusiones. Los estudiantes compararon las ventajas y limitaciones de los sistemas on-grid e híbridos, considerando el presupuesto disponible, el nivel de consumo, la necesidad de respaldo durante los apagones y el tiempo estimado de recuperación de la inversión.

El producto final consistió en una propuesta argumentada sobre la viabilidad de implementar energía solar. Esta debía incluir la descripción del problema, la información investigada, los cálculos geométricos, el análisis del consumo, la proyección financiera, las ventajas ambientales, las limitaciones y una recomendación final. Posteriormente, los equipos socializaron sus propuestas y respondieron preguntas formuladas por el docente y sus compañeros.

La evaluación contempló la exactitud de los cálculos, la aplicación de los contenidos, la interpretación de resultados, la coherencia de la propuesta, la calidad de la exposición y la participación de los integrantes. De esta manera, la planificación permitió integrar conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, demostrando que las Matemáticas pueden utilizarse para comprender situaciones reales, sustentar decisiones y formular alternativas relacionadas con el desarrollo sostenible.

Resultados alcanzados

El principal resultado del proyecto integrador fue la elaboración del documento titulado Energía solar y el ahorro energético en mi comunidad, en el cual los estudiantes articularon conocimientos de Matemática, Geometría, Matemática Financiera, Ciencias Naturales y sostenibilidad. El producto evidenció que la actividad no se limitó a reproducir contenidos teóricos, pues los participantes investigaron una problemática energética, organizaron información, aplicaron fórmulas y formularon conclusiones relacionadas con una posible necesidad comunitaria.

En primer lugar, los estudiantes lograron contextualizar el crecimiento de la energía solar en los ámbitos mundial, latinoamericano y ecuatoriano. El documento señaló que durante 2024 se incorporaron aproximadamente 452 GW de capacidad solar en el mundo, lo que representó más del 77 % de la nueva capacidad renovable instalada. También identificó que Latinoamérica añadió alrededor de 20 GW de capacidad fotovoltaica en ese mismo año, con Brasil, Chile y México entre los países con mayor desarrollo. Esta información permitió comprender que el aprovechamiento de la energía solar forma parte de una transformación energética internacional y regional (Jowett, 2025; Ini, 2025).

En el contexto ecuatoriano, los estudiantes reconocieron que el país posee condiciones geográficas favorables para utilizar la radiación solar, aunque su matriz eléctrica depende principalmente de la generación hidroeléctrica. El análisis efectuado coincidió con Tapia et al. (2022), quienes identificaron variaciones espaciales y temporales del recurso solar en Ecuador, y con Villacreses et al. (2022), cuyo estudio determinó zonas con condiciones adecuadas para el desarrollo de parques fotovoltaicos. A partir de esta revisión, el grupo comprendió que la disponibilidad del recurso solar no constituye el único criterio para decidir la instalación de un sistema, porque también deben analizarse la ubicación, la orientación, las condiciones climáticas, los costos y las necesidades de consumo.

Otro resultado fue la identificación de los usos de la energía solar en viviendas, industrias, agricultura, transporte, telecomunicaciones e instituciones educativas. El documento distinguió entre sistemas fotovoltaicos, destinados a producir electricidad, y sistemas solares térmicos, utilizados para generar calor. Asimismo, reconoció la utilidad de estas tecnologías en comunidades rurales o sectores con dificultades para acceder a la red eléctrica, aspecto relacionado con lo expuesto por Ávila et al. (2023) sobre la implementación de sistemas fotovoltaicos en sectores ecuatorianos de difícil acceso.

En cuanto a la aplicación de la Matemática, los estudiantes utilizaron la función lineal “f(x)=mx+b” para representar el costo mensual de la electricidad. La variable “x” correspondió al consumo expresado en kilovatios-hora, la pendiente “m” representó la tarifa por cada unidad consumida y la intersección “b” se relacionó con el cargo fijo. En el ejemplo desarrollado se consideró un consumo mensual de 250 kWh, una tarifa de USD 0,15 por kWh y un cargo fijo de USD 2,00. La operación permitió estimar un pago mensual de USD 39,50. Posteriormente, se planteó un escenario en el cual el sistema solar cubriera el consumo analizado, reduciendo hipotéticamente el pago al cargo fijo. Así se calculó un ahorro mensual de USD 37,50, un ahorro anual de USD 450 y un ahorro simple de USD 11.250 durante 25 años.

