



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Diseño de recurso didáctico con enfoque STEM para promover el aprendizaje sobre desarrollo sostenible y conciencia ambiental en estudiantes de grado sexto del colegio de Boyacá de la a ciudad de Tunja.

“Este proyecto aporta a la formación educativa con conciencia ecológica y compromiso social. Este proyecto es innovador porque integra el enfoque STEM con la economía circular mediante un aula viva y una huerta escolar, empoderando a los estudiantes como líderes transformadores de su entorno y la sostenibilidad”.

Iván Ricardo López Quiroga
Jessica Johanna Cely Atuesta
John Mauricio Vargas Trilleras
Olga Lucia Pava Espitia

Facultad de Educación
Maestría en Educación STEM
Bogotá D.C. mayo 2026

- ivan.quirogalop@usantotomas.edu.co: [[Enlace ORCID](#)], [[Enlace CvLac](#)], [[Enlace Google Scholar](#)].
- jessicacely@usantotomas.edu.co: [[Enlace ORCID](#)], [[Enlace CvLac](#)], [[Enlace Google Scholar](#)].
- john.trillerasvar@usantotomas.edu: [[Enlace ORCID](#)], [[Enlace CvLac](#)], [[Enlace Google Scholar](#)].
- olga.espitiapav@usantotomas.edu [[Enlace Orcid](#)], [[Enlace CvLac](#)], [[Enlace Google Scholar](#)].
- **Fecha de presentación:** Mayo de 2026



Tabla de contenido

Introducción.....	8
Justificación.....	11
1. Preliminares: Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad	13
1.1. Diagnóstico de la realidad	13
1.1.1. Identificación:	13
1.1.3. Formulación:	16
1.2. Oportunidades de innovación / alternativas de solución.....	16
1.3. Propósito y objetivos	18
1.3.2. Objetivo general	18
1.3.3. Objetivos específicos	18
1.4. Matriz de medición de impacto educativo y social.....	18
2. Marco de referencia	20
2.1. Marco contextual	20
2.2. Revisión de Estado del Arte.....	21
2.2.1. Marco de antecedentes	21
2.3. Marco teórico.....	32
2.3.1. Educación Ambiental Crítica: una mirada transformadora frente a la crisis ambiental	33
2.3.2. Educación para el Desarrollo Sostenible y articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	34
2.3.3. Cultura Ambiental: valores, comportamientos y apropiación del territorio.....	36
2.3.4. Tecnologías Educativas, Objetos Virtuales de Aprendizaje y Aprendizaje Basado en Juegos	36
2.3.5. Cultura Ambiental: valores, creencias, actitudes y comportamientos.....	38
2.3.6. Enfoque STEM como estrategia para la sostenibilidad	40
2.3.6.1. Referentes del Enfoque STEM	43
2.3.6.2. Definición e interdisciplinariedad del enfoque STEM.....	43
2.3.6.3. Propósitos de aprendizaje y competencias del siglo XXI	44
2.3.6.4. Estrategias de aprendizaje activo en STEM	45



2.3.7. Rol de las Tecnologías de la Información y Comunicación.....	46
2.3.8. Factores de éxito y mediación docente.	47
2.4. Marco conceptual.....	48
2.4.1 Aprendizaje por Descubrimiento:	48
2.4.2. Enfoque STEM	48
2.4.3. Sostenibilidad:	49
2.4.4. Desarrollo Sostenible:.....	49
2.4.5. Conciencia ambiental:.....	49
2.4.6. Educación para el desarrollo sostenible (EDS):.....	50
2.4.7. Economía circular:.....	50
2.4.8. Impacto Ambiental:	51
2.4.9. Buenas prácticas en sostenibilidad:	51
2.5. Marco legal y normativo.....	51
3. Marco metodológico.....	56
3.1. Enfoque de investigación.....	56
3.2. Tipo de Investigación	57
3.3. Tipo de estudio	57
3.4. Técnicas de recolección de información seleccionadas	58
3.5. Técnicas de análisis de información seleccionadas	60
3. 6. Aplicación y análisis de los resultados preliminares.....	60
3. 7. Procedimiento.....	61
3.8. Producto o resultado esperado.....	61
3.9. Descripción de la Población y Muestra.....	62
3.10. Recursos Previstos	64
Resultados y análisis de resultados.....	67
Conclusiones	73
Visión prospectiva del proyecto	75
Lecciones aprendidas.....	75
Fortalezas del proyecto	76
Oportunidades de mejora.....	77
Recomendaciones	77
Consideraciones éticas.....	78



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Consentimiento informado	78
Confidencialidad y anonimato	79
Principio de beneficencia y no maleficencia.....	79
Principios éticos fundamentales.....	79
Aprobación ética.....	80
Referencias Bibliográficas.....	81
Anexos.....	86



Listas

Lista de Gráficas

Gráfica 1 Valoración promedio expertos	72
--	----

Lista de Tablas

Tabla 1 Matriz de Medición de Impacto Educativo y Social.....	19
Tabla 2 Marco Legal y Normativo para el Desarrollo Sostenible	52
Tabla 3 Resumen de Técnicas e Instrumentos de Recolección	59
Tabla 4 Matriz de Interesados y Beneficiarios del Proyecto	63
Tabla 5 Cronograma de Actividades (Diagrama de Gantt).....	66
Tabla 6 Resultados de Confiabilidad: Coeficiente Alfa de Cronbach	67
Tabla 7 Niveles de conciencia ambiental utilizados en el diagnóstico	68
Tabla 8 Resumen de resultados del diagnóstico de conciencia ambiental.....	69
Tabla 9 Resultados de la validación por expertos del prototipo Eco-Líderes de Boyacá.....	71

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa sobre las Causas de los Aprendizajes.....	16
Ilustración 2 Recurso Didáctico	70

Lista de Anexos

Anexo 1 Encuesta Diagnóstica.....	86
Anexo 2 Encuesta Evaluadores.....	87
Anexo 3 Guías de Trabajo.....	88



Resumen

El presente proyecto aborda la oportunidad de fortalecer el aprendizaje práctico en sostenibilidad y la mejorar la gestión de residuos en el Colegio de Boyacá de Tunja, situaciones que generan desconexión ambiental en estudiantes de sexto grado. Su propósito es diseñar un prototipo de recurso didáctico basada en el enfoque STEM, integrando la economía circular como eje para la acción sostenible. A través del recurso “Eco-Líderes de Boyacá”, 34 estudiantes participan en la transformación de residuos plásticos y orgánicos, mediante la creación de un aula viva productiva y el desarrollo de bio-negocios escolares, promoviendo el aprendizaje activo y contextualizado. La metodología se fundamenta en un enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo), que combina análisis de datos e interpretación del contexto educativo, según plantean John W. Creswell y Vicki L. Plano Clark (2018). Asimismo, se adopta la Investigación-Acción Educativa (IAE), concebida como un proceso cíclico de mejora pedagógica basado en la reflexión y la acción, de acuerdo con Stephen Kemmis y Robin McTaggart (2014). Este enfoque se estructura en fases de diagnóstico, diseño y evaluación de la propuesta pedagógica. El proyecto promueve que los estudiantes pasen de consumidores pasivos a líderes capaces de proponer soluciones sostenibles, cuantificar impactos ambientales y aplicar principios de economía circular. Su impacto educativo y social radica en el fortalecimiento de la conciencia ambiental, el desarrollo de competencias STEM y la generación de prácticas pedagógicas innovadoras con impacto positivo en la comunidad educativa de Tunja.

Palabras clave: Enfoque STEM, Desarrollo Sostenible, Conciencia Ambiental, Economía Circular.

Abstract

This project addresses the opportunity to strengthen practical learning in sustainability and improve waste management at the Colegio de Boyacá in Tunja, situations that generate environmental disconnection among sixth-grade students. Its purpose is to design a prototype of a didactic resource based on the STEM approach, integrating the circular economy as a central axis for sustainable action.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Through the resource “*Eco-Leaders of Boyacá*,” 34 students participate in the transformation of plastic and organic waste by creating a productive living classroom and developing school-based bio-businesses, promoting active and contextualized learning.

The methodology is grounded in a mixed-methods approach (qualitative–quantitative), which combines data analysis and interpretation of the educational context, as proposed by John W. Creswell and Vicki L. Plano Clark (2018). Likewise, Educational Action Research (EAR) is adopted, conceived as a cyclical process of pedagogical improvement based on reflection and action, according to Stephen Kemmis and Robin McTaggart (2014). This approach is structured in phases of diagnosis, design, implementation, and evaluation.

The project encourages students to move from passive consumers to leaders capable of proposing sustainable solutions, quantifying environmental impacts, and applying principles of the circular economy. Its educational and social impact lies in strengthening environmental awareness, developing STEM competencies, and generating innovative pedagogical practices with a positive impact on the educational community of Tunja.

.

Keywords: STEM Approach, Sustainable Development, Environmental Awareness, Circular Economy.



Introducción

Este proyecto surge de la necesidad de fortalecer la educación ambiental en el Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja, como una herramienta fundamental para promover el desarrollo sostenible y sensibilizar a los estudiantes de grado sexto frente a las problemáticas ecológicas presentes en su entorno escolar y comunitario, donde se evidencian prácticas inadecuadas en el manejo de residuos sólidos, espacios escolares subutilizados y reducidas oportunidades de aprendizaje práctico; reconociendo la importancia de implementar estrategias pedagógicas que acerquen a los estudiantes a la comprensión crítica de los procesos ambientales y su relación con el medio ambiente.

Más allá de abordar la crisis ambiental desde una perspectiva global, este proyecto busca reflexionar sobre cómo los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden contribuir a la formación de actitudes responsables y participativas frente al cuidado del entorno, en este contexto, el proyecto se centra en la generación de prácticas educativas que integren valores y actitudes de sostenibilidad, hábitos de consumo responsable, principios de economía circular y el aprovechamiento eficiente de los residuos, permitiendo a los estudiantes comprender el potencial transformador de la educación en la mitigación de problemáticas ambientales y en la construcción de una cultura ecológica comprometida con la sostenibilidad. Frente a esta problemática, el colegio Boyacá es un espacio significativo para fomentar la conciencia ecológica, el pensamiento crítico y la aplicación de conocimientos de economía circular. En este contexto, el proyecto se centra en el diseño de un recurso didáctico bajo el enfoque STEM, que articula la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas para promover la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) a través de un "aula viva" con estudiantes del grado Sexto del Colegio de Boyacá. Esta propuesta permite que la economía circular emerja como el modelo de acción práctica de la sostenibilidad, enseñando a optimizar el ciclo de vida de los recursos y transformar los residuos en nuevos insumos. De este modo, se busca que los estudiantes comprendan la interdependencia entre el bienestar ambiental y el progreso económico, capacitándolos para generar alternativas productivas circulares que aseguren la viabilidad del entorno a largo plazo.

En tal sentido, el proceso pedagógico se concibe como una educación orientada a la acción, donde el desarrollo sostenible pasa de ser un concepto teórico a convertirse en una



competencia ciudadana activa. A través de la metodología STEM, se promueve una didáctica de la circularidad donde los estudiantes utilicen el pensamiento sistémico para reconocer su papel en la transformación del entorno y asuman decisiones informadas. Así, el recurso didáctico no solo fortalece la conciencia ecológica, sino que contribuye al desarrollo de habilidades prácticas para la resolución de problemas reales como la gestión eficiente de residuos en la huerta escolar, permitiendo que la comunidad educativa transite hacia modelos de vida más compatibles con la regeneración de los ecosistemas.

Por lo tanto, la educación ambiental es una dinámica integral que demanda la adopción de modelos de vida compatibles con la viabilidad del planeta. Esto exige la integración del desarrollo sostenible y de conductas proactivas que tiendan a prevenir y resolver los problemas ambientales no solo a nivel global sino en el entorno más inmediato del estudiante. El recurso didáctico diseñado desde el enfoque STEM constituye una propuesta pedagógica integral orientada a vincular las áreas del saber en procesos de aprendizaje activo, cooperativo y significativo, favoreciendo la formación de una sociedad crítica y responsable.

Este proyecto se fundamenta en la resolución de problemas planificada y la toma de decisiones informadas como ejes que fortalecen las competencias científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas. Estos procesos permiten que los estudiantes comprendan la interacción entre el conocimiento y la realidad ambiental favoreciendo la construcción de soluciones sostenibles ante los desafíos ecológicos actuales. Al mismo tiempo, promueven valores como el respeto por la naturaleza y la cooperación, indispensables para el compromiso con el desarrollo sostenible.

La iniciativa se enfoca en la construcción de aprendizajes significativos que vinculen el conocimiento científico con la acción social y ambiental. Mediante la reutilización de materiales reciclables en la construcción del "aula viva", se sensibiliza a estudiantes y familias sobre la adopción de prácticas sostenibles. Este proceso permite comprender los principios de la economía circular, otorgando una nueva vida útil a los materiales para reducir residuos. De esta manera, se fomenta una cultura de responsabilidad compartida vinculando el aprendizaje escolar con la transformación real del entorno comunitario.

La ruta metodológica de esta investigación se basa en un enfoque mixto y en un diseño experimental con aplicación de pretest y postest. Se adopta el modelo de Investigación-Acción Educativa (IAE), el cual se distingue por ser un proceso reflexivo y participativo donde el docente interviene en el aula como investigador y agente de cambio para transformar la práctica pedagógica. Este proceso se operacionaliza a través de fases esenciales como son: un diagnóstico inicial de la conciencia ambiental, el diseño del recurso didáctico STEM (misiones didácticas basadas en la



economía circular) y la evaluación de la propuesta pedagógica mediante el análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Esta estructura metodológica asegura que la intervención responda de manera pertinente a las necesidades de los 32 estudiantes del grado sexto del Colegio de Boyacá.

Finalmente, el presente documento se organiza de manera lógica para proporcionar una guía clara sobre los temas desarrollados iniciando con la Justificación y los Preliminares, donde se delimita la realidad educativa y el diagnóstico institucional. Continúa con el Marco de Referencia, que integra el estado del arte y las bases teóricas de la educación ambiental crítica y el pensamiento STEM. Posteriormente, el Marco Metodológico el cual detalla los instrumentos de recolección de información y el procedimiento de las sesiones de aprendizaje; culminando con el análisis de los resultados, las conclusiones derivadas de los objetivos propuestos y una visión prospectiva que proyecta lecciones aprendidas y recomendaciones para la sostenibilidad del territorio en Tunja.

Este proyecto representa una apuesta por transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, integrando el enfoque STEM como eje de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Al trascender la enseñanza tradicional se propician experiencias que vinculan la reflexión crítica con la economía circular, consolidando la corresponsabilidad frente a los desafíos ambientales locales. En última instancia, se aspira a que esta propuesta se convierta en un modelo replicable que contribuya a formar ciudadanos capaces de generar soluciones sostenibles con creatividad, ética y compromiso social.



Justificación

La crisis ecológica global caracterizada por el cambio climático y la degradación acelerada de los ecosistemas, compromete actualmente los fundamentos del bienestar humano y el progreso económico de las naciones. Según la ONU (2023), los modelos de consumo insostenibles están agotando recursos naturales vitales a un ritmo alarmante, lo que exige una respuesta educativa inmediata y transformadora. En este marco, la UNESCO (2017) posiciona a la escuela como el escenario estratégico primordial para fomentar la conciencia ecológica y el pensamiento crítico, permitiendo que el estudiante transite de una preocupación meramente teórica hacia una responsabilidad ciudadana proactiva frente a los desafíos ambientales contemporáneos. La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) emerge, como un proceso pedagógico integral diseñado para empoderar a los estudiantes como agentes de cambio, desarrollando competencias clave como el pensamiento sistémico y la toma de decisiones responsables.

En el contexto específico del Colegio de Boyacá en Tunja, una institución oficial con más de 200 años de trayectoria, se evidencia la necesidad de fortalecer la conciencia ambiental en una muestra de 34 estudiantes de grado sexto. De acuerdo con observaciones realizadas dentro del entorno escolar, se identificaron prácticas inadecuadas en la disposición de residuos sólidos, a pesar de que los estudiantes poseen conocimientos teóricos generales sobre el cuidado ambiental.

Estas dinámicas se observan claramente en la Sede Rafael Londoño Barajas, ubicada en la Villa Olímpica, un sector estratégico y de alta sensibilidad ambiental debido a su proximidad con el humedal La Cabaña. Este ecosistema enfrenta presiones constantes asociadas a la incorrecta disposición de residuos sólidos y a la progresiva pérdida de zonas verdes institucionales.

El presente proyecto se justifica al intervenir de manera directa sobre las causas raíz identificadas en el diagnóstico mediante el Diagrama de Ishikawa (Figura 1), el cual señala que las metodologías tradicionales centradas en la memorización, la limitada disponibilidad de recursos didácticos y la escasa capacitación docente en el enfoque STEM han derivado en aprendizajes poco significativos y en una débil gestión ambiental institucional.

El análisis también evidencia que la infraestructura y los recursos escolares existentes se encuentran subutilizados para promover experiencias de aprendizaje prácticas, contextualizadas e interdisciplinarias lo que limita el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y



ambientales en los estudiantes y la relación entre los conocimientos teóricos y las acciones concretas orientadas al cuidado del entorno.

El diagrama también indica la inadecuada gestión de residuos sólidos dentro de la institución, no solo responde a hábitos incorrectos sino que también la falta de estrategias pedagógicas innovadoras que permitan fomentar la participación activa y el aprendizaje significativo. Desde este contexto, el proyecto busca fortalecer la conciencia ambiental mediante una estrategia didáctica basada en el enfoque STEM y la economía circular como modelo de acción práctica en el Colegio de Boyacá y la ciudad de Tunja.

La propuesta permitirá que los residuos plásticos y orgánicos generados en la institución dejen de ser percibidos como basura y se transformen en recursos pedagógicos útiles para la construcción de una huerta escolar y un aula viva, de manera que los estudiantes participen activamente en procesos de reutilización, reciclaje y aprovechamiento sostenible de materiales fortaleciendo el aprendizaje por descubrimiento, la conciencia ambiental y el compromiso con la preservación de ecosistemas cercanos como el humedal La Cabaña.

Como respuesta a esta necesidad se propone el diseño de un recurso didáctico denominado "Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular" como estrategia pedagógica en el enfoque STEM y la economía circular; para el fortalecimiento de la conciencia ambiental y promover un aprendizaje significativo en los estudiantes del grado sexto del colegio Boyacá. Esta estrategia incluye un prototipo funcional de huerta orgánica escolar diseñado bajo criterios de ingeniería y sostenibilidad. Esta propuesta innovadora se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4, 13 y 15, y se inscribe rigurosamente en la línea de investigación "Pensamiento STEM". Al integrar de forma interdisciplinaria la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, se dota a los estudiantes de herramientas reales para mitigar la acumulación de desechos, aplicar sus derechos y deberes ambientales, y liderar de forma ética la preservación de su territorio en la ciudad de Tunja.



1. Preliminares: Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad

La investigación busca identificar las características institucionales, dinámicas del aula y necesidades formativas de los estudiantes; además, reconocer las problemáticas ambientales que emergen en el entorno escolar y territorial a partir de un análisis inicial que permita establecer las condiciones, oportunidades y desafíos que orientan la propuesta didáctica basada en el enfoque STEM y la Educación para el Desarrollo Sostenible, garantizando que las acciones planteadas respondan de manera pertinente a las necesidades y demandas reales del contexto.

1.1. Diagnóstico de la realidad

1.1.1. Identificación:

El proyecto se desarrolla en el Colegio de Boyacá de Tunja, institución oficial con una trayectoria histórica de 204 años que actualmente atiende una población de 2.850 estudiantes. La comunidad estudiantil se caracteriza por su diversidad social, económica y cultural debido a que la conforma estudiantes provenientes de diferentes sectores urbanos de la ciudad y zonas rurales con gran potencial agrícola.

Esta diversidad, la convierte en una institución con una comunidad heterogénea donde coexisten distintas formas de relacionarse con el entorno ambiental evidenciadas en los hábitos, prácticas y experiencias que los estudiantes tienen frente al manejo de residuos y el cuidado de los recursos naturales.

La investigación se focaliza específicamente en una muestra poblacional de 34 estudiantes de grado sexto (entre 11 y 12 años), quienes se encuentran en una etapa clave para consolidar hábitos y valores con el fin de fortalecer sus competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas mediante estrategias basadas en la experimentación y el trabajo colaborativo.

a. **El contexto espacial:** El estudio se sitúa en la Sede Rafael Londoño Barajas del Colegio de Boyacá, ubicada en el sector Villa Olímpica de la ciudad de Tunja, una zona de sensibilidad ambiental debido a su cercanía con el humedal La Cabaña, considerado un ecosistema estratégico para el equilibrio ambiental del territorio. En este contexto, se evidencia dentro de la



institución una débil conciencia ambiental asociada al manejo inadecuado de residuos sólidos, el desaprovechamiento de espacios pedagógicos y la necesidad de fortalecer prácticas sostenibles en la comunidad educativa. Estas problemáticas son visibles en el entorno escolar mediante la acumulación y disposición inadecuada de residuos, situación que limita la apropiación de hábitos responsables y el desarrollo de experiencias de aprendizaje ambiental significativo.

Frente a esta realidad, el proyecto propone transformar los residuos sólidos en recursos pedagógicos mediante la creación de “aulas vivas” y laboratorios de aprendizaje práctico, articulados al enfoque STEM y la economía circular. De esta manera, la propuesta se vincula con el PRAE “ECOFILIA” y el Decálogo Ambiental institucional, promoviendo acciones orientadas al fortalecimiento de la cultura ambiental, la sostenibilidad y el aprovechamiento responsable de los recursos desde la realidad local del Colegio de Boyacá.

b. **Contexto temporal:** La investigación se proyecta para desarrollarse en un periodo de seis meses en el año escolar 2026. El tiempo se distribuye en tres fases: diagnóstico, diseño del recurso didáctico y evaluación de la propuesta pedagógica, en concordancia con el calendario académico de la institución.