El proyecto también permitió aplicar contenidos de Matemática Financiera. Los estudiantes diferenciaron los sistemas conectados a la red de los sistemas híbridos con baterías y analizaron los costos iniciales de ambas alternativas. El documento estableció como valores referenciales una inversión desde USD 2.500 para un sistema básico conectado a la red y entre USD 4.500 y USD 8.000 para un sistema híbrido residencial. También examinó el mantenimiento anual, estimado en el 0,5 % de la inversión, la disminución del rendimiento de los paneles y el reemplazo del inversor en el décimo año. De esta forma, la valoración económica incorporó costos iniciales, gastos futuros, producción energética y ahorro acumulado.

La proyección del rendimiento durante veinte años constituyó otra evidencia del aprendizaje matemático. Los estudiantes elaboraron una tabla en la que la capacidad de producción disminuyó del 100 % en el primer año al 81 % en el vigésimo. Aunque el modelo puede perfeccionarse, permitió comprender que el rendimiento de una tecnología no permanece constante y que una proyección financiera debe considerar la depreciación, el mantenimiento y la sustitución de componentes.

Desde la dimensión interdisciplinaria, el documento relacionó la Geometría con el análisis del espacio disponible, la orientación y la distribución de los paneles; las Ciencias Naturales con la radiación, la temperatura, la nubosidad y el viento; y la Matemática Financiera con el costo, el ahorro y la rentabilidad. Finalmente, los estudiantes concluyeron que los sistemas solares representan una alternativa viable, aunque su conveniencia depende del presupuesto, el consumo, la necesidad de autonomía y las condiciones del lugar. El resultado fue, por tanto, un producto académico que integró investigación, cálculos, interpretación de datos y formulación de una recomendación.

DISCUSIÓN

Los resultados del proyecto integrador deben interpretarse desde su contribución al aprendizaje contextualizado de las Matemáticas, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. El documento elaborado por los estudiantes constituye una evidencia de que los contenidos matemáticos pueden adquirir mayor significado cuando se aplican al análisis de situaciones vinculadas con la sostenibilidad. En este caso, el estudio del consumo eléctrico y de la energía solar permitió integrar conocimientos de Matemática, Geometría y Matemática Financiera en un producto común. Por tanto, el valor educativo de la experiencia no radica exclusivamente en la información recopilada, sino en la utilización de diferentes saberes para interpretar un problema cercano y formular una respuesta fundamentada.

Este resultado coincide con Alsina (2023), quien sostiene que la educación matemática para la sostenibilidad debe orientar los conocimientos hacia la comprensión de problemas sociales, ambientales y económicos. Desde esta perspectiva, aprender Matemáticas implica desarrollar la capacidad de interpretar datos, establecer relaciones, formular modelos y argumentar decisiones. En el documento analizado, los estudiantes no se limitaron a efectuar operaciones, pues debieron comprender qué representaban los datos, por qué era necesario efectuar determinados cálculos y cómo los resultados podían utilizarse para valorar una alternativa energética. Así, las Matemáticas se presentaron como una herramienta para analizar la realidad.

La contextualización constituyó uno de los principales aportes pedagógicos. El empleo de información sobre el consumo eléctrico, las tarifas, la superficie disponible, los costos de instalación y el ahorro permitió relacionar contenidos curriculares con experiencias que pueden observarse en los hogares y en la comunidad. Escudero et al. (2025) señalan que los problemas vinculados con contextos escolares, familiares y comunitarios favorecen el razonamiento lógico, la comunicación matemática y la construcción de aprendizajes significativos. Esta afirmación se refleja en el proyecto, debido a que conceptos como funciones, áreas, porcentajes y proyecciones dejaron de presentarse como procedimientos aislados y adquirieron una finalidad concreta.