La intencionalidad del proyecto radica en fomentar educación activa y significativa, que trascienda la memorización de contenidos y promueva la reflexión crítica sobre los efectos de la acción humana en el entorno natural. Al vincular el enfoque STEM con los principios de la EDS y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que se busca desarrollar en los estudiantes habilidades cognitivas, prácticas y actitudinales orientadas hacia la sostenibilidad

El alcance del proyecto comprende tanto la creación del recurso didáctico como su validación pedagógica con los estudiantes de grado sexto. Se espera que esta experiencia contribuya a fortalecer la conciencia ambiental, la capacidad de análisis y la apropiación de valores sostenibles dentro y fuera del aula. En este sentido, el proyecto se constituye en una oportunidad para innovar en las prácticas pedagógicas y promover una cultura escolar comprometida con el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

1.1.2. Descripción: La realidad que motiva este proyecto se enmarca en el Colegio de Boyacá el cual atiende una población estudiantil diversa proveniente de sectores urbanos y rurales. Lo que refleja las diferentes formas de relacionarse con el entorno, el manejo de residuos y las prácticas ambientales presentes en la comunidad educativa, evidenciándose la necesidad de fortalecer los procesos de educación ambiental y sostenibilidad desde el contexto escolar.

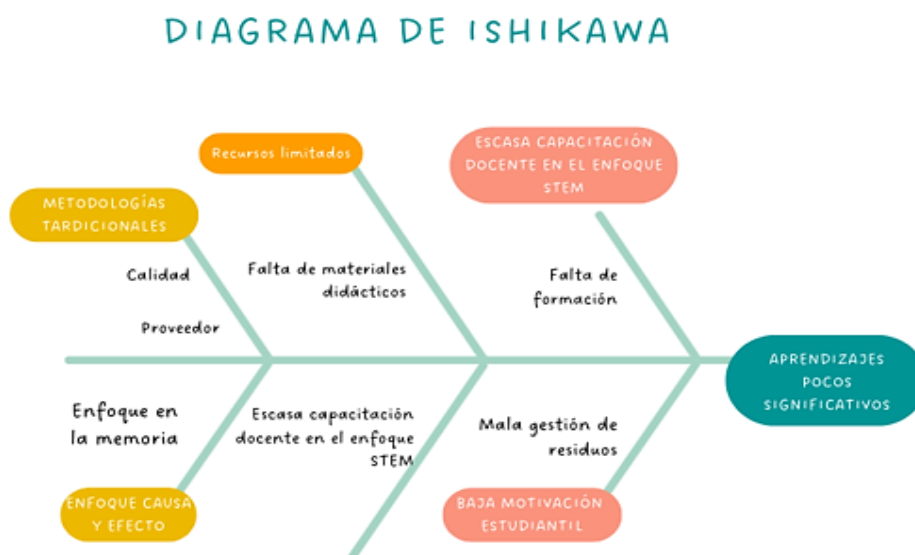


El proyecto se focaliza en grado sexto, etapa clave en que los aprendizajes se fortalecen mediante la experimentación, exploración y trabajo práctico. No obstante, dentro del contexto escolar predominan prácticas tradicionales que limitan el proceso de indagación y la resolución de problemas reales, desconectando el saber científico de la cotidianidad y la vida cotidiana del estudiante. Ante esto, se propone el diseño de un recurso didáctico basado en el enfoque STEM que materialice la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), definida como un proceso que articula las dimensiones ambiental, social y económica para empoderar a los estudiantes en el proceso de toma de decisiones responsables y compromiso con la sostenibilidad. (UNESCO, 2020).

La EDS se vincula aquí directamente con la economía circular, pues el recurso (una huerta un "aula viva") promueve el aprovechamiento de residuos reciclables para darles una nueva vida útil, reduciendo residuos y minimizando el impacto ambiental. Así, el enfoque STEM permite que los estudiantes apliquen la ciencia para gestionar ciclos de recursos sostenibles, fomentando una conciencia ecológica que trasciende la teoría hacia la acción social transformadora. El diagrama de Ishikawa (Figura 1) permite identificar como causas principales del problema el predominio de metodologías tradicionales centradas en la memorización, recursos pedagógicos limitados para el aprendizaje práctico y la escasa integración del enfoque STEM en los procesos pedagógicos. Estos factores impiden que la EDS trascienda la memorización, derivando en un bajo nivel de conciencia y falta de compromiso real con el entorno inmediato. Al omitir el pensamiento sistémico y la economía circular, el aprendizaje tradicional fragmenta el conocimiento y dificulta la respuesta efectiva a los retos globales. En consecuencia, el proyecto propone el diseño de un recurso didáctico basado en un prototipo que incorpora el aprovechamiento de materiales reutilizables como estrategia pedagógica para fortalecer la educación ambiental y promover experiencias de aprendizaje contextualizadas desde el enfoque STEM y la economía circular en los estudiantes de grado sexto.

El diagrama de causa y efecto (Figura 1) elaborado en el marco de este estudio permite visualizar las principales causas del problema identificado: metodologías tradicionales, recursos limitados, escasa capacitación docente en el enfoque STEM, gestión ambiental institucional débil y baja motivación estudiantil. Estas causas ocasionan impactos como el bajo nivel de conciencia ambiental, la falta de compromiso con el entorno, y los aprendizajes poco significativos.

Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa sobre las Causas de los Aprendizajes



Elaboración propia (2025).

Nota. El diagrama ilustra las causas raíces identificadas en el diagnóstico institucional realizado con los 34 estudiantes.

1.1.3. Formulación:

¿Cómo el diseño de un recurso didáctico basado en el enfoque STEM contribuye al aprendizaje para el desarrollo sostenible y al fortalecimiento de la conciencia ambiental en los estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja?

1.2. Oportunidades de innovación / alternativas de solución

A partir del diagnóstico integral de la realidad educativa en el Colegio de Boyacá, se identificó que, si bien los estudiantes de grado sexto poseen un perfil de "Ciudadano Responsable" con disposición hacia la reutilización, presentan una dependencia crítica de motivaciones externas y una carencia de visión sistémica sobre el entorno. El análisis de causas mediante el Diagrama de Ishikawa reveló que las metodologías tradicionales y la subutilización de los espacios físicos institucionales limitan el tránsito de una conciencia ambiental teórica hacia una responsabilidad proactiva. Frente a este escenario, se plantean las siguientes alternativas de solución:



Alternativa 1: Programa de Cátedra Ambiental Tradicional. Consiste en el diseño de un currículo complementario basado en conferencias y material impreso sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Aunque aborda la falta de información, esta opción presenta el riesgo de mantenerse en el plano memorístico, sin resolver la desconexión práctica de los estudiantes con su entorno inmediato, ni mitigar el uso de los espacios escolares subutilizados.

Alternativa 2: Implementación de un Simulador Digital de Gestión Ambiental. Se fundamenta en el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para que los estudiantes tomen decisiones virtuales sobre la conservación del entorno escolar. Esta alternativa fortalece la alfabetización digital y la motivación, su viabilidad se ve limitada por la dependencia de conectividad constante y no genera un impacto físico directo sobre la problemática de residuos sólidos que afecta a la sede.

Alternativa 3: Diseño e Implementación del Recurso Didáctico "Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular" basado en un Prototipo de Huerta STEM. Esta propuesta consiste en la creación de un recurso pedagógico integral que operacionaliza la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) a través de cuatro misiones de aprendizaje activo. La alternativa propone la transformación física de espacios subutilizados en la Sede Rafael Londoño Barajas en un "aula viva", donde los estudiantes de sexto grado diseñan y construyen un prototipo funcional de huerta orgánica utilizando materiales reciclados y aplicando principios de ingeniería, ciencia y modelación matemática.

Selección de la alternativa: Se selecciona la Alternativa 3, por ser la única propuesta que atiende de forma sistémica las causas identificadas en el diagnóstico (metodologías tradicionales y desconexión práctica). Los criterios de viabilización son:

- **Viabilidad Pedagógica:** Se articula con la línea de investigación "Pensamiento STEM" y el PRAE "Ecofilia" de la institución, promoviendo el aprendizaje por descubrimiento y competencias del siglo XXI.
- **Viabilidad Técnica y Ambiental:** Utiliza la economía circular para convertir los residuos identificados en el entorno (como botellas plásticas y envases) en recursos para la infraestructura de la huerta, mitigando el impacto negativo en el ecosistema local y del entorno escolar.
- **Viabilidad Social:** Empodera a los 34 estudiantes de grado sexto como agentes de cambio y "eco-líderes", permitiéndoles validar soluciones sostenibles y modelos de bio-negocio (EcoCanvas) ante su comunidad educativa



1.3. Propósito y objetivos

El proyecto tiene como propósito diseñar un recurso didáctico basado en el enfoque STEM, que promueva la educación para el desarrollo sostenible y la conciencia ambiental en estudiantes de sexto grado del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja. Además, se pretende generar un impacto positivo en el conocimiento, actitudes y comportamientos ambientales de los estudiantes mediante el desarrollo de actividades contextualizadas, fortaleciendo su compromiso con el cuidado del entorno local y la preservación de ecosistemas en su entorno escolar, contribuyendo así a la formación de ciudadanos responsables y conscientes con relación a los retos ambientales actuales.

1.3.2. Objetivo general

Diseñar un recurso didáctico basado en el enfoque STEM que promueva el aprendizaje sobre desarrollo sostenible y la conciencia ambiental en estudiantes del grado sexto del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja.

1.3.3. Objetivos específicos

1. Diagnosticar el nivel de conocimiento sobre desarrollo sostenible y conciencia ambiental en los estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja, mediante la aplicación de instrumentos de recolección de información.
2. Diseñar un recurso didáctico basado en el enfoque STEM que promueva la educación para el desarrollo sostenible y la conciencia ambiental en los estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja.
3. Elaborar instrumentos de evaluación que permitan valorar la estructura, contenido y enfoque pedagógico del recurso didáctico STEM orientado a la educación para el desarrollo sostenible.
4. Validar el recurso didáctico mediante criterios de evaluación y juicio de expertos, con el propósito de determinar su pertinencia, coherencia pedagógica y viabilidad en el contexto educativo del Colegio de Boyacá de Tunja.

1.4. Matriz de medición de impacto educativo y social

La presente sección establece la matriz de medición de impacto educativo y social, concebida como un instrumento técnico fundamental para el seguimiento sistemático y la evaluación del nivel de cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados en la



investigación. A través de esta herramienta de carácter matricial, se articulan los contextos de incidencia, los indicadores de desempeño y los medios de verificación, permitiendo validar la efectividad del recurso didáctico "Eco-Líderes de Boyacá", en el fortalecimiento de la conciencia ambiental de los estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá.

De este modo, la matriz garantiza el rigor metodológico necesario para impulsar a la transformación de las prácticas pedagógicas y el impacto social proyectado en la comunidad educativa de Tunja.

Tabla 1 Matriz de Medición de Impacto Educativo y Social

Objetivos específicos	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación
Reconocer el nivel de conocimiento sobre desarrollo sostenible y conciencia ambiental en grado sexto.	Estudiantes de grado sexto (Sede Rafael Londoño Barajas) y línea base del proyecto.	Porcentaje de conceptos sobre sostenibilidad y ODS identificados correctamente antes de la intervención.	Resultados y análisis estadístico del Cuestionario Pretest digital.
Proponer un recurso didáctico STEM que fomente la EDS y la conciencia ambiental.	Currículo institucional, PRAE "Ecofilia" y práctica pedagógica docente.	Diseño finalizado del recurso "Eco-Líderes de Boyacá" con sus 4 misiones STEM.	Documento técnico del recurso didáctico "Eco-Líderes, Ecología & Reciclaje".
Implementar el recurso didáctico basado en el enfoque STEM.	Espacios de "aula viva", huerta escolar y entorno del humedal La Cabaña.	Nivel de participación de los 34 estudiantes en misiones de indagación y prototipado.	Listas de asistencia, Diario de Campo y productos físicos del prototipo de huerta.
Validar la eficacia del recurso didáctico en el fortalecimiento del aprendizaje.	Competencias ciudadanas ambientales y capacidad de liderazgo en Tunja.	Grado de mejora en las actitudes y conocimientos ambientales tras la intervención.	Análisis comparativo de Postest y evaluación de modelos EcoCanvas.

Nota. Esta matriz articula los componentes de la investigación-acción educativa para garantizar el seguimiento al impacto social y pedagógico del proyecto. Elaboración propia (2025).



2. Marco de referencia

Este proyecto constituye la base sólida y multidimensional que sustenta el diseño del recurso didáctico basado en el enfoque STEM. Su propósito fundamental es articular los fundamentos contextuales, teóricos y legales que permitan abordar con rigor los retos de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) y el fortalecimiento de la conciencia ambiental en los estudiantes del grado sexto del Colegio de Boyacá, en la ciudad de Tunja.

2.1. Marco contextual

La investigación se desarrolla en el Colegio de Boyacá, sede Rafael Londoño Barajas, ubicada en el sector Villa Olímpica de la ciudad de Tunja. El estudio se orienta hacia estudiantes de grado sexto, cuyas edades oscilan entre los 11 y 12 años, etapa formativa en la que se fortalecen habilidades de exploración, experimentación y construcción de hábitos relacionados con el cuidado del entorno.

El contexto institucional presenta desafíos asociados al manejo de residuos sólidos y al aprovechamiento limitado de los espacios escolares para el desarrollo de experiencias pedagógicas orientadas a la sostenibilidad. Estas dinámicas ambientales se relacionan con la necesidad de fortalecer prácticas de educación ambiental que permitan integrar el aprendizaje significativo con acciones concretas de cuidado y aprovechamiento responsable de los recursos.

Asimismo, la sede se encuentra próxima al humedal La Cabaña, ecosistema estratégico de la ciudad que ha sido impactado por la disposición inadecuada de desechos y otras problemáticas ambientales del entorno urbano. En respuesta a esta realidad, la institución articula procesos de formación ambiental mediante el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) “ECOFILIA” y el Decálogo Ambiental institucional, orientados a promover la economía circular, la conciencia ecológica y la preservación del entorno desde el contexto escolar.

El contexto facilita el contacto directo con la naturaleza, permitiendo transformar espacios subutilizados en "aulas vivas". Estas condiciones fundamentan la implementación del enfoque STEM para resolver problemáticas locales de sostenibilidad mediante el diseño de una huerta orgánica escolar.



2.2. Revisión de Estado del Arte

Este Estado del Arte describe cómo la integración del enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) ha sido abordada en la educación a partir de estudios e investigaciones desarrollados en diversos contextos educativos. La revisión documental se realizó mediante técnicas de análisis bibliográfico y de contenido con el propósito de identificar e interpretar aportes teóricos y metodológicos relevantes sobre el tema. Los hallazgos obtenidos sirven como marco de referencia para su posible aplicación en estudiantes del grado sexto, del Colegio de Boyacá de Tunja.

Se destaca la importancia de metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que permiten fortalecer tanto las competencias científicas y ambientales como también las habilidades socioemocionales de los estudiantes. La revisión se sustenta en fuentes internacionales, nacionales y regionales, publicadas entre 2021 y 2025, y resalta la necesidad de contextualizar la educación ambiental frente a problemáticas locales, como la gestión de residuos, la conservación de ecosistemas y la sensibilización hacia la sostenibilidad.

En conjunto, este Estado del Arte proporciona un marco conceptual y metodológico que orienta el diseño de recursos didácticos capaces de articular el enfoque STEM con el currículo - Educación para el Desarrollo Sostenible, promoviendo un aprendizaje más significativo y comprometido con el entorno.

2.2.1. Marco de antecedentes

Para la UNESCO (2021), es fundamental fomentar la alfabetización y garantizar una educación de calidad para todos en los diferentes niveles del sistema educativo, destacando el aprendizaje como un eje transformador esencial para las personas y el planeta. Desde esta perspectiva, la organización plantea que aprender y actuar en favor del entorno es indispensable, para asegurar la supervivencia de generaciones presentes y futuras. En este sentido, señala que la escuela debe consolidarse como un espacio verdaderamente transformador en el que la educación no se limite a la transmisión de conocimientos científicos, sino que promueva valores, comportamientos y competencias orientadas al cuidado del entorno.

Estos planteamientos, se sustentan en investigaciones y experiencias desarrolladas en diversos contextos educativos a nivel internacional especialmente en el marco de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). A partir de dichos estudios, la UNESCO respalda el papel de la



escuela como agente de cambio social, capaz de contribuir a la construcción de sociedades más justas, pacíficas y sostenibles.

El propósito de estas acciones responde a la misión institucional de la UNESCO, que desde su creación en 1945 busca construir la paz, erradicar la pobreza y promover el desarrollo sostenible mediante la educación, la ciencia y la cultura. En coherencia con este mandato, la organización afirma que la alfabetización y la educación de calidad constituyen derechos humanos fundamentales y que el aprendizaje debe formar ciudadanos comprometidos con la conservación del planeta, la convivencia pacífica y participación en sociedades sostenibles.

Asimismo, esta visión se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en particular con el ODS 4: Educación de calidad y su meta 4.7 el cual promueve la inclusión de la educación ambiental, el desarrollo sostenible, la ciudadanía global y la cultura de paz en los sistemas educativos. Como parte de este seguimiento, la UNESCO elabora el Global Education Monitoring Report (GEM Report), en el cual se analizan indicadores de sostenibilidad educativa y la capacidad de los sistemas educativos para incorporar la Educación para el Desarrollo Sostenible.

2.2.1.1. Antecedentes internacionales

Abanoz (2025) analiza las experiencias educativas en países como Finlandia, Canadá, Japón y Costa Rica, donde la sostenibilidad se integra como eje transversal del currículo escolar mediante proyectos prácticos y contextualizados, que permiten a los estudiantes vivir experiencias reales de sostenibilidad, como el manejo responsable del agua, la gestión de residuos o la creación de huertas escolares. Según el autor, el aprendizaje cobra mayor sentido cuando los estudiantes aplican sus conocimientos para resolver problemáticas locales, fortaleciendo el pensamiento crítico, la empatía ambiental y el sentido de pertenencia hacia la comunidad.

Ramulumo y Shabalala (2025) destacan la relevancia de la alfabetización ambiental en la primera infancia, señalando que esta integra conocimientos, habilidades y actitudes que permiten a los niños comprender su entorno natural y asumir comportamientos responsables frente a este. Desde esta perspectiva, la educación infantil temprana se concibe como una etapa fundamental para el desarrollo de la comprensión y las actitudes ambientales. El estudio se desarrolló en centros preescolares de Bloemfontein, Sudáfrica, donde se analizó la incorporación de la alfabetización ambiental en instituciones con enfoque STEM y en aquellas que no cuentan con dicho enfoque. A través de un análisis comparativo, los autores Ramulumo y Shabalala examinaron cómo esta integración incide en la comprensión y las actitudes ambientales de los niños, evidenciando que los



estudiantes que asisten a centros preescolares con orientación STEM presentan niveles superiores de alfabetización ambiental frente a quienes se forman en entornos no STEM.

El autor Badillo et al. (2025) analizan la educación para la sostenibilidad desde un enfoque integral, que articula estrategias pedagógicas innovadoras, la interdisciplinariedad y el apoyo institucional. Su estudio desarrollado en contextos educativos formales examina cómo la transversalización de la sostenibilidad en el currículo junto con la implementación de estrategias prácticas y la articulación entre distintas disciplinas incide en los procesos de aprendizaje, evidenciando que estas estrategias fortalecen el aprendizaje significativo y promueven comportamientos proambientales en los estudiantes. Este estudio evidencia la importancia de contar con condiciones institucionales y pedagógicas, que favorezcan la implementación efectiva de la educación para la sostenibilidad.

Isa y Sahibuddin (2022), en consonancia con estos planteamientos en un estudio publicado en el “*International Journal of Sustainability in Higher Education*” analizan la integración de la educación STEM con principios de sostenibilidad en el ámbito de la educación superior. La investigación se desarrolla mediante proyectos educativos apoyados en la tecnología de la información y la comunicación (TIC), y un enfoque de co-creación. Los hallazgos muestran que esta integración contribuye a la formación de actitudes proambientales y comportamientos sostenibles, al tiempo que fortalece el conocimiento ecológico, el sentido de responsabilidad social y el liderazgo local de la población estudiantil. El estudio tiene como finalidad evidenciar el potencial del enfoque STEM como estrategia pedagógica para la promoción de la sostenibilidad.

Plata y Ruiz (2025), desde la perspectiva de la formación docente examina la relación entre los conocimientos teóricos sobre sostenibilidad y su aplicación práctica en el ejercicio docente, estudio fundamentado en el Marco Europeo de Competencias para la Sostenibilidad (GreenComp) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se desarrolla en contextos de formación educativa y revela que el dominio conceptual de los principios sostenibles no siempre se traduce en acciones pedagógicas concretas, especialmente cuando la integración práctica es limitada. Plata y Ruiz plantean como propósito la necesidad de promover un enfoque educativo transversal y aplicado que permita a los docentes generar un compromiso auténtico con la sostenibilidad y favorecer aprendizajes significativos en sus estudiantes.

López y Aguirre (2024), por su parte, analizan la educación ambiental en estudiantes de primaria, a partir de una revisión de investigaciones desarrolladas en diversos contextos internacionales. El estudio identifica una tendencia global hacia la integración transversal de la educación ambiental en el currículo educativo orientada a la formación de ciudadanos más



responsables frente a los desafíos ambientales actuales. Asimismo, se destaca el uso creciente de metodologías activas y lúdicas como actividades prácticas, juegos, experimentación y dinámicas colaborativas con el propósito de favorecer la participación estudiantil y la comprensión ecológica desde edades tempranas.

Los investigadores López y Aguirre resaltan el consenso internacional sobre la importancia de cultivar comportamientos proambientales desde la niñez, etapa donde el fortalecimiento de valores y actitudes ecológicas es más profundo. Su análisis bibliográfico revela cuatro modelos pedagógicos fundamentales: el lúdico, el ecológico, el de sostenibilidad y el orientado al cambio conductual, pilares esenciales de la enseñanza ambiental en primaria. Dicha sistematización pretende organizar los enfoques más efectivos para orientar prácticas educativas innovadoras que transformen la relación del estudiante con su entorno natural.

Díaz et al. (2019) en su estudio de manera complementaria aporta a la comprensión de la educación ambiental en el nivel básico, al analizar la relación entre la práctica docente y el desarrollo de habilidades proambientales en estudiantes de primaria. La investigación se desarrolla mediante la evaluación de la percepción estudiantil sobre el desempeño docente en actividades de reflexión ambiental, construcción de conocimientos, resolución de problemas y aplicación de técnicas orientadas al cuidado del medio ambiente, así como la medición de habilidades proambientales mediante instrumentos validados. Los resultados revelan correlaciones positivas y significativas entre las prácticas docentes y el desarrollo de conductas proambientales, evidenciando el papel central del docente en la formación de actitudes responsables hacia el entorno.

En este sentido, Mateos et al. (2022) aportan un soporte teórico relevante al demostrar que los talleres STEM constituyen una estrategia eficaz para promover y evaluar aprendizajes articulados con el desarrollo sostenible y la conciencia ambiental en estudiantes de educación básica. Su estudio evidencia que la integración de componentes cognitivos y emocionales favorece aprendizajes significativos y orienta el diseño de recursos didácticos basados en un enfoque activo e interdisciplinario.

Monte y Reyes (2021), desde una perspectiva de ciudadanía ambiental desarrollan un modelo pedagógico específico para la educación primaria, elaborado mediante una Investigación Basada en el Diseño y sustentado en una revisión sistemática de literatura, documentos curriculares y experiencias previas. El estudio, alineado con la Declaración de Tbilisi (1977), reconoce que la formación ambiental debe iniciarse desde edades tempranas con el propósito de consolidar hábitos proambientales, fortaleciendo la comprensión de problemáticas socioambientales y promover así la



participación crítica y activa de los estudiantes. El modelo integra dimensiones cognitivas, emocionales y conductuales, resaltando que la ciudadanía ambiental implica actuar como promotores de cambio en contextos locales y globales.

Gugssa (2023), en concordancia con los planteamientos anteriores, analiza las prácticas de educación ambiental en escuelas primarias de Etiopía, evidenciando que, aunque existen limitaciones asociadas a recursos, formación docente y continuidad curricular, las estrategias participativas y contextualizadas favorecen el compromiso estudiantil y la comprensión del entorno natural. Estos hallazgos evidencian la necesidad de integrar la educación ambiental como eje transversal del currículo escolar.

Finalmente, Pataca y Flores (2022) realizan una revisión sistemática sobre el desarrollo sostenible desde la educación ambiental en América Latina, utilizando la metodología PRISMA y bases de datos como Scopus, Scielo y Ebsco. El estudio analiza 67 investigaciones publicadas en los últimos cinco años y concluye que la educación ambiental sostenible requiere articular programas educativos, con estrategias de desarrollo sostenible orientadas al mejoramiento de la calidad de vida. El propósito de esta revisión, es consolidar evidencia científica que respalde la educación ambiental como un pilar fundamental para el desarrollo sostenible en la región.

Fuentes-Luna, Guarnizo-Losada y Joaquín Robles (2026) desarrollan una investigación cualitativa enmarcada en un paradigma hermenéutico, cuyo propósito es analizar el huerto escolar como escenario pedagógico para el fortalecimiento de la educación ambiental en estudiantes de secundaria. Los autores evidencian que esta estrategia didáctica facilita la comprensión de procesos ecológicos complejos, al tiempo que promueve el desarrollo de valores asociados al cuidado del entorno. Asimismo, resaltan que el trabajo en huertas escolares fomenta el aprendizaje colaborativo y la empatía hacia las diferentes formas de vida, contribuyendo a una formación integral del estudiantado

Los estudios analizados aportan un sólido fundamento teórico al demostrar que la educación ambiental resulta más eficaz cuando se implementa mediante metodologías activas basadas en la experimentación, la indagación y la resolución de problemas. Estas estrategias, permiten a los estudiantes construir conocimientos significativos a partir de la interacción directa con su entorno, favoreciendo la comprensión de los sistemas naturales, el desarrollo de actitudes responsables y la toma de decisiones informadas frente a problemáticas ambientales concretas. Asimismo, la evidencia internacional respalda el diseño del recurso didáctico propuesto, en tanto este busca vincular conocimientos científicos y tecnológicos con situaciones ambientales reales del contexto local. De este modo, el recurso no solo contribuye a la adquisición de saberes



propios del enfoque STEM, sino que también fortalece la conciencia ecológica, la promoción de hábitos sostenibles y el desarrollo de competencias para la formulación de soluciones innovadoras, orientadas a la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con la sostenibilidad.

Finalmente, los antecedentes revisados confirman que las metodologías activas y los recursos didácticos innovadores, coherentes con el enfoque STEM, presentan mayor efectividad que las estrategias tradicionales. En conjunto, estos aportes sustentan la pertinencia de desarrollar un recurso didáctico contextualizado que permita a los estudiantes del Colegio de Boyacá de Tunja convertirse en agentes activos de cambio, capaces de comprender, reflexionar y actuar responsablemente frente a los desafíos ambientales de su entorno, contribuyendo así a la construcción de un futuro sostenible.

2.2.1.2. Antecedentes Nacionales

Agudelo y Meléndez (2021), desarrollaron un estudio con niños de prejardín y jardín del Colegio San José De La Salle del municipio de Caldas, con el propósito de analizar prácticas pedagógicas relacionadas con la educación ambiental en el nivel preescolar. La investigación se llevó a cabo mediante la investigación acción participativa, utilizando técnicas como la observación participante, entrevistas a docentes y análisis documental, cuyos resultados evidenciaron una escasa interacción de los estudiantes con su entorno natural y una débil incorporación de la educación ambiental en las actividades pedagógicas. A partir de este diagnóstico, el estudio tuvo como finalidad diseñar e implementar una propuesta pedagógica basada en el huerto escolar, la cual favoreció aprendizajes significativos y contribuyó al desarrollo de las dimensiones comunicativa, socioafectiva y cognitiva, así como a la formación de valores y actitudes de cuidado y responsabilidad ambiental desde edades tempranas.

Otro trabajo puede destacarse es la investigación de Gutiérrez (2021) quien desarrolló la investigación orientada a la construcción colectiva de valores ambientales en contextos escolares, con el fin de fortalecer la educación ambiental desde una perspectiva formativa y transformadora. El estudio se llevó a cabo en la institución educativa Megacolegio Los Progresos, ubicada en la ciudad de Yopal. Desde un enfoque cualitativo y el paradigma sociocrítico, la autora empleó la investigación acción participativa, utilizando técnicas como encuestas y grupo focales, para realizar un diagnóstico inicial, planificar e implementar acciones pedagógicas y evaluar su impacto. El propósito de la investigación fue diseñar un modelo teórico pedagógico orientado a la formación de valores ambientales en niños, a partir de procesos de aprendizaje significativos, colaborativos y



de acción directa sobre la realidad. Los resultados evidencian que la educación ambiental, cuando se fundamenta en la participación activa de la comunidad educativa y en la evaluación sistemática de las acciones pedagógicas, contribuye al fortalecimiento de la cultura ambiental y a la formación de ciudadanos más comprometidos con la protección del entorno y el desarrollo sostenible.

También, el estudio realizado por los autores Buitrago, Cortes y Ramos (2022) analizan el fortalecimiento de la educación ambiental durante la primera infancia, mediante el uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Acceso al Conocimiento (TAC). La investigación se desarrolló en la Institución Educativa Luis Carlos Galán, ubicada en Acacías, con el propósito de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en educación ambiental. El estudio empleó una metodología basada en la investigación y acción utilizando encuestas a docentes y grupos focales con estudiantes de preescolar. A partir de un diagnóstico inicial, se diseñó e implementó un objeto virtual de aprendizaje (OVA), cuyos resultados evidenciaron aprendizajes significativos en el grupo experimental, concluyendo que la estrategia pedagógica apoyada en recursos digitales resulta efectiva para fortalecer la educación ambiental en la niñez temprana.

El trabajo de Charris y Henao (2022) realizado en Bogotá, titulada Gestión de conciencia ambiental aplicado al personal docente de las Instituciones Educativas Departamentales El Brillante y Rodrigo Arenas Betancourt, con el objetivo de diseñar un programa de formación, para maximizar la gestión de conciencia ambiental entre los docentes de dichas instituciones educativas. El estudio se llevó a cabo en los contextos escolares de Institución la Educativa Departamental El Brillante y Institución Educativa Departamental Rodrigo Arenas Betancourt, ubicadas en áreas rurales para responder a la necesidad de fortalecer las prácticas ambientales docentes. A través de técnicas, como la entrevista se evidenció una debilidad en la presencia, el conocimiento, el desarrollo y la aplicabilidad de la conciencia ambiental entre el personal docente. Con base en estos resultados, los autores recomiendan la implementación del programa de formación propuesto con el fin de promover prácticas pedagógicas ambientales más efectivas, fortaleciendo la cultura ambiental institucional y la capacidad docente para integrar contenidos ambientales en los procesos educativos.

Por otro lado, en la ciudad de Barranquilla los autores Angulo, De León, Meneses y Fruto (2022) llevaron a cabo una investigación enfocada en la sensibilización del cambio climático mediante el uso de la lúdica como estrategia pedagógica. El estudio se realizó en el Colegio Distrital del Silencio con una población de 34 niños y niñas de segundo grado (6–8 años). La investigación se implementó a través de la observación de prácticas educativas para caracterizar el nivel de conocimiento ambiental de los estudiantes, complementada con listas de chequeo, y



posteriormente se adoptaron estrategias lúdicas y educativas mediante juegos y actividades conjuntas entre docentes y padres. El propósito fue generar experiencias de aprendizaje que fortalezcan la comprensión del impacto de la conservación del planeta. La evaluación de estas actividades, realizada mediante un grupo focal, evidenció resultados positivos al observarse un fortalecimiento en las actitudes y comportamientos de los niños frente al cuidado del ambiente, lo que sugiere que la lúdica constituye una estrategia eficaz para promover la educación ambiental desde edades tempranas.

Se resalta la publicación de Guerra Alemán (2025) quien presenta un manual pedagógico diseñado para promover la conciencia ambiental en instituciones educativas de Colombia, con el propósito de fortalecer la educación ambiental mediante estrategias didácticas innovadoras. El documento, desarrollado en el marco académico de la Corporación Universitaria de Colombia en Barranquilla, constituye una contribución significativa al campo de la educación ambiental al ofrecer una herramienta pedagógica estructurada, flexible y adaptable a diversos contextos educativos.

La propuesta se orienta al diseño de un manual pedagógico dirigido a estudiantes entre los 5 y 13 años, como respuesta a la creciente problemática del deterioro ambiental y a la necesidad de educar a las nuevas generaciones en valores, conocimientos y habilidades que les permitan contribuir activamente a la preservación del medio ambiente. Para ello, el estudio se centra en un enfoque de investigación-acción participativa el cual involucra de manera integral a la comunidad escolar en los procesos de reflexión, diseño e implementación de las acciones pedagógicas.

El manual integra estrategias didácticas innovadoras, actividades prácticas adaptadas a las diferentes edades y recursos educativos que facilitan la comprensión de problemáticas ambientales complejas a través de experiencias de aprendizaje significativo. En este sentido, la propuesta metodológica ofrece un marco de acción educativa que guía a docentes y estudiantes en la implementación de actividades ambientalmente relevantes, fortaleciendo la cultura ecológica en los contextos escolares. Entre los resultados esperados se destaca el aumento de la sensibilización ambiental en los estudiantes, el fortalecimiento de proyectos escolares sostenibles y la formación de agentes de cambio capaces de extender su impacto positivo hacia las familias y la comunidad. De este modo, el manual no solo busca transmitir conocimientos teóricos sobre sostenibilidad, sino también fomentar actitudes, valores y comportamientos responsables orientados al cuidado del planeta y a la implementación de estilos de vida más sostenibles.

El autor Prada (2025) desarrolla una investigación que examina las concepciones y prácticas de educación ambiental en contextos educativos, con el propósito de comprender cómo las



ideas sobre ambiente y enseñanza se reflejan en las acciones pedagógicas. El estudio se realizó en la ciudad de Ibagué, en instituciones vinculadas a programas de educación ambiental de la Universidad del Tolima. A partir de este análisis, el estudio busca esclarecer cómo las concepciones del ambiente influyen en la estructuración de estrategias educativas orientadas a la sostenibilidad. El propósito de la investigación, fue aportar evidencia sobre la importancia de articular concepciones amplias y complejas del ambiente con prácticas educativas significativas, de modo que la educación ambiental no se limite a contenidos aislados, sino que promueva una comprensión integral y activa del entorno que favorezca la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad.

Olmos (2022), en su estudio titulado *“Estrategia de educación ambiental para el manejo de residuos sólidos y consumo eficiente del agua en comunidades educativas: caso de estudio Instituto Ariano Barranquilla”*, desarrollado como tesis de maestría en la Universidad de la Costa llevado a cabo en la comunidad educativa del Instituto Ariano de Barranquilla con el propósito de evaluar la efectividad de estrategias de educación ambiental orientadas al manejo adecuado de los residuos sólidos y al consumo eficiente del agua. La investigación se desarrolló mediante una metodología de investigación participativa con estudiantes de los grados décimo y undécimo mediante encuestas y cuestionarios relacionados con la temática ambiental abordada. Los resultados evidenciaron que los estudiantes poseen nociones básicas sobre el manejo de residuos sólidos y el uso eficiente del agua; sin embargo, estos conocimientos resultan insuficientes para consolidar una cultura ambiental y generar un impacto significativo en el cuidado del medio ambiente. De esta manera, el estudio se constituye en un referente relevante al ratificar la importancia de implementar estrategias de educación ambiental, que permitan fortalecer las competencias ambientales y promover prácticas responsables en el manejo de los residuos sólidos dentro de las comunidades educativa.

En este sentido, a partir del análisis de los antecedentes revisados, se evidencia que la Educación Ambiental aún requiere ser fortalecida para consolidarse como un pilar fundamental en la formación integral de los estudiantes, tanto en los contextos escolares como en su entorno cercano. En este sentido, el enfoque STEM se configura como una alternativa didáctica pertinente para promover el desarrollo de competencias ambientales. Así, el diseño de un recurso didáctico basado en dicho enfoque se orienta a integrar de manera transversal la Educación Ambiental en las diferentes áreas del conocimiento, favoreciendo aprendizajes significativos y el fortalecimiento de una conciencia ambiental responsable en los estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá, en



la ciudad de Tunja. De este modo, se contribuye a la formación de ciudadanos críticos, éticos y comprometidos con el desarrollo sostenible.

2.2.1.3. Antecedentes Regionales y locales

En el departamento de Boyacá, la educación ambiental ha mostrado avances importantes, especialmente cuando se articula con políticas públicas y programas institucionales. Según la Gobernación de Boyacá (2024), los esfuerzos en educación ambiental y sostenibilidad territorial incluyen campañas de manejo adecuado de residuos sólidos, conservación de fuentes hídricas y formación docente en temáticas ambientales, desarrolladas en coordinación con instituciones educativas, universidades y entidades ambientales. El informe enfatiza la importancia de fortalecer la integración de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) con enfoques pedagógicos innovadores como STEM y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), con el fin de promover una educación participativa que permita a los estudiantes comprender las problemáticas ecológicas locales y participar en acciones de mitigación.

Estos lineamientos regionales sirven como marco de referencia para el proyecto educativo del Colegio de Boyacá de Tunja, ya que proporcionan criterios claros para la planificación de estrategias pedagógicas con recursos didácticos STEM, garantizando coherencia entre las políticas públicas y las prácticas educativas. No obstante, se requiere un desarrollo adicional para documentar de manera empírica cómo estas estrategias específicas han impactado el aprendizaje y la participación ambiental de los estudiantes, a fin de respaldar plenamente estas afirmaciones.

Complementando este panorama, Atehortúa (2025) analizó la efectividad de estrategias educativas orientadas al manejo de residuos sólidos en instituciones rurales de Boyacá. La investigación mostró que los proyectos escolares de reciclaje y aprovechamiento de desechos fortalecen la conciencia ambiental y fomentan competencias ciudadanas sostenibles, evidenciando cambios reales en los hábitos comunitarios a través de la participación de los estudiantes en procesos de separación, reutilización y transformación de residuos. Además, el estudio destaca la importancia de diseñar recursos pedagógicos contextualizados que respondan a las condiciones ambientales y socioculturales de las comunidades educativas, recomendando el ABP y la interdisciplinariedad como estrategias eficaces para integrar la educación ambiental con áreas como la ciencia y la tecnología. Este antecedente resulta pertinente para el Colegio de Boyacá, donde el manejo inadecuado de residuos es una problemática concreta, y sirve como referente metodológico para promover prácticas sostenibles y fortalecer la responsabilidad ecológica de los estudiantes.

De igual manera, Amaya Hoyos (s.f.) realizó un estudio en la Institución Educativa Ignacio Gil Sanabria, Siachoque, Boyacá, enfocado en la promoción de derechos y deberes



ambientales y en la comprensión de los ODS 6, 13 y 15. La investigación evidenció desconocimiento de los estudiantes sobre los factores que afectan el páramo “Cortadera” y vacíos en la comprensión de sus responsabilidades ambientales, resaltando la necesidad de estrategias educativas prácticas y contextualizadas.

Este estudio constituye un referente local relevante para el presente proyecto, ya que refuerza la importancia de diseñar un recurso didáctico basado en el enfoque STEM que promueva la conciencia ambiental, la comprensión de los ODS y la acción sostenible. Al igual que en Siachoque, se busca que los estudiantes de sexto grado del Colegio de Boyacá de Tunja desarrollen competencias para identificar problemas ambientales locales, aplicar sus derechos y deberes ambientales, y promover la construcción de una paz ambiental en su comunidad.

El diagnóstico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC, 2023) sobre la implementación del enfoque STEM en educación básica en Boyacá, con énfasis en Tunja, evidencia avances en la integración de ciencia y tecnología, pero también desafíos en la formación docente, infraestructura y articulación interdisciplinaria. Estos hallazgos sustentan la necesidad de diseñar un recurso didáctico basado en STEM para el Colegio de Boyacá que permita a los estudiantes de sexto grado desarrollar un pensamiento crítico, habilidades prácticas y conciencia ambiental, promoviendo la comprensión de sus derechos y deberes ambientales y el aprendizaje significativo sobre sostenibilidad en el contexto local.

Además, López y Caro (2021) implementaron un recurso digital educativo en el Gimnasio Campestre del Norte de Tunja, dirigido a estudiantes de sexto grado, mediante un sitio web interactivo sobre la correcta disposición y clasificación de residuos sólidos. La efectividad del recurso se demostró de manera concreta a través de varios indicadores: en primer lugar, los estudiantes mostraron mejoras significativas en evaluaciones previas y posteriores al uso del recurso, reflejando un aumento en su conocimiento sobre prácticas sostenibles y la clasificación de residuos. En segundo lugar, se observaron aplicaciones prácticas de lo aprendido, como la correcta disposición de residuos en actividades escolares y la participación en campañas de reciclaje. Finalmente, se evidenció un incremento en la disposición y motivación de los estudiantes para involucrarse en actividades ecológicas dentro del colegio.

Estos resultados evidencian que la aplicación de metodologías activas respaldadas por recursos digitales contextualizados fortalece tanto el proceso de aprendizaje como la conciencia ambiental. Asimismo, se demuestra que un recurso didáctico interactivo y pertinente al contexto favorece la integración de la sostenibilidad, la tecnología y el aprendizaje activo, aportando al



fortalecimiento de las competencias científicas, ambientales y de pensamiento crítico en los estudiantes.

2.3. Marco teórico

El presente marco teórico se construye como un sistema conceptual articulado que fundamenta el diseño de un recurso didáctico orientado al fortalecimiento de conciencia ambiental y desarrollo sostenible en estudiantes de educación básica del Colegio de Boyacá. Su propósito es sustentar teóricamente la investigación a partir de categorías de análisis que permitan comprender la relación entre educación, sostenibilidad, innovación pedagógica y transformación social. Estas categorías no se presentan de manera aislada, sino como componentes interdependientes que explican cómo los procesos educativos pueden contribuir a la formación de ciudadanos críticos, comprometidos y responsables con el cuidado del entorno.

La construcción de este marco teórico se organiza en torno a cinco categorías centrales: *Educación Ambiental Crítica*, *Educación para el Desarrollo Sostenible*, *Cultura Ambiental*, *enfoque STEM* y *Tecnologías Educativas*. Cada una de estas categorías responde a un campo conceptual específico y aporta elementos fundamentales para el desarrollo del proyecto. La Educación Ambiental Crítica permite comprender la dimensión social y política de los problemas ecológicos; la Educación para el Desarrollo Sostenible proporciona el marco global relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible; la Cultura Ambiental fortalece la formación de valores y prácticas responsables; el enfoque STEM aporta estrategias interdisciplinarias para la resolución de problemas; y las Tecnologías Educativas facilitan la construcción de experiencias de aprendizaje innovadoras y contextualizadas.