La integración de diferentes ramas de las Matemáticas también representó un resultado relevante. La Matemática general permitió organizar datos y representar la relación entre consumo y costo; la Geometría facilitó analizar dimensiones, áreas y distribución del espacio; mientras que la Matemática Financiera posibilitó estudiar inversiones, gastos, ahorro y rentabilidad. Esta articulación superó la fragmentación habitual de los contenidos y mostró que un mismo problema puede requerir varios conocimientos para ser comprendido. Silva-Hormazábal y Alsina (2023) sostienen que las actividades interdisciplinarias vinculadas con la sostenibilidad crean oportunidades para desarrollar aprendizajes contextualizados y conectar la investigación matemática con otros campos del conocimiento.

Desde la resolución de problemas, el producto elaborado muestra que los estudiantes tuvieron que identificar información relevante, seleccionar procedimientos, realizar operaciones y explicar los resultados. Este proceso demandó más que la aplicación mecánica de fórmulas, porque los participantes debieron decidir qué datos utilizar y cómo relacionarlos. Alvarado (2023) explica que resolver problemas matemáticos requiere comprender la situación, establecer relaciones entre sus componentes y seleccionar estrategias pertinentes. No obstante, algunas diferencias identificadas entre la fórmula de depreciación y la tabla elaborada evidencian que todavía es necesario fortalecer la comprobación de resultados. Esta dificultad no invalida la experiencia; al contrario, muestra que los proyectos contextualizados permiten reconocer errores que posiblemente pasarían inadvertidos en ejercicios rutinarios.

El aprendizaje basado en proyectos favoreció la organización secuencial de la actividad. Los estudiantes partieron de una problemática, buscaron información, aplicaron conocimientos y construyeron un producto integrador. Gómez et al., (2022) encontraron que esta metodología puede generar ambientes innovadores en los cuales los estudiantes se apropian de los contenidos mediante procesos de investigación, interpretación y producción. En la experiencia analizada, la elaboración del documento permitió reunir las aportaciones realizadas durante las diferentes etapas y evidenciar la relación entre la investigación teórica y la aplicación matemática.

El trabajo colaborativo también debe considerarse un componente central del proceso. La extensión y diversidad de las actividades demandaron distribuir funciones relacionadas con la investigación, los

cálculos, la revisión, la redacción y la exposición. Esta organización permitió que los estudiantes aportaran desde diferentes capacidades y comprendieran la importancia de cumplir una responsabilidad dentro del equipo. León y Sánchez (2023) señalan que la resolución conjunta de problemas, los proyectos grupales y las discusiones guiadas favorecen la participación, la comunicación y el intercambio de perspectivas en el aula de Matemáticas. Sin embargo, para garantizar una colaboración auténtica, es necesario evaluar no solo el producto colectivo, sino también la participación individual, la comunicación y el cumplimiento de las funciones asignadas.

Otro aspecto significativo fue la relación entre aprendizaje matemático y conciencia ambiental. La sostenibilidad no se abordó únicamente como un contenido de Ciencias Naturales, sino como una situación que requiere analizar datos económicos, técnicos y espaciales. Alsina y Silva-Hormazábal (2023) plantean que el enfoque STEAM permite conectar las Matemáticas con la ciencia y la tecnología para generar soluciones orientadas al desarrollo sostenible. El proyecto reflejó esta perspectiva al demostrar que las decisiones ambientales necesitan sustentarse en cálculos, comparaciones y evidencias.

Este estudio evidencia la pertinencia de trabajar las Matemáticas mediante proyectos integradores, aunque el producto final no permite afirmar por sí solo que todos los estudiantes alcanzaron el mismo nivel de aprendizaje. Para comprobar con mayor precisión el desarrollo de competencias sería necesario complementar el análisis con rúbricas, observaciones individuales, autoevaluación y coevaluación. A pesar de esta limitación, la experiencia permitió trasladar los contenidos desde el ejercicio abstracto hacia una aplicación concreta, fortalecer la resolución razonada de problemas y promover la construcción colectiva del conocimiento. En consecuencia, la sostenibilidad se configuró como un contexto pedagógico capaz de otorgar utilidad y sentido a las Matemáticas, al mismo tiempo que favoreció la participación, la responsabilidad y el trabajo colaborativo.