Estas categorías se relacionan directamente con el propósito del proyecto, ya que permiten sustentar la implementación de un recurso didáctico mediado por tecnologías y orientado a promover aprendizajes significativos sobre sostenibilidad. A partir de este entramado conceptual, se busca comprender cómo la educación puede ir más allá de la transmisión de contenidos y convertirse en una herramienta de transformación social y ambiental.



2.3.1. Educación Ambiental Crítica: una mirada transformadora frente a la crisis ambiental

La Educación Ambiental Crítica (EAC) surge como una perspectiva pedagógica que supera los enfoques conservacionistas tradicionales y propone una comprensión integral de la relación entre sociedad y naturaleza. Más allá de transmitir conocimientos ecológicos, este enfoque busca analizar las causas estructurales que generan las problemáticas ambientales, permitiendo comprender que la crisis ecológica también responde a dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales.

Según Martínez (2020), la EAC promueve procesos de reflexión orientados a cuestionar los modelos de desarrollo basados en el consumo excesivo y el uso indiscriminado de los recursos naturales. Esta postura reconoce que los problemas ambientales no son únicamente fenómenos naturales, sino expresiones de desigualdades y prácticas sociales históricamente construidas. En esta misma línea, Atehortúa (2025) sostiene que la crisis ambiental puede entenderse como una crisis civilizatoria, en la que el crecimiento económico y la sostenibilidad se presentan en tensión permanente.

Desde una perspectiva crítica, la educación debe favorecer el pensamiento reflexivo y la capacidad de análisis. Freire plantea que la educación no puede quedarse en transmisión de contenidos sino que debe promover la práctica liberadora basada en la reflexión crítica y la acción transformadora. La conciencia ambiental, en este sentido, se construye cuando los estudiantes logran interpretar críticamente su realidad y asumir un rol activo frente a ella.

Autores como Loureiro (2004, 2006, 2009) complementan esta visión al introducir la idea de totalidad dialéctica, donde la realidad ambiental no puede comprenderse separada de las relaciones sociales e históricas. Asimismo, Leff (2002, 2021) aporta desde la epistemología ambiental, señalando que la racionalidad económica dominante ha profundizado la desigualdad y la degradación ecológica. Desde esta perspectiva, la educación ambiental debe permitir la construcción de nuevos modos de pensar y relacionarse con el territorio.

En el contexto escolar, la EAC se fortalece mediante metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas para fortalecer el aprendizaje colaborativo. Estas estrategias facilitan la participación estudiantil en el análisis de situaciones reales, promoviendo la comprensión de problemáticas locales y la formulación de alternativas de solución.



2.3.2. Educación para el Desarrollo Sostenible y articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) constituye un marco pedagógico internacional que orienta la formación de ciudadanos capaces de actuar responsablemente frente a los desafíos globales. La UNESCO (2021, 2023) define la EDS como un proceso educativo que permite desarrollar competencias para tomar decisiones responsables en favor del bienestar social, económico y ambiental.

A diferencia de enfoques fragmentados, la EDS integra tres dimensiones fundamentales como son la ambiental, la social y la económica. Esta integración reconoce que la sostenibilidad no puede reducirse a la conservación ecológica, sino que implica también la equidad social, la inclusión, la justicia y el acceso responsable a los recursos.

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas establece la Meta 4.7 como uno de los referentes principales para la educación, indicando que los estudiantes deben adquirir conocimientos y habilidades relacionados con la sostenibilidad, los derechos humanos, la ciudadanía global y el respeto por la diversidad cultural. Esta meta se convierte en el eje orientador para el diseño de estrategias y prácticas pedagógicas.

Autores como Sachs (2015) plantean que el desarrollo sostenible implica un equilibrio entre crecimiento económico, justicia social y sostenibilidad ambiental. De manera complementaria, Sterling (2017) argumenta que la educación para la sostenibilidad debe ser transformadora, permitiendo replantear las estructuras tradicionales del aprendizaje y generar nuevas formas de comprender el mundo.

Dentro del contexto de esta investigación, adquiere relevancia particular los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la acción climática y la conservación de ecosistemas. El ODS 13 promueve acciones frente al cambio climático, mientras que el ODS 15 se enfoca en la protección de la biodiversidad garantizando el uso sostenible de los ecosistemas terrestres. Estos referentes permiten orientar el proceso educativo hacia problemáticas concretas del entorno.

Investigaciones recientes (Ramírez-Suárez, 2023; UNESCO, 2023) destacan que la implementación de la EDS contribuye al desarrollo de competencias como el pensamiento sistémico, la resolución de problemas, la colaboración y la toma de decisiones responsables. Estas capacidades son esenciales para afrontar desafíos complejos y promover acciones sostenibles desde el ámbito escolar.



2.3.2.1 La Economía Circular (EC) como Eje Articulador entre la Educación para el Desarrollo Sostenible y el Enfoque STEM.

La económica circular es un modelo de producción y consumo que busca desvincular el crecimiento económico del consumo de recursos finitos priorizando la regeneración de los sistemas naturales y el mantenimiento del valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible. A diferencia del modelo lineal tradicional de "tomar-hacer-desechar", la economía circular propone un diseño sistémico que elimina los residuos desde su concepción.

Según la Fundación Ellen MacArthur (2017), este modelo se sustenta en tres principios fundamentales: eliminar los residuos y la contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso, y regenerar los sistemas naturales. Esta perspectiva es fundamental para el proyecto, ya que permite a los estudiantes de sexto grado comprender que la gestión de residuos no es solo una acción de limpieza, sino un desafío de diseño y pensamiento sistémico.

Autores como Kirchherr et al. (2017) destacan que la economía circular no debe entenderse únicamente como reciclaje, sino como una jerarquía de estrategias que incluyen la reducción, el rediseño, la reutilización y la reparación. En el contexto escolar, esto se vincula directamente con la Cultura Ambiental y el consumo responsable, permitiendo que los estudiantes analicen el ciclo de vida de los productos que consumen diariamente.

Desde la perspectiva de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), la economía circular se alinea con el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables). Al respecto, Ghisellini et al. (2016) sostienen que la transición hacia este modelo requiere un cambio profundo en la educación, donde se fomente la capacidad de analizar flujos de materiales y energía. Esto se conecta con el enfoque STEM, ya que permite a los alumnos utilizar las matemáticas y la ciencia para cuantificar el impacto ambiental y diseñar soluciones tecnológicas (ingeniería) para el aprovechamiento de recursos locales.

Asimismo, Pearce y Turner (1990), pioneros en el concepto, argumentan que el sistema económico debe reconocer los límites de la biosfera. En el ámbito pedagógico, Stahel (2019) sugiere que enseñar economía circular a través de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) y simulaciones digitales facilita la comprensión de cómo los sistemas cerrados operan en la naturaleza, fortaleciendo la conciencia ambiental crítica al cuestionar la obsolescencia programada y los modelos de desarrollo actuales.

La economía circular actúa como el puente práctico entre la teoría de la sostenibilidad y la acción concreta mediante el enfoque STEM, promoviendo en los estudiantes la capacidad de



proponer innovaciones que beneficien tanto al territorio del Colegio de Boyacá como a la sociedad en general.

2.3.3. Cultura Ambiental: valores, comportamientos y apropiación del territorio

La cultura ambiental comprende el conjunto de creencias, valores, actitudes y prácticas, que orientan la relación de los individuos con el entorno. Según Martínez (2020) y UNESCO (2020), esta categoría permite analizar cómo las personas perciben la naturaleza y cómo sus comportamientos reflejan determinados niveles de compromiso ambiental.

El desarrollo de una cultura ambiental conlleva a la integración de dimensiones cognitivas, emocionales y prácticas. No se limita al conocimiento de conceptos ecológicos, sino que incluye la formación de hábitos responsables y la construcción de actitudes orientadas hacia la sostenibilidad.

Desde esta perspectiva, la educación desempeña un papel fundamental al promover experiencias de aprendizaje capaces de transformar comportamientos cotidianos. Atehortúa (2025) señala que la cultura ambiental se fortalece cuando los estudiantes participan en procesos educativos que integran conocimiento, reflexión y acción.

Autores como Capra (2021) argumentan que la sostenibilidad constituye un desafío cultural que exige una nueva comprensión del vínculo entre los sistemas naturales y sociales. Asimismo, Pérez et al. (2022) destacan que la cultura ambiental implica una responsabilidad ética con respecto a la conservación de los recursos para las futuras generaciones.

Llanos (2023) plantea que las experiencias de aula viva y aprendizaje experiencial contribuyen a resignificar la relación entre estudiante y territorio, mientras que investigaciones como las de Celedón Guerra, Aragón Corzo y Montealegre Giraldo (2025) muestran que las estrategias prácticas fortalecen la participación estudiantil como agente de cambio ambiental.

2.3.4. Tecnologías Educativas, Objetos Virtuales de Aprendizaje y Aprendizaje Basado en Juegos

Las tecnologías educativas han transformado las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo recursos que favorecen la interacción, la autonomía y construcción significativa de conocimiento. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) permiten ampliar los escenarios educativos, facilitando experiencias contextualizadas y ajustadas a las necesidades de los estudiantes.



Según UNESCO (2023), el uso de tecnologías digitales fortalece la inclusión educativa y mejora las oportunidades de aprendizaje. En el ámbito ambiental, estas herramientas permiten representar fenómenos complejos, simular procesos ecológicos y promover el aprendizaje activo.

Dentro de estas mediaciones tecnológicas, los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) adquieren relevancia como recursos digitales estructurados que facilitan el aprendizaje autónomo. Chinchilla (2016) plantea que los OVA permiten integrar contenidos, actividades y evaluaciones dentro de un mismo entorno educativo, favoreciendo la personalización del aprendizaje. Mesa (2024) complementa esta visión al señalar que los OVA potencian la motivación y facilitan el acceso a contenidos de manera flexible.

Autores como Cabero y Llorente (2020) indican que los recursos digitales fortalecen el aprendizaje significativo al ofrecer experiencias interactivas. Asimismo, Betaen una herramienta para comprender y enfrentar desafíos ambientales actuales.

Betancourt et al. (2020) proponen el concepto de Educación Ambiental 4.0, donde la tecnología se convierte. Por otra parte, el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) constituye una estrategia pedagógica que incorpora elementos lúdicos para favorecer la participación y la motivación. Investigaciones desarrolladas por Illescas et al. (2020) y Jääskä et al. (2021) evidencian que los juegos educativos incrementan la comprensión conceptual y fortalecen la implicación emocional de los estudiantes.

La integración entre ABJ y STEM permite diseñar estrategias de aprendizaje en las que los estudiantes enfrentan retos ambientales mediante dinámicas de experimentación y resolución de problemas. Nguyen (2023) plantea que esta convergencia contribuye a formar una ciudadanía orientada hacia la sostenibilidad, al combinar pensamiento científico, creatividad y acción responsable.

La integración entre la Educación Ambiental Crítica, la Educación para el Desarrollo Sostenible, la Cultura Ambiental, el enfoque STEM y las Tecnologías Educativas se configura como un marco conceptual robusto que permite comprender la educación ambiental como un proceso integral y transformador. Estas categorías no funcionan de manera aislada, sino que se complementan y fortalecen mutuamente para responder a los desafíos sociales y ecológicos del panorama contemporáneo.

Desde esta perspectiva, la educación deja de ser un ejercicio centrado exclusivamente en la transmisión de contenidos para convertirse en un escenario de construcción de sentido, análisis crítico y transformación social. La EAC aporta una visión reflexiva que permite cuestionar las causas estructurales de la crisis ambiental; la EDS proporciona una orientación internacional y ética



vinculada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible; la Cultura Ambiental fortalece la apropiación del territorio y la formación de valores; el enfoque STEM posibilita la integración interdisciplinaria y la resolución de problemas; y las Tecnologías Educativas facilitan experiencias de aprendizaje dinámicas, participativas e innovadoras.

El desarrollo de la propuesta educativa, basada en estas categorías teóricas permite generar experiencias de aprendizaje orientadas no solo al fortalecimiento de conocimientos, sino también a la transformación de actitudes y prácticas cotidianas. En este sentido, el recurso didáctico propuesto busca contribuir a la formación de estudiantes capaces de analizar críticamente su realidad, reconocer la importancia de la sostenibilidad y acción participativa activa en la construcción de soluciones ambientales.

Asimismo, el marco teórico evidencia que la educación ambiental requiere una perspectiva interdisciplinaria y contextualizada, donde converjan diferentes áreas del conocimiento. La enseñanza de la sostenibilidad no puede limitarse a una asignatura específica, sino que debe integrarse transversalmente en los procesos educativos, favoreciendo la comprensión de fenómenos complejos desde una visión sistémica.

En consecuencia, el presente marco teórico se sustenta conceptualmente en la investigación y orienta la construcción de un recurso pedagógico pertinente para estudiantes de grado sexto. La articulación entre teoría y práctica permite fortalecer la relación entre escuela y territorio, promoviendo la participación estudiantil y la construcción de ciudadanía ambiental.

Finalmente, este entramado conceptual reafirma la importancia de diseñar propuestas educativas que integren innovación pedagógica, sostenibilidad y tecnología, en respuesta a las necesidades formativas de las nuevas generaciones. La educación ambiental, comprendida desde una perspectiva crítica e interdisciplinaria, se convierte así en una herramienta fundamental para contribuir a la transformación social y al cuidado del planeta.

2.3.5. Cultura Ambiental: valores, creencias, actitudes y comportamientos

La cultura ambiental es un concepto integrador de valores, creencias, actitudes y comportamientos relacionados con el medio ambiente (Martínez, 2020; UNESCO, 2020). Estos elementos se interrelacionan mutuamente y permiten comprender como las personas perciben, interpretan y actúan frente a su entorno.

En primer lugar, los valores ambientales corresponden a las creencias fundamentales sobre la importancia del medio ambiente, incluyendo la valoración de la naturaleza, la biodiversidad y la necesidad de protegerla para las futuras generaciones. En segundo lugar, las creencias



ambientales hacen referencia a las ideas que las personas tienen sobre el medio ambiente, como la responsabilidad individual en su cuidado y la comprensión del entorno como un sistema complejo e interdependiente. Por su parte, las actitudes ambientales se relacionan con los sentimientos y predisposiciones hacia el medio ambiente, tales como el respeto, la preocupación por la contaminación y el interés por generar cambios positivos. Finalmente, los comportamientos ambientales se manifiestan en acciones concretas, como el reciclaje, el uso eficiente de los recursos, el compostaje y vinculación en actividades de conservación.

El desarrollo de una cultura ambiental positiva requiere el fortalecimiento de todos estos componentes mediante procesos de educación, comunicación y participación activa. En el contexto del proyecto, el recurso didáctico basado en el enfoque STEM permitirá a los estudiantes de sexto grado aplicar conocimientos científicos y tecnológicos, fortalecer valores y actitudes ambientales, y llevar a cabo acciones concretas de sostenibilidad, integrando la teoría y la práctica para generar un aprendizaje significativo y transformador.

En este sentido, la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) y diversos recursos didácticos en la Educación Ambiental (EA) constituye un pilar fundamental para el desarrollo de una pedagogía crítica y participativa en la actualidad (UNESCO, 2025). Estas herramientas digitales actúan como mediadores pedagógicos que permiten transformar conceptos abstractos en experiencias interactivas y significativas, facilitando la comprensión de problemáticas ecológicas complejas mediante simulaciones y entornos gamificados (Padilla & Rojas, 2025).

De manera específica, los OVA se presentan como unidades digitales reutilizables que fomentan el aprendizaje autónomo y la sensibilización frente a temas como la gestión de residuos y la biodiversidad, superando las limitaciones de los métodos tradicionales (Mesa, 2024). Igualmente, el uso estratégico de las TICS favorece la “ambientalización” del currículo escolar, promoviendo la resiliencia y el análisis de conflictos ambientales locales mediante herramientas de mapeo y colaboración en red (Eduteka, 2023; Meléndez et al., 2022). En conjunto, esta mediación tecnológica no solo optimiza el acceso a la información climática en tiempo real, sino también fortalece el compromiso ciudadano con la sostenibilidad global.

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje se definen como herramientas digitales reutilizables diseñadas con fines educativos y compuestas por cuatro elementos esenciales: contenidos, actividades de aprendizaje, contextualización y evaluación (Chinchilla, 2016). Además, cada OVA cuenta con un identificador denominado metadatos, definido por la CEPAL (2020) como la



información que describe los datos contenidos en el recurso, lo que permite su interoperabilidad y reutilización en distintos contextos educativos.

Diversos autores destacan que los recursos digitales interactivos facilitan la enseñanza de conceptos complejos, permiten la evaluación formativa en tiempo real y fomentan la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes (Gómez & Rojas, 2023; López & Caro, 2021; Martínez et al., 2022). En esta línea, la combinación de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) con metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), potencia la contextualización del aprendizaje, permitiendo la aplicación de conocimientos de ciencias, tecnología y sostenibilidad a problemáticas locales, como la gestión de residuos, la conservación de ecosistemas y el uso de energías renovables en los estudiantes. (Kwon, 2025; Pérez-Torres, 2023).

Investigaciones recientes (Ramírez-Suárez, 2023; Atehortúa, 2025; Li et al., 2025) confirman que la implementación de OVA y TIC en proyectos educativos ambientales mejora significativamente la motivación, la participación y la conciencia ambiental de los estudiantes. Esto evidencia que los recursos digitales constituyen herramientas efectivas para impulsar un aprendizaje significativo y fortalecer la integración del enfoque STEM con la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).

Finalmente, los objetos virtuales de aprendizaje pueden incluir videos, simulaciones, juegos educativos, presentaciones multimedia y otros recursos digitales. Estos se destacan en el ámbito educativo por su capacidad para promover la interactividad, la accesibilidad y la personalización del aprendizaje. Tales características los convierten en herramientas didácticas fundamentales, ya que contribuye a la mejora de la calidad y eficacia del proceso de enseñanza y aprendizaje, fomentando la motivación, la participación y el desarrollo de competencias prácticas, cognitivas y socioemocionales (Gómez & Rojas, 2023; López & Caro, 2021).

2.3.6. Enfoque STEM como estrategia para la sostenibilidad

El enfoque STEM, entendido como la integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, ha evolucionado hacia modelos pedagógicos centrados en la resolución de problemas reales y contextualizados. Este enfoque busca conectar el conocimiento académico con situaciones del entorno, permitiendo que los estudiantes comprendan fenómenos complejos mediante la integración interdisciplinaria.

Bybee (2013, 2021) define STEM como una estrategia educativa que promueve el aprendizaje aplicado y el desarrollo de competencias necesarias para enfrentar desafíos contemporáneos. En el entorno ambiental, este enfoque adquiere especial relevancia al permitir que



los estudiantes investiguen problemáticas relacionadas con la sostenibilidad, analicen datos, diseñen soluciones y evalúen resultados.

Desde esta perspectiva, STEM no se limita a la enseñanza de disciplinas científicas de manera separada, sino que promueve la construcción de experiencias de aprendizaje donde los conocimientos se articulan para resolver situaciones concretas. En el contexto de la educación ambiental, esto implica, que los estudiantes puedan analizar problemas como la la gestión de residuos, el consumo responsable o la conservación de ecosistemas mediante procesos de investigación y experimentación.

Autores como Kwon (2025) destacan que la articulación entre STEM y los Objetivos de Desarrollo Sostenible permite contextualizar el aprendizaje, relacionando los contenidos académicos con problemáticas ambientales, sociales y económicas presentes en el entorno. Esta integración favorece la comprensión de situaciones reales y promueve la construcción de conocimientos aplicados, donde los estudiantes pueden analizar desafíos contemporáneos desde una perspectiva interdisciplinaria. De esta manera, STEM se convierte en una herramienta pedagógica que facilita la conexión entre teoría y práctica, permitiendo desarrollar competencias orientadas a la sostenibilidad, la toma de decisiones responsables y la participación activa en la búsqueda de soluciones para problemáticas locales y globales. escolares con desafíos ambientales presentes en la realidad. Esta integración favorece el aprendizaje significativo, ya que los estudiantes identifican la utilidad práctica del conocimiento y comprenden su aplicación en la vida diaria.

El enfoque STEM también se relaciona con el pensamiento sistémico, ya que facilita la comprensión de la realidad como un conjunto de elementos interdependientes. Li et al. (2025) señalan que la resolución de problemas ambientales requiere comprender las relaciones entre factores ecológicos, sociales y tecnológicos, lo que coincide con la perspectiva interdisciplinaria propia de STEM.

Asimismo, Jones (2025) plantea que STEM representa un paradigma de aprendizaje orientado a la innovación y a la toma de decisiones fundamentadas. En este sentido, el estudiante deja de ser un simple receptor de información y se convierte en un investigador, diseñador y solucionador de problemas activo del proceso educativo.

Dentro del contexto escolar, el enfoque STEM permite fortalecer competencias del siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la alfabetización digital, la comunicación y el trabajo colaborativo. Estas capacidades resultan esenciales para responder a los desafíos ambientales contemporáneos, especialmente cuando los estudiantes participan en proyectos donde deben analizar datos, diseñar prototipos, construir modelos y proponer estrategias de intervención.



Diversas investigaciones (Gómez & Rojas, 2023; Thibaut et al., 2023; Ramírez-Suárez, 2023) evidencian que la implementación de STEM incrementa la motivación estudiantil, mejora el rendimiento académico y favorece la comprensión de fenómenos complejos. Además, este enfoque contribuye al desarrollo de habilidades para la investigación y la resolución de problemas, fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para actuar frente a situaciones ambientales reales.

En el marco de este proyecto, el enfoque STEM se convierte en una estrategia fundamental para vincular el aprendizaje con el contexto ambiental del Colegio de Boyacá. Su implementación permite que los estudiantes comprendan la sostenibilidad desde una perspectiva interdisciplinaria y desarrollen propuestas orientadas al cuidado del entorno.

La incorporación de STEM dentro del recurso didáctico propuesto no solo favorece la adquisición de conocimientos, sino que promueve la experimentación, la curiosidad científica y la participación dinámica. De esta manera, los estudiantes pueden construir aprendizajes significativos a partir de la observación, el análisis y la resolución de problemáticas presentes en su realidad.

El enfoque STEM complementa esta perspectiva al permitir que los estudiantes comprendan los problemas ambientales desde un abordaje interdisciplinario. La ciencia proporciona explicaciones sobre fenómenos naturales; la tecnología ofrece herramientas de análisis; la ingeniería permite diseñar soluciones; y las matemáticas facilitan el análisis de datos y toma de decisiones fundamentadas. Esta integración favorece la resolución de problemas reales y promueve una visión práctica del conocimiento.

La incorporación de tecnologías educativas, especialmente mediante OVA y estrategias de Aprendizaje Basado en Juegos, fortalece la participación estudiantil y mejora la motivación hacia el aprendizaje. Estas herramientas permiten desarrollar simulaciones, desafíos y actividades interactivas que favorecen la comprensión de conceptos abstractos. Además, facilitan la adaptación de contenidos a diferentes ritmos de aprendizaje, promoviendo la inclusión y la autonomía.

En consecuencia, la propuesta pedagógica sustentada en este marco teórico reconoce que la educación ambiental debe concebirse como un proceso continuo que articula teoría, práctica, reflexión y acción. El aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes tienen la posibilidad de relacionar los contenidos con situaciones concretas de su contexto, generando así una comprensión profunda y duradera.

La construcción de ciudadanía ambiental representa uno de los principales propósitos de este enfoque. Formar estudiantes conscientes de su papel dentro de la sociedad implica brindarles herramientas para participar activamente en la solución de problemáticas ambientales y fortalecer su



capacidad de liderazgo. La escuela, por tanto, se convierte en un espacio estratégico para impulsar cambios culturales y promover prácticas sostenibles.

Finalmente, la integración de estas perspectivas teóricas evidencia que la educación ambiental no debe concebirse como un proceso aislado, sino como una dimensión transversal del currículo. Su inclusión en las prácticas pedagógicas permite generar procesos de transformación que impactan tanto el desarrollo individual como la construcción colectiva de sociedades más sostenibles.

2.3.6.1. Referentes del Enfoque STEM

El enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) ha logrado consolidarse como una de las principales apuestas educativas del siglo XXI debido a su capacidad para integrar conocimientos científicos y tecnológicos dentro de procesos de aprendizaje interdisciplinarios. Su relevancia radica en la necesidad de responder a los desafíos contemporáneos asociados con la innovación, la sostenibilidad, la transformación digital y la resolución de problemas complejos. Desde esta perspectiva, STEM trasciende la enseñanza tradicional basada en disciplinas aisladas, promoviendo experiencias educativas que favorecen la articulación del conocimiento y la aplicación práctica de los saberes.

El presente apartado teórico se integra al marco conceptual del proyecto como una categoría fundamental para comprender cómo el enfoque STEM fortalece la educación contemporánea y contribuye al desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento crítico, la innovación, creatividad y participación activa del estudiante. Este análisis se organiza a partir de cinco categorías: la definición e interdisciplinariedad del enfoque STEM, los propósitos de aprendizaje y competencias del siglo XXI, las estrategias de aprendizaje activo, el rol de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y los factores de éxito vinculados a la mediación docente. Estas categorías permiten comprender el alcance pedagógico de STEM y su relación con procesos de aprendizaje orientados a la Educación para el Desarrollo Sostenible.

2.3.6.2. Definición e interdisciplinariedad del enfoque STEM

El enfoque STEM surge como una propuesta educativa interdisciplinaria orientada a fortalecer el aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas mediante la integración curricular. Su aparición responde a la necesidad de formar estudiantes capaces de desenvolverse en contextos marcados por la innovación tecnológica y la resolución de problemas complejos. A diferencia de los modelos tradicionales, STEM no concibe las disciplinas como áreas



independientes, sino como campos de conocimiento que se complementan para explicar fenómenos y diseñar soluciones.

Sanders (2009) define STEM como una metodología que favorece la integración entre áreas disciplinares para construir aprendizajes contextualizados y aplicados. Desde esta perspectiva, la interdisciplinariedad constituye un principio esencial, ya que permite que los estudiantes comprendan la relación entre conceptos científicos, tecnológicos y matemáticos dentro de situaciones reales.

La interdisciplinariedad del enfoque ha evolucionado hacia propuestas ampliadas que incorporan nuevas dimensiones formativas. Cano y Ángel (2020) plantean que STEM puede fortalecerse mediante la inclusión de aspectos humanísticos, permitiendo una educación más integral. Esta idea es respaldada por la Alcaldía de Medellín (2020), que propone el concepto de “Territorio STEM+H”, integrando las humanidades como componente necesario para desarrollar competencias relacionadas con el ser, el hacer y el saber.

Por otra parte, Swafford (2018) explora la articulación entre STEM y la agricultura, demostrando que el enfoque puede adaptarse a contextos productivos y laborales específicos. Esta integración evidencia la flexibilidad del modelo para responder a necesidades locales y fortalecer aprendizajes situados. Castro-Inostroza et al. (2021) amplían esta visión al destacar la implementación de STEM en aulas multigrado, demostrando que la interdisciplinariedad puede facilitar procesos de inclusión educativa y adaptación curricular.

Asimismo, la National Science Foundation (NSF) reconoce STEM como un modelo de referencia global para fortalecer la competitividad y la innovación. Desde esta perspectiva, la interdisciplinariedad no solo mejora la comprensión conceptual, sino que permite construir experiencias de aprendizaje más relevantes y cercanas a la realidad.

2.3.6.3. Propósitos de aprendizaje y competencias del siglo XXI

Uno de los principales objetivos del enfoque STEM, consiste en promover el desarrollo de competencias necesarias para enfrentar los retos sociales, tecnológicos y científicos del siglo XXI. Cifuentes y Caplan (2019) sostienen que STEM favorece el desarrollo de capacidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la colaboración y la comunicación efectiva. Estas habilidades resultan fundamentales para que los estudiantes puedan interpretar situaciones complejas y diseñar alternativas de solución.



El pensamiento crítico se convierte en un componente esencial dentro de este enfoque, ya que permite cuestionar información, analizar evidencias y tomar decisiones fundamentadas. Roberts et al. (2018) señalan que las experiencias STEM incrementan la comprensión conceptual y fortalecen la retención de conocimientos, lo cual favorece la participación futura en campos científicos y tecnológicos.

La creatividad también ocupa un lugar central dentro de las competencias promovidas por STEM. Sari et al. (2020) argumentan que los entornos de aprendizaje deben ofrecer oportunidades para experimentar, diseñar y crear, favoreciendo la innovación y la imaginación como herramientas de resolución de problemas.

Aldana y Caplan (2019) plantean que STEM genera “círculos virtuosos de aprendizaje”, donde la motivación y la curiosidad impulsan la construcción continua del conocimiento. Morgan y Gerber (2016) complementan esta postura al afirmar que el aprendizaje activo dentro de STEM fortalece la motivación intrínseca y el interés por aprender.

Estas competencias se relacionan directamente con la formación integral del estudiante, ya que favorecen el desarrollo de competencias para la vida, la adaptación al cambio y la participación activa dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

2.3.6.4. Estrategias de aprendizaje activo en STEM

La implementación del enfoque STEM requiere metodologías centradas en el estudiante, donde el aprendizaje se construya a partir de la participación activa, la experimentación y la resolución de problemas. Las estrategias de aprendizaje activo permiten que los alumnos asuman un rol protagónico dentro del proceso educativo.

El Aprendizaje Basado en Investigación (Inquiry-Based Learning – IBL) constituye una metodología clave dentro del enfoque STEM. Borromeo (2019) sostiene que esta estrategia fortalece la alfabetización científica, ya que promueve la formulación de preguntas, la observación y la indagación. Asimismo, Sari et al. (2020) destacan que el aprendizaje investigativo favorece la autonomía y la capacidad crítica.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Basado en Problemas son estrategias ampliamente utilizadas para contextualizar el conocimiento. Domènech-Casal (2020) plantea que estas metodologías permiten transformar conceptos teóricos en soluciones aplicadas, favoreciendo la construcción de productos y experiencias colaborativas. Suarez et al. (2021)



complementan esta idea al señalar que el trabajo por proyectos fortalece la integración disciplinaria y la resolución de problemas reales.

Los makerspaces o espacios de creación representan otra estrategia relevante dentro de STEM. Escobar y Qazi (2020) argumentan que estos entornos favorecen la experimentación y la construcción de prototipos, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas y creativas.

La gamificación también adquiere importancia como metodología activa. Fuentes y González (2017) indican que la incorporación de dinámicas lúdicas mejora la motivación, incrementa la participación y fortalece el aprendizaje significativo.

Estas estrategias reflejan una transformación pedagógica orientada hacia modelos donde el estudiante aprende haciendo, explorando y resolviendo desafíos contextualizados.

2.3.7. Rol de las Tecnologías de la Información y Comunicación

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) desempeñan un papel fundamental, ya que facilitan procesos de simulación, experimentación y representación de fenómenos complejos. Su incorporación permite enriquecer los ambientes de aprendizaje mediante recursos digitales que favorecen la interacción y la comprensión.

Arabit y Prendes (2020) destacan que las TIC funcionan como mediadoras pedagógicas capaces de fortalecer el aprendizaje significativo. Desde esta perspectiva, la tecnología debe entenderse como herramienta técnica y a su vez como un recurso didáctico integrado al currículo.

Smith et al. (2019) analizan las TIC desde una dimensión instrumental, resaltando su potencial para facilitar la investigación y el acceso a información científica. Johnson (2017) enfatiza que las tecnologías digitales permiten desarrollar simulaciones y modelamientos que favorecen la comprensión de conceptos abstractos.

Manzano et al. (2017) indican que el uso de software especializado fortalece la interpretación de datos y la resolución de problemas complejos. Asimismo, Orquín et al. (2017) resaltan que herramientas como las impresoras 3D permiten desarrollar competencias relacionadas con el diseño y la ingeniería.

Bravo-Mosquera et al. (2019) destacan que el uso de programas de diseño y modelado facilita la integración de conocimientos científicos y tecnológicos. Sin embargo, Cadorin et al. (2017) enfatizan que el impacto de las TIC depende de la capacidad del docente para integrarlas pedagógicamente.

En consecuencia, las TIC constituyen un componente esencial dentro de STEM, ya que potencian la exploración, la creatividad y la participación activa del estudiante.

2.3.8. Factores de éxito y mediación docente.

La implementación exitosa del enfoque STEM está sujeta a múltiples factores relacionados con el contexto educativo, la cultura institucional, la infraestructura y especialmente, en la mediación docente. El profesor desempeña un papel central como facilitador del aprendizaje y orientador de experiencias interdisciplinarias.

García-Piqueras y Sotos-Serrano (2021) sostienen que la formación docente constituye uno de los factores más importantes para garantizar la efectividad de STEM. La actualización pedagógica y tecnológica permite que los educadores adapten sus prácticas a metodologías centradas en la innovación.

Hamilton et al. (2021) y Hite y Milbourne (2021) coinciden en que el docente debe asumir un rol de mediador, promoviendo ambientes de aprendizaje colaborativos y orientados a la resolución de problemas.

La mediación docente también implica acompañar procesos de evaluación y retroalimentación. Domènech-Casal (2020) el cual resalta la importancia de la evaluación formativa como herramienta para reconocer avances y dificultades dentro del aprendizaje.

Por otra parte, Aldana y Caplan (2019) identifican el apoyo familiar y social como un elemento relevante para el éxito escolar. La participación de la comunidad fortalece la motivación y favorece la permanencia educativa.

Finalmente, Sari et al. (2020) resaltan que la mentoría y el acompañamiento continuo permiten consolidar aprendizajes más significativos. En este sentido, el docente pasar de ser transmisor de contenidos a ser orientador de procesos de construcción del conocimiento.

La articulación de estas categorías demuestra que el enfoque STEM constituye una estrategia pedagógica integral capaz de fortalecer el aprendizaje interdisciplinario, la innovación y la participación activa de los estudiantes. Su incorporación dentro del marco teórico del proyecto permite comprender cómo las prácticas educativas pueden responder a los desafíos contemporáneos y contribuir a la formación de ciudadanos capaces de enfrentar problemáticas sociales y ambientales desde una perspectiva crítica y transformadora.

2.4. Marco conceptual

Para el desarrollo del presente proyecto es fundamental comprender los conceptos clave que sustentan la propuesta: el enfoque STEM, la sostenibilidad, la conciencia ambiental, los recursos didácticos digitales y la educación para el desarrollo sostenible (EDS). Estos elementos se integran de manera coherente para orientar el diseño del recurso didáctico dirigido a los estudiantes de la institución educativa de Boyacá en Tunja.

2.4.1 Aprendizaje por Descubrimiento:

Actúa en este proyecto como un enfoque constructivista donde los estudiantes de sexto grado construyen su conocimiento mediante la exploración guiada en escenarios como el humedal La Cabaña y el "aula viva". En misiones como "Detectives del Ecosistema", esta pedagogía fomenta la indagación científica y el pensamiento crítico para identificar residuos y comprender su potencial dentro de la economía circular. Al articularse con el enfoque STEM, los alumnos vinculan la teoría con la resolución de problemas reales de su entorno en Tunja, transformándose en agentes de cambio capaces de diseñar soluciones sostenibles de manera autónoma y colaborativa (Kirschner et al., 2021).

2.4.2. Enfoque STEM

El enfoque STEM ha evolucionado de ser una simple agrupación de disciplinas educativas integradas que promueve la resolución de problemas del mundo real, el pensamiento crítico y la creatividad (Jones, 2025; Li et al., 2025). La UNESCO (2021) señala que STEM prepara a los estudiantes para enfrentar retos contemporáneos mediante la puesta e práctica de la ciencia y la tecnología en contextos reales. En este proyecto, el enfoque STEM constituye la estructura metodológica que permitirá que los estudiantes del Colegio de Boyacá comprendan fenómenos ambientales a través de la experimentación, la indagación y la aplicación de principios científicos en actividades sostenibles. La integración de contenidos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas se articula con problemas locales, como la gestión de residuos y la conservación de ecosistemas, facilitando un aprendizaje contextualizado y significativo.



2.4.3. Sostenibilidad:

La sostenibilidad se entiende como la capacidad de responder a las necesidades actuales sin comprometer la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan las suyas, integrando dimensiones ambientales, sociales y económicas (Sachs, 2019; Abanoz, 2025).

En el ámbito educativo, esta concepción se relaciona de la siguiente manera:

2.4.3.1. Dimensión social:

Educación en valores y ciudadanía responsable: la sostenibilidad también implica formar estudiantes capaces de: trabajar de manera colaborativa, resolver conflictos pacíficamente, participar en proyectos comunitarios, reconocer la importancia del respeto, la equidad y la solidaridad, en esta dimensión, el desarrollo sostenible se aborda desde la ciudadanía activa y el compromiso social, preparando a los estudiantes para construir sociedades más justas y cohesionadas.

2.4.3.2. Dimensión económica:

Uso responsable de recursos y pensamiento crítico, dentro de la escuela, esta dimensión se refleja en: el uso racional de recursos escolares (energía, materiales, alimentos), la comprensión de que los recursos son limitados, el desarrollo del pensamiento crítico para tomar decisiones sostenibles, la creación de proyectos escolares que buscan soluciones económicas y ecológicas simultáneas (huertas escolares, emprendimientos sostenibles, campañas de ahorro). Esta dimensión ayuda a que los estudiantes comprendan la relación entre economía y ambiente, apuntando a modelos de vida más sostenibles.

2.4.4. Desarrollo Sostenible:

El desarrollo sostenible para Reyes (2023) según Reyes (2023), busca cubrir las necesidades actuales sin comprometer a las de futuras generaciones, integrando equilibrio entre crecimiento económico, equidad social y protección ambiental. En el ámbito educativo, este enfoque fomenta la conciencia sobre el impacto de las acciones humanas, promoviendo el uso responsable de los recursos, la protección de los ecosistemas y la formación de estudiantes comprometidos con la sostenibilidad. Además, permite comprender problemáticas actuales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y las desigualdades sociales desde una visión integral.

2.4.5. Conciencia ambiental:

La conciencia ambiental se define como el conocimiento, las actitudes y la disposición para actuar de manera responsable frente al entorno natural (Gutiérrez & Pozo, 2020; Ramírez-Suárez, 2023). Estudios recientes muestran que la conciencia ambiental se fortalece a través de la



educación experiencial mediante la reflexión crítica y participación en la resolución de problemas locales (Atehortúa, 2025).

El proyecto promueve la conciencia ambiental mediante un recurso didáctico que fomente la observación, el análisis y toma de decisiones sostenibles, conectando el aprendizaje científico con acciones concretas de cuidado ambiental, como el reciclaje, la conservación de agua y la reforestación, fortaleciendo la autoeficacia ambiental de los estudiantes.

2.4.6. Educación para el desarrollo sostenible (EDS):

Busca empoderar a las personas para asumir un papel activo en la formación de sociedades justas, equitativas y respetuosas con el medio ambiente (UNESCO, 2021; Pérez-Torres, 2023). La literatura reciente enfatiza la importancia de un aprendizaje interdisciplinario, orientado a la acción, que permita a los estudiantes comprender la complejidad de problemas globales y locales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Se define como un proceso pedagógico integral que trasciende la simple transmisión de conocimientos teóricos para formar los estudiantes como agentes de cambio. Según la UNESCO (2021), este enfoque busca desarrollar competencias críticas, como el pensamiento sistémico y la toma de decisiones responsables, permitiendo que los alumnos comprendan las interconexiones entre las dimensiones ambiental, social y económica del entorno.

Asimismo, la UNESCO (2017) resalta que la escuela es el espacio privilegiado para fomentar esta conciencia ecológica y el pensamiento crítico frente a los desafíos ambientales actuales. En este proyecto, la EDS se materializa a través de la economía circular, utilizando el recurso didáctico STEM para fomentar la adopción de modelos de vida compatibles con la viabilidad del planeta y asegurar el bienestar de generaciones presentes y futuras.

2.4.7. Economía circular:

Churio Romero y Narváez Mejía (2022) sostienen que la incorporación de la economía circular en contextos educativos contribuye a la construcción de una cultura ambiental, al vincular el aprendizaje con experiencias prácticas como el manejo de residuos y proyectos escolares, lo que favorece la apropiación significativa del conocimiento.



2.4.8. Impacto Ambiental:

Los impactos ambientales son alteraciones del entorno causadas por actividades humanas, cuya evaluación permite prevenir y mitigar efectos negativos, promoviendo la sostenibilidad (UNESCO, 2021; Ramírez-Suárez, 2023). En educación, se convierten en oportunidades de aprendizaje, ya que mediante actividades prácticas los estudiantes comprenden la relación entre sus acciones y el ambiente, fomentando conductas sostenibles (Atehortúa, 2025; Abanoz, 2025).

2.4.9. Buenas prácticas en sostenibilidad:

Las buenas prácticas interculturales en sostenibilidad, según Pacco et al. (2024), integran la diversidad cultural y los saberes ancestrales para enfrentar desafíos ambientales, promoviendo el respeto, la inclusión y el diálogo. Estas prácticas favorecen el manejo sostenible de los recursos y la conservación de la biodiversidad e impulsar un desarrollo inclusivo, equitativo y culturalmente pertinente mediante el empoderamiento de las comunidades.

2.5. Marco legal y normativo

El marco legal que sustenta este proyecto de desarrollo sostenible y conciencia ambiental ofrece las bases normativas que orientan las acciones educativas en torno al cuidado del entorno. Su objetivo es garantizar que las actividades propuestas se ajusten a las políticas nacionales que promueven la protección ambiental, el manejo responsable de los recursos naturales y la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad. Esta antesala introduce las disposiciones fundamentales que respaldan el proyecto y permiten articularlo con las responsabilidades institucionales y educativas establecidas por la legislación vigente.



Tabla 2 Marco Legal y Normativo para el Desarrollo Sostenible

Ley o norma	Año	Descripción general	Artículo(s) que aplican	Aplicabilidad para el proyecto
Constitución Política de Colombia	1991	Es la norma fundamental que consagra el derecho a un ambiente sano y establece el deber del Estado y de los ciudadanos proteger los recursos naturales.	Art. 67 (educación como derecho y servicio público que busca el desarrollo integral) y Art. 79 (“derecho a gozar de un ambiente sano”).	Fundamenta el propósito del proyecto al promover la educación ambiental y la sostenibilidad como parte integral del derecho a la educación y la protección del ambiente.
Ley 99 de 1993	1993	Da origen al Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), estableciendo la responsabilidad ciudadana y educativa en la conservación ambiental.	Art. 1, 2 y 31.	Sirve de base para incluir en el proyecto el fortalecimiento de la conciencia ambiental y la participación de los estudiantes en la protección de los recursos naturales.
Ley General de Educación – Ley 115	1994	Establece los fines y objetivos de la educación en Colombia, incluyendo la formación en valores ambientales, científicos y éticos.	Art. 5 (fines de la educación), Art. 14 (enseñanza obligatoria de la protección ambiental), Art. 67.	Orienta el diseño del recurso didáctico en coherencia con los fines educativos nacionales y el desarrollo de habilidades ambientales y ciudadanas.