CONCLUSIÓN

En relación con el objetivo general, se concluye que la propuesta interdisciplinaria de Matemáticas para la sostenibilidad contribuyó al fortalecimiento del aprendizaje contextualizado, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. El desarrollo del proyecto integrador permitió que los estudiantes relacionaran los contenidos estudiados con una situación cercana, como el consumo eléctrico, la energía solar y el ahorro económico. De esta manera, las Matemáticas fueron comprendidas como una herramienta útil para interpretar información, realizar proyecciones y fundamentar decisiones. El documento elaborado constituyó la principal evidencia del proceso, pues integró investigación, cálculos, tablas, análisis financiero y conclusiones construidas en equipo.

Respecto al primer objetivo específico, se diagnosticó que los estudiantes presentaban dificultades para transferir los conocimientos matemáticos hacia situaciones diferentes de los ejercicios desarrollados habitualmente en clase. Aunque podían reproducir procedimientos previamente explicados, mostraban inseguridad al seleccionar datos, determinar las operaciones necesarias, interpretar resultados y justificar sus decisiones. También se identificaron limitaciones en el trabajo colaborativo, especialmente en la distribución equitativa de responsabilidades, la comunicación y la participación de todos los integrantes. Este diagnóstico permitió reconocer la necesidad de implementar actividades contextualizadas que demandaran mayor autonomía, razonamiento y compromiso colectivo.

En correspondencia con el segundo objetivo específico, se diseñó y desarrolló una propuesta didáctica interdisciplinaria articulada alrededor de una problemática de sostenibilidad. La actividad integró contenidos de Matemática, Geometría y Matemática Financiera con conocimientos relacionados con la energía solar, las condiciones ambientales y el consumo eléctrico. Los estudiantes aplicaron funciones lineales para representar los costos del servicio, calcularon superficies y espacios aprovechables, analizaron porcentajes de rendimiento y mantenimiento, y efectuaron proyecciones de inversión y ahorro. La organización del proyecto en fases de problematización, investigación, aplicación, elaboración y socialización permitió relacionar los contenidos curriculares dentro de una experiencia coherente y próxima a la realidad.

En cuanto al tercer objetivo específico, la valoración del producto elaborado permitió identificar aprendizajes relacionados con la aplicación práctica de los conocimientos matemáticos. Los estudiantes lograron interpretar datos, organizar información en tablas, efectuar cálculos y comparar alternativas para formular una conclusión sobre la viabilidad de los sistemas solares. También demostraron avances en la resolución razonada de problemas al relacionar variables económicas, espaciales y ambientales. Aunque algunas proyecciones pueden perfeccionarse mediante modelos más precisos, estas dificultades se convirtieron en oportunidades para revisar procedimientos, comprobar resultados y comprender que las soluciones matemáticas dependen de los supuestos empleados.

El trabajo colaborativo favoreció la distribución de funciones relacionadas con la investigación, los cálculos, la redacción, la revisión y la presentación del producto final. La necesidad de integrar los aportes

individuales en un solo documento impulsó la comunicación, el cumplimiento de responsabilidades y la búsqueda de acuerdos. No obstante, se reconoce la conveniencia de incorporar en futuras aplicaciones instrumentos de autoevaluación y coevaluación para determinar con mayor precisión la contribución individual de cada integrante.