Decreto 1743	1994	Establece la obligatoriedad de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) en las instituciones educativas del país.	Art. 1 al 3.	Da soporte directo al proyecto, ya que el recurso didáctico propuesto fortalecerá el PRAE “Boyacá Verde” del Colegio de Boyacá.
Ley 1549 de 2012	2012	Fortalece la política educativa nacional ambiental y define estrategias para la participación ciudadana y el desarrollo sostenible.	Art. 2, 4 y 8.	Promueve la articulación entre educación ambiental, ciencia y tecnología, en sintonía con el enfoque STEM propuesto.
Decreto 1075 del 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Educación)	2015	Compila y reglamenta las normas del sector educativo, incluyendo las relacionadas con la formación ambiental y las competencias científicas	Título 6, Capítulo 3, Sección 2.	Proporciona el marco normativo para implementar proyectos pedagógicos interdisciplinarios que integren ciencia, tecnología y sostenibilidad.
Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU)	2015	Establece los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 4 “educación de calidad” y ODS 13 “acción por el clima”.	ODS 4.7 y ODS 13.3.	Refuerza el propósito del proyecto al promover una educación de calidad con enfoque ambiental, orientada a la acción climática y la sostenibilidad.
Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA)	2018	Define las líneas estratégicas para reforzar la educación ambiental en los niveles educativos.	Ejes 1, 2 y 3.	Sustenta el diseño del recurso didáctico digital al promover la innovación pedagógica y el aprendizaje significativo en torno al medio ambiente.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Ley 2294 (Plan Nacional de Desarrollo)	2023	Incluye estrategias para frenar la deforestación, fomentar la justicia ambiental, la inclusión social y protección de ecosistemas estratégicos, integrando dimensiones económicas y sociales.	No aplica por artículos específicos, se usa el enfoque programático de sostenibilidad y lucha contra la deforestación.	Sirve como marco general para comprender políticas nacionales de sostenibilidad, deforestación y justicia ambiental; orienta proyectos escolares hacia la participación social, protección ambiental y enfoque territorial.
Ley 2294 – Plan Nacional de Desarrollo “Colombia Potencia Mundial de la Vida”	2023	Plantea metas educativas y ambientales, priorizando la sostenibilidad y la formación ciudadana para la transformación social.	Art. 30, 67, 322.	Vincula directamente el proyecto con las políticas nacionales que buscan integrar ciencia, tecnología y sostenibilidad en la educación.
Ruta STEM del Ministerio de Educación Nacional (MEN)	2022	Estrategia nacional para el fortalecimiento de las competencias STEM+ (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) con enfoque en sostenibilidad y equidad.	Documento técnico del MEN.	Sirve de sustento metodológico para el enfoque pedagógico del proyecto, promoviendo aprendizajes interdisciplinarios y contextualizados en torno al ambiente.



Ley 2476 de ciudades verdes	2025	Promueve ciudades biodiversas, resilientes y sostenibles mediante la creación y conservación de áreas verdes, restauración ecológica urbana y estrategias frente al cambio climático.	No especifica artículos individuales relevantes (aplica la ley en general por su enfoque ambiental y urbano).	Aporta lineamientos para fomentar entornos sostenibles, integración de áreas verdes y acciones de mitigación del cambio climático, lo cual fortalece proyectos escolares de conciencia ambiental y prácticas ecológicas.
Resolución 1491	2025	Reglamenta la creación de <i>Áreas de Vida</i> y bosques municipales. Fortalece la restauración ecológica, la participación ciudadana y el cumplimiento de la Ley 2173 de 2021 (Árboles Municipales).	Artículos referentes a creación, mantenimiento y protección de Áreas de Vida (en general, debido a su carácter reglamentario).	Fortalece el componente práctico del proyecto: siembra, restauración, participación estudiantil y educación ambiental vinculada a espacios verdes comunitarios.
Ley 2387	2024	Modifica la Ley 1333 de 2009 actualizando el procedimiento sancionatorio ambiental, definiendo infracciones, sanciones y medidas compensatorias.	Artículos modificados y adicionados de la Ley 1333 (aplica el marco sancionatorio actualizado).	Permite enseñar a los estudiantes sobre responsabilidad ambiental, infracciones, sanciones y la importancia de prevenir daños al ambiente mediante buenas prácticas sostenibles

Nota. Selección de normas nacionales e internacionales que sustentan la dimensión legal de la investigación ambiental. Elaboración propia (2025).



3. Marco metodológico

En este capítulo se detalla la ruta metodológica de la investigación, la cual se fundamenta en un enfoque mixto y en un diseño cuasiexperimental aplicado a una muestra poblacional de 34 estudiantes del grado sexto del Colegio de Boyacá de la Ciudad de Tunja. De la misma manera, se expone el modelo de investigación acción educativa, junto con sus fases de diagnóstico, diseño, implementación y evaluación de la propuesta pedagógica, orientadas a promover el aprendizaje sobre el desarrollo sostenible y la conciencia ambiental a través de un recurso didáctico basado en el enfoque STEM. También, se describen las técnicas de recolección de información y los procedimientos de análisis estadístico utilizados para evaluar la coherencia y validez del recurso propuesto de la investigación.

La realidad educativa abordada en el proyecto se analiza a partir de un conjunto de conceptos y categorías de análisis que orientan el diseño del recurso pedagógico, la recolección de datos y el análisis de los resultados. Entre los más relevantes se destacan los siguientes:

3.1. Enfoque de investigación

La presente investigación se enmarca en la investigación-acción educativa (IAE), entendida como un proceso reflexivo, sistemático y participativo que busca comprender y transformar las prácticas pedagógicas en sus contextos naturales. Basado en los planteamientos de Kemmis y McTaggart (2014) y Hernández Sampieri y Mendoza (2022), este enfoque sitúa al docente como investigador de su propia práctica y como agente de cambio capaz de identificar necesidades escolares para proponer soluciones innovadoras.

El proyecto se centra específicamente en el fortalecimiento de la conciencia ambiental y el enfoque STEM dentro del Colegio de Boyacá. A través de ciclos de diagnóstico, diseño y valoración de recursos didácticos, se promueve la participación activa de los estudiantes en la reflexión sobre problemáticas de su entorno y en la construcción de alternativas para el desarrollo sostenible. De esta manera, la investigación no solo aporta a la construcción de conocimiento pedagógico, sino que mejora la comprensión de las dinámicas educativas actuales.

La investigación-acción educativa se operacionaliza mediante un proceso organizado en tres fases: diagnóstico, diseño del recurso didáctico y valoración pedagógica de la propuesta. En la



fase diagnóstica se identifican las necesidades ambientales y educativas presentes en los estudiantes de grado sexto; posteriormente, se estructura el recurso didáctico “Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular”, basado en el enfoque STEM y la economía circular; finalmente, se realiza la valoración de la propuesta mediante criterios pedagógicos e instrumentos de evaluación orientados a determinar su pertinencia y coherencia dentro del contexto escolar.

Así, la investigación no se limita a la producción teórica, sino que contribuye a la comprensión de las dinámicas educativas actuales y al fortalecimiento de propuestas pedagógicas orientadas a la sostenibilidad y la educación ambiental en el Colegio de Boyacá.

3.2. Tipo de Investigación

El proyecto se desarrolla mediante una investigación de tipo mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para abordar el fenómeno educativo desde múltiples dimensiones. El componente cuantitativo permite medir el impacto del recurso didáctico (huerta escolar, secuencia didáctica), comparando los resultados obtenidos en los cuestionarios pretest y posttest, desde la recolección de datos que faciliten la evaluación de los posibles cambios en los niveles de comprensión sobre la sostenibilidad y el cuidado ambiental en los 34 estudiante de grado sexto y obtener información relevante que permita evaluar los cambios en las variables más importantes. Asimismo, el componente cualitativo permite estudiar los intereses, percepciones y experiencias de cada estudiante frente a la educación ambiental y desarrollo sostenible, a partir de las actividades propuestas en las fases de la estrategia pedagógica, ofreciendo una interpretación contextualizada de los procesos de pensamiento desde los resultados estadísticos. Por otra parte, la combinación de los dos modelos se justifica por la complejidad de la realidad educativa ambiental, el cual requiere integrar evidencia empírica cuantitativa con análisis interpretativos cualitativos para reflejar de forma integral las dinámicas del contexto del Colegio de Boyacá, alineándose con estudios actuales que resaltan los métodos mixtos como alternativas eficientes para investigar fenómenos educativos complejos. (N. Hernández-Flórez & Klimenko, 2025; Revista Iberoamericana de la Educación, 2026; López et al., 2025).

3.3. Tipo de estudio

El tipo de estudio se define como investigación aplicada, donde su propósito es dar solución a una problemática educativa específica a través de la implementación de una solución tecnológica y pedagógica en un contexto educativo real. El estudio se realiza desde un diseño cuasiexperimental con pretest y posttest que según Hernández-Sampieri y Mendoza (2022) se fundamenta en la



manipulación de la variable independiente, para poder analizar de manera sistemática las consecuencias sobre las variables dependientes.

En el proyecto podemos determinar que la variable independiente corresponde al recurso didáctico, que actúa como estímulo, mientras que la variable dependiente se vincula con la conciencia ambiental de los educandos. La muestra seleccionada se trabaja bajo la modalidad de grupo intacto, lo que sugiere que los participantes no fueron elegidos al azar, sino que el grupo ya estaba asignado antes de iniciar la investigación, una característica propia de los diseños cuasiexperimentales en entornos escolares.

El procedimiento incluye una medición inicial (pretest) para establecer la línea base de conocimientos y actitudes. Asimismo, la propuesta es sometida a un proceso de evaluación mediante criterios de valoración y juicio de expertos, con el fin de determinar su aplicabilidad dentro del contexto educativo y su aporte al fortalecimiento de la conciencia ambiental. (López et al., 2025).

3.4. Técnicas de recolección de información seleccionadas

Las técnicas e instrumentos de recolección se articulan de manera directa con las misiones del recurso didáctico "Eco-Líderes de Boyacá". Para la obtención de datos cuantitativos, se emplean los Cuestionarios Pretest y Postest Digitales, los cuales permiten evaluar las dimensiones cognitivas y afectivas de la conciencia ambiental en la cohorte de 34 estudiantes. **(Tabla 3).**

Matriz de Caracterización de Residuos (Anexo A): Utilizada en la Sesión 1 ("Detectives del Ecosistema") para el registro técnico de hallazgos en el entorno escolar y el humedal La Cabaña. Incluye los siguientes campos específicos: tipo de residuo, lugar de hallazgo, material, posible origen, tiempo estimado de degradación, impacto ambiental y potencial de reutilización.

Tabla de Balance de la Tierra (Anexo B): Formato de modelación matemática para la Sesión 2 ("Eco-Contadores") que permite cuantificar el impacto del consumo. Sus categorías incluyen: tipo de residuo, cantidad diaria/semanal/mensual generada, estado de reutilización y ahorro ambiental estimado. Se complementa con la Guía para Gráficos (Anexo C) para la representación visual (barras o circulares) de los datos.

Rúbrica de Prototipado y Mapa RDE (Anexo D): Instrumento de evaluación formativa para la Sesión 3 ("Fábrica de Inventos") que valora la construcción del prototipo de



huerta orgánica. Evalúa niveles de desempeño (Alto, Medio, Básico, Bajo) en las categorías de: funcionalidad técnica, creatividad del diseño, uso efectivo de materiales reciclados y calidad del trabajo colaborativo.

- **Formato EcoCanvas (Anexo E):** Herramienta central de la Sesión 4 ("Cumbre de Eco-Líderes") para el diseño de bionegocios circulares. Contiene 12 bloques estratégicos, destacando: anticipación e impacto ambiental/social, cadena de valor circular, propuesta única de valor, recursos clave y estructura de costos/ingresos.
- **Rúbrica de Pitch (Anexo F):** Formato para evaluar la sustentación oral de las soluciones sostenibles. Incluye criterios concretos como: claridad en la definición del problema, viabilidad de la solución propuesta, uso de datos científicos/matemáticos y expresión oral.
- **Diario de Campo y Bitácora de Análisis:** Registros sistemáticos del docente investigador que se dividen en dos secciones: anotaciones descriptivas (narración de hechos e interacciones en el aula/huerto) y anotaciones interpretativas (reflexiones pedagógicas sobre el desarrollo de habilidades STEM y conciencia ambiental).

Tabla 3 Resumen de Técnicas e Instrumentos de Recolección

Técnica	Instrumento	Propósito	Anexo
Encuesta digital	Cuestionarios Pretest / Posttest	Medir dimensiones cognitiva y afectiva de conciencia ambiental.	G.
Observación técnica	Matriz de Caracterización	Registro técnico de residuos en el humedal y la sede.	A.
Modelación	Tabla de Balance de la Tierra	Cuantificar impacto de consumo y ahorro ambiental.	B.
Evaluación	Formato EcoCanvas	Diseño de bionegocios y validación de economía circular.	E.
Seguimiento	Diario de Campo	Registro interpretativo de habilidades STEM por el docente.	H.

Nota. Los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos (Anexo I). Elaboración propia (2026).



3.5. Técnicas de análisis de información seleccionadas

El proyecto "Eco-Líderes de Boyacá" implementa un recurso STEM para fortalecer la conciencia ambiental en estudiantes de sexto grado. Mediante el diseño de una "aula viva" y una huerta orgánica, se promueve la economía circular y el desarrollo sostenible. La investigación-acción educativa guía misiones de indagación, análisis de datos y prototipado ingenieril para resolver retos ambientales reales. Al reutilizar residuos y aplicar tecnología, los alumnos desarrollan pensamiento crítico y habilidades científicas fundamentales para el siglo veintiuno. Así, la institución forma ciudadanos responsables y agentes de cambio capaces de liderar la preservación de su entorno natural en Tunja.

Análisis Cuantitativo: Se utilizará la estadística descriptiva para procesar los datos de los cuestionarios Pretest y Posttest. Se emplea software estadístico (como Excel o SPSS) para comparar las medias y frecuencias en las dimensiones cognitiva y afectiva de la conciencia ambiental, aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach para verificar la confiabilidad de los instrumentos.

Análisis Cualitativo: Se aplica la técnica de análisis de contenido, para evaluar de forma sistemática los productos de los estudiantes (bocetos, prototipos y formatos EcoCanvas). Asimismo, se realizará una categorización temática de los registros del diario de campo, buscando patrones en el desarrollo de habilidades STEM y cambios de actitud proambientales.

3. 6. Aplicación y análisis de los resultados preliminares

Esta sección describe la ruta de validación y los hallazgos del diagnóstico inicial:

- **Construcción y Validación:** La estrategia pedagógica "Eco-Líderes de Boyacá" y sus respectivos instrumentos fueron sometidos a una validación por juicio de expertos. Se utilizó una rúbrica de evaluación que mide criterios de coherencia STEM, secuencialidad didáctica y contextualización en una escala de 1 a 5.
- **Diagnóstico:** El análisis preliminar del pretest aplicado a los 34 estudiantes de grado sexto reveló un reconocimiento teórico de los problemas ecológicos, pero una marcada dificultad para conectar estos saberes con la resolución de problemas en su entorno inmediato. Se identificó además una infraestructura escolar con espacios subutilizados que validan la pertinencia de la huerta orgánica como estrategia de intervención.



3. 7. Procedimiento

El proyecto se desarrolla en tres fases fundamentales bajo el modelo de Investigación-Acción Educativa (IAE):

1. **Fase de Diagnóstico:** Aplicación de cuestionarios digitales y observación inicial para establecer la línea base de conciencia ambiental y conocimientos previos sobre sostenibilidad.
2. **Fase de Diseño:** Elaboración del recurso didáctico STEM y las secuencias didácticas centradas en la economía circular y el "aula viva" mediante cuatro misiones (Detectives, Eco-Contadores, Fábrica de Inventos y Cumbre de Eco-Líderes) a través de talleres prácticos y colaborativos.
3. **Fase de evaluación de la propuesta pedagógica por expertos:** Esta fase se orienta a la valoración del recurso didáctico mediante juicio de expertos y criterios de evaluación pedagógica, con el fin de analizar su pertinencia, coherencia metodológica y relación con el enfoque STEM y la educación para el desarrollo sostenible.

3.8. Producto o resultado esperado

El proyecto generará dos productos principales:

1. Prototipo funcional intervención educativa escolar: Un laboratorio vivo diseñado con materiales reciclables y criterios de ingeniería, replicable en otras sedes del Colegio de Boyacá.
2. Recurso Didáctico STEM-EDS: "Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular" validada pedagógicamente, la cual fortalece el PRAE "Ecofilia" y promueve la formación de agentes de cambio capaces de liderar soluciones sostenibles en Tunja.

El resultado principal de este proyecto de investigación aplicada consiste en el diseño y creación de dos componentes integrales: un prototipo funcional educativo y didáctico titulado "Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular".

Esta intervención educativa se concibe como un instrumento para realizarse como laboratorio vivo diseñado bajo criterios de ingeniería y sostenibilidad, utilizando exclusivamente materiales reciclables (plásticos, envases y tapas) para materializar el modelo de economía circular en el aula.



Por su parte, el prototipo didáctico se constituye en la herramienta pedagógica validada que guía al docente y los estudiantes de grado sexto a través de procesos de aprendizaje activo y por descubrimiento, articulando las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) para resolver retos ambientales reales en su contexto local.

3.9. Descripción de la Población y Muestra

La población objeto de estudio está constituida por estudiantes de secundaria del Colegio Boyacá, institución educativa oficial de la ciudad de Tunja, con una trayectoria superior a los 200 años. Esta comunidad educativa atiende a más de dos mil estudiantes y se caracteriza por una marcada heterogeneidad social, económica y cultural, integrando familias tanto de sectores urbanos como de zonas rurales con vocación agrícola. El estudio se sitúa específicamente en la Sede Rafael Londoño Barajas, ubicada en la Villa Olímpica, un entorno de alta sensibilidad ambiental.

La muestra seleccionada para la implementación del recurso didáctico "Eco-Líderes de Boyacá" consiste en un grupo intacto de 34 estudiantes de grado sexto. Los participantes se encuentran en un rango de edad de entre 11 y 12 años, etapa vital considerada idónea para la consolidación de competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas a través de la experimentación y el trabajo colaborativo en el aula.

El tipo de muestreo utilizado nos identifica la conveniencia, justificado por la asignación previa de los cursos por parte de la institución educativa. Esta selección responde a la naturaleza de la Investigación-Acción Educativa (IAE), donde el docente interviene directamente en su grupo asignado para transformar la práctica pedagógica y fortalecer la conciencia ambiental mediante el enfoque STEM.



Tabla 4 Matriz de Interesados y Beneficiarios del Proyecto

Grupo de interesados / beneficiarios	Intereses	Expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
Estudiantes de Grado Sexto (Cohorte de 34 alumnos)	Aprendizaje práctico y resolución de retos reales.	Desarrollar habilidades STEM y mejorar su entorno escolar y el humedal La Cabaña.	Falta de motivación inicial por dependencia de métodos tradicionales.	Comprometido	Implementación de aprendizaje por descubrimiento y misiones gamificadas.
Docentes de Ciencias y Matemáticas	Innovación pedagógica e integración curricular transversal.	Contar con recursos didácticos validados y contextualizados a Tunja.	Carga administrativa adicional y tiempos limitados en el calendario escolar.	Solidario	Co-creación de secuencias didácticas y apoyo técnico en el Diario de Campo.
Familias de la comunidad escolar	Bienestar estudiantil y educación pertinente para el territorio.	Aplicación de prácticas de reciclaje, nutrición y ahorro en el hogar.	Desconocimiento inicial de los principios técnicos de la economía circular.	Ambivalente	Socialización de resultados en la "Feria de Eco-Líderes" y modelos de bionegocio.
Directivos del Colegio de Boyacá	Fortalecimiento del PRAE "Ecofilia" y proyección institucional.	Posicionar a la sede como referente regional de innovación y sostenibilidad.	Limitación de recursos físicos y financieros para mantenimiento del aula viva.	Comprometido	

Nota. Elaboración propia basada en la caracterización de la comunidad educativa de la Sede Rafael Londoño Barajas. Elaboración propia (2025).



3.10. Recursos Previstos

La ejecución del proyecto de investigación aplicada "Eco-Líderes de Boyacá" requiere la articulación de diversos recursos humanos, materiales, tecnológicos y económicos, asegurando la viabilidad técnica y pedagógica de la intervención en el Colegio de Boyacá.

- El talento humano constituye el eje central del proyecto, integrando al docente investigador encargado del diseño y seguimiento, un grupo intacto de 34 estudiantes de grado sexto de la sede Rafael Londoño Barajas como participantes activos, y el apoyo de los directivos docentes y padres de familia. Finalmente el tema se debe presentar como una validación social y emprendedora. Los estudiantes utilizan la herramienta EcoCanvas para diseñar modelos de bionegocio circular y presentan sus soluciones mediante discursos tipo *pitch* ante la comunidad educativa, asumiendo compromisos éticos y ambientales.

- El recursos materiales y didácticos, se contempla el uso de kits de investigación conformados por guantes, lupas y bolsas para las fases de indagación. Asimismo, el prototipo de la huerta orgánica se fundamenta en la reutilización de residuos sólidos recolectados (botellas plásticas, envases y tapas), complementados con insumos de papelería, herramientas de ensamble y el recurso didáctico principal titulado "Eco-Líderes, Ecología y Reciclaje".

- Los recursos tecnológicos incluyen el uso de equipos de computación institucionales para el modelado digital de los sistemas circulares y el procesamiento de datos. Se utilizarán herramientas digitales como formularios en línea para la aplicación de instrumentos de recolección (pretest y posttest), así como software estadístico (Excel o SPSS) para el análisis descriptivo y cualitativo de la información.

Se identifica los recursos tecnológicos esenciales para el desarrollo de la investigación y la implementación del prototipo como son:

Equipo de computación: Necesario para el procesamiento de datos y el diseño del recurso.

Software estadístico: Se especifica el uso de herramientas como Excel o SPSS para realizar el análisis cuantitativo de los resultados (comparación de medias y frecuencias).

Instrumentos digitales de recolección: Uso de formularios electrónicos para la aplicación de los Cuestionarios Pretest y Posttest Digitales.

Plataformas de modelado: Herramientas para el mapeo digital de sistemas circulares (Mapa RDE).



El recurso didáctico integra tecnología de vanguardia y recursos multimedia para dinamizar el aprendizaje:

- **Códigos QR:** Utilizados para que los estudiantes accedan a contenidos digitales adicionales de forma inmediata.
- **Inteligencia Artificial (IA):** El documento declara explícitamente el uso de ChatGPT (OpenAI) para la generación de las ilustraciones y figuras que acompañan las misiones pedagógicas.
- **Herramientas de diseño y visualización:**
 - Canva:** Para la creación de infografías interactivas sobre soluciones de huertas sostenibles.
 - YouTube:** Plataforma utilizada para alojar y visualizar videos tutoriales sobre la creación de gráficos de barras y circulares.
- **Presentaciones digitales:** Uso de diapositivas y banners para la sustentación de los bio-negocios en la "Cumbre de Eco-Líderes".
- Los recursos económicos provienen de un presupuesto asignado para la investigación científica, junto con la autogestión de materiales mediante el modelo de economía circular, lo que minimiza los costos operativos al transformar residuos en insumos pedagógicos funcionales. El financiamiento asegura la reproducción de los materiales de apoyo y la logística necesaria para las salidas de campo en el entorno educativo.

Los recursos económicos desde una dimensión pedagógica y de emprendimiento (EcoCanvas):

- **Estructura de costos:** Identifica inversiones necesarias en materiales complementarios como **pegante**, pintura y gastos de transporte.
- **Generación de ahorros:** Propone que el residuo tiene un valor económico intrínseco. Utiliza la fórmula: $Ahorro = (Precio\ del\ objeto\ nuevo) - (Costo\ de\ reutilización)$. Por ejemplo, calculan que reutilizar 20 botellas para macetas genera un ahorro estimado de \$160.000 pesos.
- **Flujo de ingresos:** Contempla la venta de productos (como los portalápices o macetas) en ferias escolares con precios accesibles (ej. \$2.000 a \$5.000) para generar ingresos propios del bionegocio.



Cronograma: se plantea el cronograma a través de un diagrama de Gantt:

Tabla 5 Cronograma de Actividades (Diagrama de Gantt)

Actividad	Sem 1-2	Sem 3-4	Sem 5-6	Sem 7-8	Sem 9-10	Sem 11- 12	Sem 13- 14	Sem 15- 16	Sem 17- 18	Sem 19- 20	Sem 21- 22	Sem 23- 24
Fase 1: Diagnóstico inicial	X	X										
Fase 2: Diseño del recurso			X	X	X	X						
Fase 3: Implementaci ón							X	X	X	X		
Fase 4: Evaluación y validación									X	X	X	
Fase 5: Informe final											X	X

Nota. Esta sección debe eliminarse de la entrega final del proyecto al finalizar el proceso formativo de la maestría. Elaboración propia (2026).



Resultados y análisis de resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto permiten evidenciar la pertinencia del prototipo “Eco-Líderes de Boyacá” como recurso didáctico orientado al fortalecimiento de la educación para el desarrollo sostenible y la conciencia ambiental en los estudiantes participantes.

Resultados de la fase diagnóstica

Con el propósito de determinar la consistencia interna del cuestionario digital aplicado en la fase diagnóstica, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach a partir de las respuestas obtenidas por los 34 estudiantes participantes. Este análisis permitió evaluar el grado de homogeneidad de los ocho ítems relacionados con los escenarios de gestión hídrica, energía y residuos contemplados en el recurso didáctico *Eco-Líderes de Boyacá*.

Tabla 6 Resultados de Confiabilidad: Coeficiente Alfa de Cronbach

Intervalo		Clasificación
0,90 – 1,00		Excelente
0,80 – 0,89		Buena
0,70 – 0,79		Aceptable
0,60 – 0,69		Cuestionable
0,50 – 0,59		Pobre
0,00 – 0,49		Inaceptable

Nota. El coeficiente fue calculado a partir de la aplicación del diagnóstico inicial a los 34 estudiantes. Los 8 ítems corresponden a los escenarios de gestión hídrica, energía y residuos evaluados. Elaboración propia (2026).

El diagnóstico inicial, realizado mediante un pretest aplicado a 34 estudiantes de grado sexto, permitió identificar una fragmentación cognitiva frente a la sostenibilidad, especialmente en la comprensión de la relación entre las dimensiones ambiental, social y económica. Para la valoración de las respuestas, la encuesta se estructuró a partir de **cuatro niveles de conciencia ambiental**, los cuales permitieron clasificar el grado de comprensión, compromiso y capacidad de



los estudiantes para tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sostenible. Esta escala de valoración posibilitó interpretar las respuestas más allá de la selección de una opción correcta, identificando progresivamente desde visiones desinformadas o pasivas frente a las problemáticas ambientales (Niveles 1 y 2), hasta posturas proactivas y sistémicas que integran aspectos ecológicos, sociales y económicos en la toma de decisiones (Nivel 4). Los resultados mostraron fortalezas en la conservación de los recursos hídricos y, especialmente, en la reutilización de objetos y dispositivos, donde se evidenció el mayor nivel de conciencia ambiental.

Tabla 7 Niveles de conciencia ambiental utilizados en el diagnóstico

Nivel	Denominación	Descripción
Nivel 4	Proactivo y Sistémico	El estudiante manifiesta una comprensión integral del equilibrio entre bienestar social, prosperidad económica y preservación ecológica, priorizando los ritmos de regeneración de la naturaleza y el bienestar de las generaciones futuras.
Nivel 3	Normativo o Práctico	La acción ambiental está condicionada por el cumplimiento de reglamentos escolares, el ahorro económico inmediato o una visión de futuro limitada a corto plazo.
Nivel 2	Incipiente o Pasivo	Se observa una delegación de la responsabilidad ambiental a terceros o una confianza en la resiliencia espontánea de los ecosistemas, sin asumir un compromiso activo frente a las problemáticas ambientales.
Nivel 1	Desconectado o Desinformado	Predomina una visión de consumo lineal y beneficio individual, donde los recursos naturales se perciben como fuentes inagotables al servicio del interés inmediato.



Tabla 8 Resumen de resultados del diagnóstico de conciencia ambiental

Dimensión evaluada	Nivel predominante	Porcentaje
Gestión de recursos hídricos	Nivel 4	44,1 %
Sostenibilidad empresarial	Nivel 4	41,2 %
Paneles solares: sustentar vs. sostener	Nivel 3	52,9 %
Consumo responsable de papel	Nivel 3	44,1 %
Uso del agua en los baños	Nivel 3	55,9 %
Eficiencia energética escolar	Nivel 3	47,1 %
Acción ambiental en el barrio	Nivel 3	50,0 %
Gestión de juguetes o dispositivos usados	Nivel 4	47,1 %

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados del pretest aplicado a 34 estudiantes de grado sexto.

Los resultados evidencian que los estudiantes poseen una disposición favorable hacia el cuidado del ambiente, reflejada en prácticas relacionadas con la conservación del agua, el ahorro de recursos y la reutilización de materiales. Sin embargo, en la mayoría de las dimensiones evaluadas predomina el Nivel 3 (Normativo o Práctico), lo que indica que las acciones ambientales suelen estar motivadas por el cumplimiento de normas o beneficios inmediatos, más que por una comprensión integral de la sostenibilidad. Asimismo, se identifican debilidades en la comprensión de la relación entre los aspectos ambientales, sociales y económicos, así como en la participación y el liderazgo para la solución de problemáticas ambientales colectivas. En conjunto, estos resultados muestran la necesidad de fortalecer una conciencia ambiental más crítica, sistémica y participativa, orientada a la toma de decisiones responsables y al compromiso activo con el desarrollo sostenible.

Este hallazgo confirma la necesidad de implementar metodologías activas que trasciendan el aprendizaje memorístico y promuevan procesos de reflexión crítica y aprendizaje contextualizado en concordancia con lo planteado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2021).

En respuesta a las necesidades identificadas en el diagnóstico inicial, se diseñó el prototipo **Eco-Líderes de Boyacá** como un recurso didáctico basado en el enfoque STEM,

orientado a fortalecer la conciencia ambiental mediante experiencias de aprendizaje contextualizadas y participativas.

Ilustración 2 Recurso Didáctico



El prototipo incorpora misiones relacionadas con la gestión de residuos, el uso eficiente del agua y la energía, y el emprendimiento sostenible, favoreciendo el desarrollo de habilidades para la caracterización de residuos sólidos, el análisis de impactos ambientales, la interpretación de datos y la modelación matemática aplicada al ahorro ecológico. **(Ver anexos de A a la J).**

Así mismo, integra herramientas pedagógicas como rúbricas de evaluación, guías de laboratorio, bitácoras de observación, cuestionarios pretest y posttest, matrices de clasificación de residuos, actividades de prototipado, formatos EcoCanvas para la formulación de bio-negocios escolares y un manual pedagógico estructurado por misiones, en el que se describen los objetivos, recursos, procedimientos, actividades experimentales y criterios de evaluación de cada fase.



Es de anotar que el prototipo promueve la aplicación de los principios de la economía circular mediante la reutilización de residuos plásticos y orgánicos en la construcción de huertas escolares y otros prototipos sostenibles, fortaleciendo el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas reales. De esta manera, los estudiantes pueden relacionar los contenidos científicos y matemáticos con situaciones concretas de su contexto escolar y ambiental, favoreciendo la apropiación del conocimiento, la toma de decisiones responsables y una comprensión más integral de la sostenibilidad.

Resultados validación por expertos

Se realizó un proceso de validación por expertos mediante una encuesta estructurada (Anexo 2), con el propósito de valorar la pertinencia, claridad, coherencia y aplicabilidad del prototipo en relación con los objetivos de la investigación. Los resultados obtenidos evidenciaron una valoración favorable de los componentes pedagógicos, didácticos y metodológicos del recurso, destacándose la claridad del manual de uso, la pertinencia de las actividades propuestas y la articulación de los contenidos STEM con la educación ambiental. Este procedimiento permitió identificar fortalezas del diseño y verificar la correspondencia entre las actividades, los resultados de aprendizaje esperados y los instrumentos de evaluación. Desde la perspectiva metodológica, la validación por expertos constituye una estrategia para fortalecer la credibilidad y la calidad de los instrumentos y recursos utilizados en la investigación educativa, al incorporar juicios fundamentados de profesionales con experiencia en el área de estudio, favoreciendo así la consistencia y pertinencia de la propuesta desarrollada (Creswell y Plano Clark, 2018).

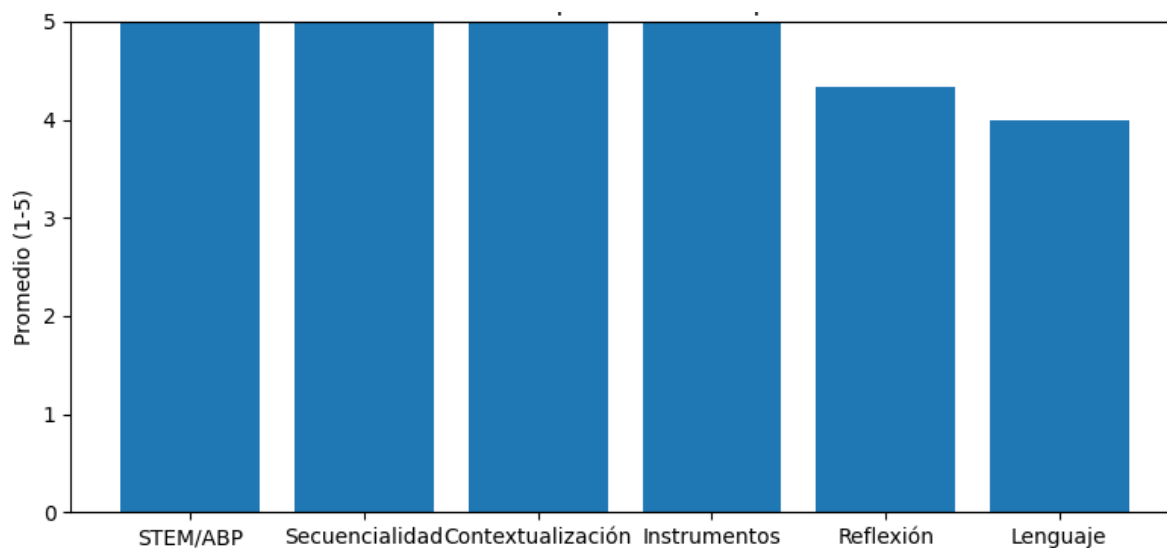
Tabla 9 Resultados de la validación por expertos del prototipo Eco-Líderes de Boyacá

Criterio evaluado	Promedio (1-5)	Valoración
Coherencia con STEM/ABP	5,0	Excelente
Secuencialidad didáctica	5,0	Excelente
Contextualización	5,0	Excelente
Instrumentos técnicos	5,0	Excelente
Reflexión del aprendizaje	4,3	Muy buena
Lenguaje y adecuación para grado sexto	4,0	Muy buena
Promedio general	4,72	Excelente



Nota. Valoración realizada por tres expertos mediante escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a la valoración más baja y 5 a la más alta.

Gráfica 1 Valoración promedio expertos



Los resultados de la validación por expertos evidencian una valoración altamente favorable del prototipo *Eco-Líderes de Boyacá*, destacando especialmente la integración de los enfoques STEM y ABP, la secuencialidad didáctica de las misiones, la contextualización de las actividades y la pertinencia de los instrumentos de evaluación. Los evaluadores resaltaron la coherencia entre los objetivos de aprendizaje, los recursos, los procedimientos y los criterios de evaluación, así como la articulación de la propuesta con problemáticas ambientales cercanas al contexto de los estudiantes. De igual manera, señalaron que la estructura del manual pedagógico facilita su implementación por parte de los docentes al ofrecer orientaciones claras para el desarrollo de cada misión. Aunque se sugirieron ajustes puntuales en la redacción de algunos conceptos técnicos para favorecer su comprensión en estudiantes de grado sexto, los resultados obtenidos respaldan la pertinencia pedagógica, metodológica y didáctica del prototipo. En consecuencia, se considera que la propuesta constituye una alternativa viable para fortalecer procesos de educación ambiental desde el enfoque STEM, promoviendo el desarrollo de habilidades científicas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas contextualizados, con posibilidades de adaptación a otros escenarios educativos que compartan características similares.

Conclusiones

El desarrollo del proyecto **“Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular”**, basado en el enfoque STEM, se constituye en una estrategia pedagógica innovadora que permite promover el aprendizaje sobre desarrollo sostenible y fortalecer la conciencia ambiental en los estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja, integrando los principios de la economía circular mediante el aprovechamiento y la transformación de residuos plásticos y orgánicos en recursos útiles para el aprendizaje y favoreciendo la comprensión de prácticas sostenibles y el uso responsable de los recursos. De igual manera, fomenta la creación de bionegocios escolares, donde los estudiantes diseñan propuestas productivas con valor ambiental, social y económico, fortaleciendo sus competencias STEM, el emprendimiento sostenible y su capacidad para generar soluciones innovadoras a problemáticas de su entorno.

En la fase diagnóstica se evidenció que los estudiantes poseían nociones generales sobre el cuidado del medio ambiente; sin embargo, presentaban dificultades para comprender la relación entre las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad y para aplicar estos conocimientos a situaciones concretas de su entorno. Asimismo, se identificó una limitada conexión entre el conocimiento teórico y la resolución de problemas ambientales reales, situación que justificó la necesidad de implementar estrategias de aprendizaje activo y contextualizado.

El proceso de diseño permitió consolidar una propuesta pedagógica que integra de manera articulada los componentes de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con los principios de la economía circular y la Educación para el Desarrollo Sostenible. La estructura basada en misiones de aprendizaje favoreció experiencias significativas de exploración, experimentación, análisis de datos y construcción de soluciones ambientales, fortaleciendo competencias STEM, el pensamiento crítico y la participación activa de los estudiantes en la transformación de su entorno escolar.

De igual manera, la construcción de instrumentos de evaluación como rúbricas, cuestionarios, diarios de campo, guías de trabajo y formatos de seguimiento permitió establecer mecanismos claros para valorar los aprendizajes alcanzados y la calidad del recurso diseñado. Estos instrumentos garantizaron coherencia entre los propósitos formativos, las actividades propuestas y los criterios de evaluación, aportando rigurosidad metodológica al proceso investigativo.



La valoración realizada mediante juicio de expertos permitió determinar que la propuesta presenta altos niveles de pertinencia, coherencia pedagógica y viabilidad para su implementación en el contexto educativo del Colegio de Boyacá. Las evaluaciones obtenidas destacaron la adecuada articulación entre el enfoque STEM y la educación ambiental, la secuencialidad de las actividades, la contextualización de los contenidos y la claridad de los instrumentos diseñados, aspectos que respaldan la calidad académica y metodológica del recurso.

De manera general, la investigación permitió evidenciar que la integración del enfoque STEM con la economía circular favorece procesos de aprendizaje más significativos al vincular el conocimiento científico con la resolución de problemáticas ambientales reales. Esta propuesta supera enfoques tradicionales de enseñanza y promueve una educación orientada a la acción, en la que los estudiantes asumen un papel activo como investigadores, diseñadores y gestores de soluciones sostenibles. Esta perspectiva fortalece no solo los conocimientos ambientales, sino también habilidades relacionadas con la toma de decisiones responsables, el trabajo colaborativo y el liderazgo ambiental.

Asimismo, se concluye que el aprovechamiento pedagógico de espacios como la huerta escolar y el aula viva constituye una alternativa efectiva para transformar escenarios subutilizados en ambientes de aprendizaje interdisciplinarios. La reutilización de materiales reciclables y el aprovechamiento de residuos como recursos educativos favorecen la comprensión práctica de los principios de sostenibilidad y economía circular, permitiendo que los estudiantes reconozcan el impacto de sus acciones en la conservación del entorno y en la protección de ecosistemas estratégicos como el humedal La Cabaña.

Finalmente, el recurso didáctico diseñado presenta un importante potencial de replicabilidad y adaptación a otros contextos educativos gracias a su estructura flexible, el uso de materiales accesibles y su articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el PRAE institucional y las competencias del siglo XXI.

El proyecto constituye una contribución significativa a la innovación educativa y al fortalecimiento de la educación ambiental desde una perspectiva STEM, promoviendo la formación de ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con el desarrollo sostenible y la transformación positiva de sus comunidades.



Visión prospectiva del proyecto

El proyecto “Eco-Líderes de Boyacá: Misión Economía Circular” representa una propuesta pedagógica innovadora orientada al fortalecimiento de la educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto escolar, con la construcción del recurso didáctico basado en el enfoque STEM permitió reconocer aprendizajes importantes, fortalezas institucionales y oportunidades de mejora que proyectan futuras acciones pedagógicas dentro de la comunidad educativa.

Esta propuesta evidencia que la sostenibilidad educativa requiere procesos continuos de innovación, participación y articulación entre estudiantes, docentes y entorno escolar.

Lecciones aprendidas

- La educación ambiental adquiere mayor significado cuando se relaciona directamente con problemáticas reales del contexto escolar permitiendo que los estudiantes comprendan la utilidad práctica de sus aprendizajes.
- El enfoque STEM favorece el desarrollo de competencias fundamentales como el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas ambientales.
- Las metodologías activas y experienciales generan mayor motivación e interés en los estudiantes especialmente cuando se involucran en actividades prácticas y de trabajo en equipo.
- La implementación de una economía circular mediante un aula viva productiva y el desarrollo de bio-negocios escolares fortalece el aprendizaje activo y contextualizado, permitiendo que los estudiantes transformen residuos en recursos útiles y comprendan la sostenibilidad desde experiencias reales.



- Los recursos didácticos contextualizados fortalecen el aprendizaje significativo al conectar los contenidos académicos con situaciones cotidianas del entorno escolar.
- La articulación entre proyectos institucionales como el PRAE y propuestas innovadoras basadas en STEM fortalece la cultura ambiental y amplía el impacto pedagógico dentro de la institución educativa.

Fortalezas del proyecto

- El proyecto responde a una necesidad ambiental y educativa real identificada en el Colegio de Boyacá, garantizando pertinencia y contextualización.
- Integra de manera coherente el enfoque STEM, la Educación para el Desarrollo Sostenible y la economía circular dentro de una misma propuesta pedagógica.
- El recurso didáctico promueve un aprendizaje activo y participativo, donde el estudiante asume un rol protagónico en la construcción de conocimientos.
- La propuesta de implementar un aula viva fortalece el aprendizaje experiencial y favorece la apropiación del territorio como espacio pedagógico.
- El proyecto se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente con los ODS 4, 12, 13 y 15, fortaleciendo la formación ambiental y ciudadana.
- El desarrollo de bio-negocios se constituye una fortaleza significativa del proyecto, ya que permite a los estudiantes aplicar principios de economía circular y sostenibilidad en contextos reales, fortaleciendo competencias emprendedoras, pensamiento crítico y trabajo colaborativo. Además, favorece el aprendizaje activo y contextualizado al vincular el conocimiento STEM con soluciones productivas orientadas al aprovechamiento responsable de los recursos y al cuidado del medio ambiente.