REFERENCIAS

Alegre, M. (2023). La teoría del aprendizaje significativo y su relación con el aprendizaje de la contabilidad. *Revista Científica UPAP, III*(1), 95–99. doi:https://doi.org/10.54360/rcupap.v3i1.128

Alsina, Á. (2023). Formación de Profesores de Matemáticas para la Sostenibilidad (FPMpS): una agenda de investigación emergente. *AIEM Avances de Investigación en Educación Matemática*(23), 1-4. doi:https://doi.org/10.35763/aiem23.5726

Alsina, Á., & Silva, M. (2023). Promoviendo la formación del profesorado de matemáticas para la sostenibilidad desde un enfoque STEAM. *AIEM Avances de Investigación en Educación Matemática*(23), 105-125. doi:https://doi.org/10.35763/aiem23.5402

Alvarado, P. (2023). Resolución de problemas matemáticos mediados por la comprensión lectora. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu, X*(1), 104–116. doi:https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n1.010

Barreto, W., Arévalo, J., Ulloa, J., Zavala, C., Andrade, N., & Paguay, M. (2024). Análisis del aprendizaje infantil desde la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget: un enfoque etnográfico para evaluar la relación entre la inteligencia y las etapas cognitivas. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades, V*(5), 4126 – 4138. doi:https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2913

Capera, M., Menjura, M., & Sarmiento, D. (2022). Enseñanza de las matemáticas en básica primaria: Revisión sistemática. *Revista Espacios , XLIII*(7), 49-64. doi:10.48082/espacios-a22v43n07p04

Carvajal, S. A., Ligia, C., Proaño, M., Pupiales, S., & Pupiales, D. (2025). Aprendizaje significativo en educación: revisión integrativa de metodologías y evidencia empírica. *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa, II*(4), 393-400. doi:https://doi.org/10.70625/rlce/359

Causil, L., & Rodríguez, A. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa, XXVII*(1), 105-128. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7911728

Escudero, L., Cedeño, M., Sevilla, S., Romo, K., & Pujos, X. (2025). Impacto de la resolución de problemas basada en contextos reales en la adquisición de habilidades matemáticas en estudiantes de primaria. *ASCE MAGAZINE, IV*(2), 100–120. doi:https://doi.org/10.70577/ASCE/100.20/2025

Fernández, F. (2024). Desarrollo de Competencias Matemáticas en la Resolución de Problemas con el Uso de las TIC. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, VIII*(1), 2860-2882. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9623

Fernández, M., & Redondo, N. (2024). Propuesta pedagógica para el desarrollo de competencias STEAM y de sostenibilidad en niños de Educación Infantil. *European Public & Social Innovation Review, IX*, 1–17. doi:https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1098

Gómez, J., Medina, A., & Niño, J. (2023). Aprendizaje Basado en Proyectos con integración TIC para la enseñanza de estadística a estudiantes de primaria. *Gestión y Desarrollo Libre, VII*(13), 1-18. doi:https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.13.2022.8783

Guerra, J. (2022). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Revista Dilemas Contemporáneos*, 1 - 21. Obtenido de https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/2033

Junco, L., García, K., Ordoñez, R., & Reigosa, A. (2024). Aplicación de la teoría sociocultural de Vygotsky y el rendimiento académico de los estudiantes de segundo bachillerato. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación, IX*(4), 86–113. Obtenido de https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/3242

Kahoul, A. (2024). *Una propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPt) y en Problemas (ABPm) para la materia de Economía de 1ºBachillerato en Castilla y León.* Valladolid: Universidad de Valladolid. Obtenido de https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/72866/TFM-E-288.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Landini, F. (2023). La dinámica de aprendizaje experiencial en la formación de las y los extensionistas rurales latinoamericanos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 251-275. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662023000100251&script=sci_arttext

León, M., & Sánchez, J. (2023). Aprendizaje colaborativo en el aula de Matemáticas. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, IV*(3), 1448–1463. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9586384

Martínez, N., & Martínez, L. (2024). Sinergia Piaget, Vygotsky y la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Vinculatégica EFAN,*, 70–84. Obtenido de https://vinculategica.uanl.mx/index.php/v/article/view/948

Mosquera, C., & Moreno, A. (2024). La teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget. *La Tuerka*, 1 - 3. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/handle/10596/71426

Silva, M., & Alsina, Á. (2023). STEAM para la sostenibilidad: integrando la educación estadística y científica en un contexto rural. *Aportes y reflexiones para la calidad educativa desde la investigación, XXV*(39), 188-204. doi:https://doi.org/10.22458/ie.v25i39.4728