Oportunidades de mejora

- Fortalecer los procesos de formación docente en metodologías STEM y educación ambiental para ampliar las capacidades institucionales.
- Diseñar estrategias de evaluación y seguimiento que permitan medir con mayor precisión los cambios en conocimientos, actitudes y prácticas ambientales de los estudiantes.
- Incorporar herramientas digitales y recursos tecnológicos interactivos que complementen las actividades de aprendizaje.
- Promover una mayor participación de las familias y de la comunidad educativa en las actividades ambientales del proyecto.
- Gestionar alianzas con universidades, organizaciones ambientales y entidades locales que contribuyan a fortalecer la sostenibilidad de la propuesta.
- Ampliar el alcance del proyecto hacia otros grados escolares para dar continuidad a los procesos de formación ambiental.

Recomendaciones

- Implementar el recurso didáctico en futuras fases del proyecto para validar su impacto en el fortalecimiento de la conciencia ambiental y el aprendizaje sostenible.
- Continuar promoviendo estrategias pedagógicas basadas en el aprendizaje activo y la resolución de problemas ambientales del contexto local.
- Integrar el componente de bio-negocios escolares como emprendimiento sostenible que permitan a los estudiantes diseñar, desarrollar y proyectar iniciativas productivas basadas en la economía circular, promoviendo la innovación, el liderazgo ambiental y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos desde el enfoque STEM.
- Integrar la educación para el desarrollo sostenible de manera transversal en las diferentes áreas del currículo escolar.



- Fortalecer los espacios escolares como escenarios de aprendizaje práctico y laboratorios pedagógicos vivos.
- Impulsar la creación de semilleros estudiantiles de liderazgo ambiental orientados a la construcción de iniciativas sostenibles dentro de la institución.
- Socializar y divulgar los resultados del proyecto para promover la replicabilidad de la propuesta en otros contextos educativos.

Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación titulado *“Diseño de un recurso didáctico basado en el enfoque STEM para promover el aprendizaje sobre desarrollo sostenible y conciencia ambiental en estudiantes de grado sexto del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja”* desarrolla bajo los principios éticos orientados a garantizar la protección, bienestar y dignidad de los participantes, así como la integridad científica del proceso investigativo, teniendo en cuenta que la investigación involucra estudiantes menores de edad se mantuvieron los principios de respeto, beneficencia, justicia y confidencialidad durante todas las fases del estudio.

Consentimiento informado

Para la participación de los estudiantes en las actividades como fue la aplicación de instrumentos de recolección de información, se solicitó el consentimiento informado de los padres de familia en el cual se explicó de manera clara el propósito del proyecto, los procedimientos a desarrollar, la duración de las actividades, los beneficios esperados y el carácter voluntario de la participación.



Confidencialidad y anonimato

La información recolectada mediante las encuestas se mantuvo bajo estricta confidencialidad, los resultados fueron utilizados únicamente con fines académicos e investigativos cuyo acceso a la información será exclusivamente a los investigadores responsables del proyecto.

Principio de beneficencia y no maleficencia

- ✓ La investigación busca generar beneficios educativos y formativos, fortaleciendo la conciencia ambiental, el pensamiento crítico y las competencias relacionadas con el desarrollo sostenible.
- ✓ Justicia y equidad
- ✓ Todos los estudiantes participantes tendrán igualdad de oportunidades para participar en las actividades pedagógicas y acceder a los beneficios educativos derivados del proyecto.
- ✓ Integridad científica
- ✓ La investigación se desarrollará bajo criterios de honestidad, transparencia y rigor académico.
- ✓ Se garantizará el adecuado manejo de la información, evitando la manipulación de datos, el plagio o cualquier práctica que afecte la validez y confiabilidad de los resultados.
- ✓ Las referencias teóricas y conceptuales utilizadas en el proyecto serán debidamente citadas conforme a las normas académicas correspondientes.

Principios éticos fundamentales

El desarrollo del proyecto se fundamenta en los siguientes principios éticos:

- Respeto por la dignidad humana: reconocimiento de la autonomía y derechos de los participantes.
- Beneficencia: promoción de beneficios educativos y minimización de posibles riesgos.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

- No maleficencia: prevención de cualquier situación que pueda afectar el bienestar de los estudiantes.
- Justicia: participación equitativa y trato igualitario para todos los integrantes de la muestra.
- Confidencialidad: protección y manejo responsable de la información recolectada.

Aprobación ética

El proyecto es presentado ante las instancias académicas correspondientes de la institución educativa y del programa de maestría con el fin de garantizar que el proceso investigativo cumpla con los lineamientos éticos establecidos para investigaciones educativas con población escolar.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Medellín. (2020). *Medellín Territorio STEM+H: Marco estratégico y operativo*.
<https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-de-educacion/>.
- Arias, L., López, D., & Jiménez, C. (2024). El PRAE como estrategia de educación ambiental en colegios públicos. *Revista Colombiana de Educación Ambiental*.
https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-43812024000100063
- Atehortúa, J. (2025). *Crisis ambiental y civilizatoria: Tensiones entre crecimiento económico y sostenibilidad*. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/>.
- Atehortúa, M. (2025). *Estrategia educativa para la gestión de residuos sólidos en instituciones rurales de Boyacá* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co>
- Botella, H., Hurtado, V., & Cantó, J. (2017). Los huertos escolares como recurso pedagógico: Hacia el desarrollo de las competencias. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(2), 7–18.
<https://doi.org/10.6018/reifop.20.1.286171>
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
<https://www.nsta.org/book/case-stem-education>.
- Bybee, R. W. (2021). *STEM education: A 21st-century approach to learning*. Springer.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-78892-2>
- Cabero, J., & Llorente, M. C. (2020). Recursos didácticos digitales y aprendizaje significativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 84(1), 55–70.
<https://doi.org/10.35362/rie84.1.2020>



- CEPAL. (2020). *Metadatos y descripción de recursos digitales para la educación*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/45223-metadatos-descripcion-recursos-digitales-la-educacion>.
- Chinchilla, J. (2016). *Educación ambiental y prácticas pedagógicas en contextos escolares*. Editorial Académica. <https://editorialacademica.com>
- Chinchilla, Z. (2016). *Recursos Educativos Digitales*. Centro de Educación Virtual UDES.
<https://aulavirtual-eww.cvudes.edu.co/publico/lems/L.000.011.EAM/librov2.html>.
- Churio Romero, J. J., & Narváez Mejía, J. E. (2022). Economía circular: un modelo hacia el desarrollo sostenible a nivel de la educación básica. *Actividad Física y Ciencias*, 14(3).
<https://doi.org/10.56219/actividadfsicaycienciasphysicalactivityandscience.v14i3.1003>
- Colegio de Boyacá. (s.f.). *PRAE “ECOFILIA” Proyecto Ambiental Escolar*. Tunja, Boyacá, Colombia. <https://colboy.edu.co>
- Colombia Aprende. (2023). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*. Ministerio de Educación Nacional.
<https://colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3.^a ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/designing-and-conducting-mixed-methods-research/book241842>
- Domènech-Casal, J. (2020). *Aprendizaje Basado en Proyectos y STEM: Una guía práctica*. Editorial Graó. <https://www.grao.com/es/producto/aprendizaje-basado-en-proyectos-y-stem-9788418058226>.
- Escutia, P. (2009). *El huerto escolar ecológico: Una herramienta educativa para el siglo XXI*. Graó. <https://www.grao.com>



Fundación Ellen MacArthur. (2017). *¿Qué es la economía circular?*

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>.

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

Gobernación de Boyacá. (2024). *Educación ambiental en los territorios*.

<https://www.boyaca.gov.co/gobierno-de-boyaca-avanza-en-la-implementacion-de-la-educacion-ambiental-en-los-territorios/>

Gómez, N., & Rojas, C. (2023). Implementación de ABP en ciencias naturales en colegios de Tunja. *Revista Ciencia Latina*.

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/16092>

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2014). *The action research planner*. Springer.

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-4560-67-2>

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

Leff, E. (2002). *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder*.

Siglo XXI Editores. <https://www.sigloxxieditores.com.mx>

Leff, E. (2021). *Ecología política: de la deconstrucción del capital a la territorialización de la vida*. Siglo XXI Editores. https://www.sigloxxieditores.com.mx/libro/ecologia-politica_51119/.

Loureiro, C. F. B. (2004). *Educação ambiental transformadora*. Cortez Editora.

<https://www.cortezeditora.com.br>

Martínez, R. (2020). *Educación ambiental crítica y cultura ambiental en el siglo XXI*. Revista de Innovación Pedagógica. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554321>.



Martínez, R. (2020). *Educación ambiental crítica y transformación social*. Editorial Ecoe.

<https://www.ecoediciones.com>

Mateos, L., Fernández, P., & Ruiz, D. (2022). Talleres STEM y desarrollo sostenible en educación básica. *Revista Internacional de Educación STEM*, 5(2), 50–66.

<https://revistas.internacionalstem.org>

Mesa, A. (2024). Educación ambiental y desarrollo sostenible en instituciones educativas colombianas. *Revista de Educación Ambiental*.

<https://revistas.educacionambiental.org>

Mesa, J. (2024). *Objetos Virtuales de Aprendizaje y su impacto en la autonomía del estudiante*.

<https://revistaseug.ugr.es/index.php/eticanet>.

Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Ruta STEM: Innovación educativa para la transformación*. <https://www.mineduacion.gov.co>

Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Visión STEM+: Educación expandida para la vida*. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf

Ministerio TIC. (2022). *Formación Ruta STEM docente*.

<https://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-210637.html>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/es/goals>.

ONU. (2023). *Informe sobre desarrollo sostenible y cambio climático*.

<https://www.un.org/es/climatechange>

Padilla, L., & Rojas, C. (2025). *Estrategias pedagógicas para la sostenibilidad en educación básica*. Editorial Universitaria. <https://editorialuniversitaria.edu.co>



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.

<https://www.jstor.org/stable/j.ctt13x0pxx>.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*.

<https://www.iteea.org/STEMmania.aspx>.

Sterling, S. (2017). *Transformative Education for Sustainable Development*. Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9781315629162>.

UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap for 2030*.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370215>

UNESCO. (2021). *Education for sustainable development: A roadmap (ESD for 2030)*.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>

UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381>.

UNESCO. (2023). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo: La tecnología en la educación*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147>.

UNESCO. (2025). *Reimagining education for sustainability*. <https://www.unesco.org>

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2023). *Informe sobre prácticas STEM en educación básica*. <https://www.uptc.edu.co>



Anexos

Anexo 1 Encuesta Diagnóstica.

Enlace:

<https://docs.google.com/forms/d/1ueR0c4aPqQyNvjqHMPGtGUM4ASfPXjhVdVqtCmZmZuo/edit>

8/4/26, 18:15

ENCUESTA DIAGNÓSTICA Desarrollo Sostenible y Conciencia Ambiental Grado Sexto – Colegio de Boyacá (Tunja)

ENCUESTA DIAGNÓSTICA

Desarrollo Sostenible y Conciencia Ambiental Grado Sexto – Colegio de Boyacá (Tunja)

Objetivo: Reconocer el nivel de conocimiento acerca del desarrollo sostenible y la conciencia ambiental de estudiantes de grado sexto del colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja.

INSTRUCCIONES PARA EL ESTUDIANTE

Lee cada situación y selecciona la opción que mejor describa lo que harías o piensas.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. Edad *

2. Curso *

3. Género *

Marca solo un óvalo.

☐ Femenino

☐ Masculino



Anexo 2 Encuesta Evaluadores

Enlace:

https://docs.google.com/forms/d/1xqqmV_uAwdAsvKNobn3STxU0NHPIAbVnK0akHbnGISC/edit

7/5/26, 19:14

Evaluación de la Intervención Eco-Líderes de Boyacá

Evaluación de la Intervención Eco-Líderes de Boyacá

Objetivo: Valorar la calidad pedagógica de la intervención educativa para identificar fortalezas y aspectos por mejorar.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Por favor, evalúe los siguientes criterios según su nivel de cumplimiento, donde:

1 = Bajo | 2 = Bajo-Medio | 3 = Medio | 4 = Medio-Alto | 5 = Alto

Por favor, además de seleccionar una opción, justifique su respuesta en cada pregunta para comprender mejor su percepción.

1. 1. Coherencia con STEM/ABP *

¿En qué medida la intervención educativa integra las áreas STEM dentro de un proyecto real?

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2. Explique por qué considera que la integración STEM es de ese nivel. *



Anexo 3 Guías de Trabajo

Anexo A

Sesión 1: Detectives del Ecosistema: El Misterio de los Ciclos Perdidos

Sesión 1: Detectives del Ecosistema: El Misterio de los Ciclos Perdidos

Título: Detectives del Ecosistema: El Misterio de los Ciclos Perdidos			
Nivel educativo	Grado Sexto	Duración	2 horas
Área integradora	Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Enfoque pedagógico	Indagación científica y Aprendizaje por descubrimiento
Propósito formativo Identificar los residuos presentes en el entorno escolar para reconocer su impacto en el ecosistema y su potencial de aprovechamiento como recursos dentro de la economía circular.			
Pregunta orientadora ¿Qué residuos se generan en nuestro entorno escolar y cómo pueden afectar el equilibrio del humedal La Cabaña o transformarse en recursos útiles desde la economía circular?			
Saberes previos	Diferencia entre basura y residuo; tipos de materiales (plástico, papel)	Competencias integradas STEM	Científica: Clasifica materiales según su origen, tiempo de degradación e impacto ambiental.
Materiales y recursos Guantes, bolsas, lupas y guías de campo			
Estructura de la secuencia Fase de Indagación: Reconocimiento de la realidad ambiental local,			
Estrategia didáctica STEM	Expedición de campo "Ruta del Residuo" por humedal la Cabaña.	Evidencias de aprendizaje	Inventario físico y técnico de materiales identificados (insumo para S2)
Enfoque de evaluación	Formativa: Desempeño en la observación y	Indicadores básicos de logro	Identificar 5 tipos de residuos y justificar su impacto en el ecosistema



	rigor en el registro científico		
Instrumentos sugeridos			
Matriz de Caracterización de Residuos: Registro técnico de tipo, origen y nivel de degradación,			
Momentos			
Momento inicial:	Se propicia una conversación guiada sobre la finitud de los recursos naturales, el impacto del consumo humano y la diferencia entre basura y residuo. A partir de ejemplos cercanos al contexto escolar, los estudiantes reflexionan sobre los rastros que dejan sus prácticas cotidianas y su posible efecto en el humedal La Cabaña. Luego se presenta la misión detectivesca como una experiencia de indagación, en la que cada equipo asumirá el reto de observar, identificar y registrar residuos para comprender su impacto y su posible aprovechamiento dentro de la economía circular.		
Momento intermedio:	Los estudiantes realizan una salida de observación por el entorno escolar y, si es posible, por un área cercana relacionada con el humedal La Cabaña, con el propósito de identificar residuos presentes en el contexto. Durante el recorrido clasifican los materiales encontrados, describen sus características, infieren su posible origen y registran en la matriz de caracterización información sobre tipo de residuo, frecuencia, tiempo estimado de degradación, impacto ambiental y posibilidades de reutilización. Este momento fortalece la observación científica, el trabajo colaborativo y la comprensión del entorno como espacio de aprendizaje.		
Momento final:	Los equipos socializan la información registrada, comparan los residuos identificados y reconocen cuáles tienen mayor presencia en el entorno escolar, cuáles generan mayor afectación al ecosistema y cuáles podrían transformarse o reutilizarse como recursos. A partir de esta puesta en común, elaboran conclusiones iniciales sobre la relación entre residuos, ambiente y economía circular, dejando definidos los materiales con mayor potencial para ser retomados en la Sesión 2. Como cierre, realizan una coevaluación breve sobre la participación, el trabajo colaborativo y el rigor en la observación y el registro.		



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Podcasts:



¡Escanéeme!

<https://scanned.page/p/4oBgOU>



Anexo B

Sesión 2: Eco-Contadores: Revelando el Valor Oculto de la Tierra

Sesión 2: Eco-Contadores: Revelando el Valor Oculto de la Tierra

Título: Eco-Contadores: Revelando el Valor Oculto de la Tierra			
Nivel educativo	Grado Sexto	Duración	2 horas
Área integradora	Matemáticas	Enfoque pedagógico	Análisis de datos y modelación matemática,
Propósito formativo Cuantificar el impacto del consumo escolar mediante cálculos de ahorro y costo para justificar soluciones sostenibles.			
Pregunta orientadora ¿Qué valor económico y ambiental recuperamos al cerrar el ciclo de un residuo escolar?			
Saberes previos	Operaciones básicas y lectura de gráficos	Competencias integradas STEM	Matemática: Determina variables, estima materiales y calcula costos y proyecciones de ahorro.
Materiales y recursos Calculadoras, hojas de registro, inventario de la S1 y tablas de huella ambiental			
Estructura de la secuencia Fase de Análisis: Transformación de observaciones en datos cuantitativos.			
Estrategia didáctica STEM	Modelación matemática basada en el inventario real de la institución.	Evidencias de aprendizaje	Tablas de balance y gráficos que demuestran la viabilidad de la reutilización
Enfoque de evaluación	Objetiva: Precisión en los cálculos y coherencia en la interpretación de datos.	Indicadores básicos de logro	Calcula el costo ambiental del consumo del salón y proyecta metas de ahorro real
Instrumentos sugeridos Tabla de Balance de la Tierra: Matriz de operaciones de impacto y ahorro de recursos,			
Momentos			



Momento inicial:	Los estudiantes conforman los equipos de trabajo, revisan de manera colaborativa la Matriz de Caracterización elaborada en la Sesión 1 e identifican los materiales reciclables más frecuentes en el entorno escolar. A partir de este análisis, reconocen patrones de consumo, discuten problemáticas asociadas al manejo de residuos y establecen un punto de partida para la toma de decisiones en la actividad.
Momento intermedio:	Los estudiantes procesan la información recolectada para calcular el impacto del consumo mensual del salón, considerando la cantidad y tipo de residuos generados. Con base en estos datos, realizan estimaciones sobre el ahorro ambiental y material que podría lograrse mediante la reutilización, interpretan resultados y comparan alternativas de aprovechamiento de los materiales disponibles.
Momento final:	A partir del análisis de la información recolectada, los estudiantes seleccionan de manera argumentada el material que será transformado en el prototipo de la Sesión 3. Esta elección se sustenta en criterios de disponibilidad, funcionalidad, impacto ambiental, posibilidad de reutilización y pertinencia frente al propósito del proyecto. Como cierre, desarrollan una autoevaluación breve en la que reconocen su nivel de participación, el aporte realizado al equipo y los aspectos por fortalecer en el proceso de análisis y toma de decisiones.

- **Tabla de Balance de la Tierra / Guía de Trabajo:** Una matriz de operaciones matemáticas para cuantificar el impacto.
- **Cómo hacerlo:** Los estudiantes usan los datos de la Sesión 1 para calcular la cantidad de residuos que genera el salón mensualmente y estimar el "ahorro ambiental" (cuánto se deja de contaminar) si se reutilizan.



Tabla 1

Tabla de Balance de la Tierra

Tabla de Balance de la Tierra					
Matriz de Operaciones de Impacto y Ahorro de Recursos					
Nombre del estudiante					
Curso:					
Fecha:					
Material reciclable	Actividad observada en la escuela	Impacto ambiental identificado	Acción sostenible propuesta	Ahorro de recursos estimado	Reducción del impacto
Plástico	Uso de botellas desechables	Contaminación de suelos y agua	Uso de botellas reutilizables	Alto (≈80%)	Alto (≈70%)
Papel	Uso excesivo de hojas	Deforestación	Uso digital / reciclaje	Medio (≈60%)	Medio (≈50%)
Cartón	Empaques de alimentos	Generación de residuos	Reutilización / reciclaje	Medio (≈50%)	Medio (≈45%)
FÓRMULAS:					
1. AHORRO DE RECURSOS					
Ahorro= Antes – Después					
Cómo entenderlo:					
Antes = lo que se usaba o gastaba					
Después = lo que se usa ahora con cuidado					
Ahorro = lo que ya no se desperdicia					
Ejemplo:					
Antes: 10 hojas de papel					
Después: 4 hojas					
Ahorro = 10 – 4 = 6 hojas ahorradas					



2. REDUCCIÓN DEL IMPACTO

Reducción= Impacto antes – Impacto después Reducción

Cómo entenderlo:

Impacto antes = daño al planeta al inicio

Impacto después = daño después de mejorar

Reducción = cuánto bajó el daño

Ejemplo:

Antes: 10 puntos de daño

Después: 3 puntos

$10 - 3 = 7$ menos daño

Los equipos:

- Socializan sus resultados con el grupo.
- Comparan las diferentes propuestas.
- Reflexionan sobre cómo sus acciones pueden contribuir al cuidado del medio ambiente.

Finalmente, elaboran una conclusión grupal sobre la importancia de:

- Reducir el consumo.
- Reutilizar materiales.
- Reciclar adecuadamente.

Nota: Elaboración propia (2026).

- **Gráficos de Impacto:** Representaciones visuales de los datos recolectados.
- **Cómo hacerlo:** En el aula, los equipos transforman sus tablas de datos en gráficos (de barras o circulares) para comparar alternativas de aprovechamiento y tomar la decisión final sobre qué material transformarán en la siguiente sesión.

Recursos audiovisuales para hacer las Gráficas de barras

- **Gráficas de barras:**

<https://www.youtube.com/watch?v=J-IDNbXM2wE>

- **Gráfica circular:**

<https://www.youtube.com/watch?v=RBgtRte7r5w>



Anexo C

Sesión 3: Fábrica de Inventos: ¡Transformadores del Futuro!

Sesión 3: Fábrica de Inventos: ¡Transformadores del Futuro! Sesión 3: Fábrica de Inventos: ¡Transformadores del Futuro!

Título: Fábrica de Inventos: ¡Transformadores del Futuro!			
Nivel educativo	Grado Sexto	Duración	4 horas (Sesión Doble)
Área integradora	Ingeniería y Tecnología	Enfoque pedagógico	Ciclo de diseño de ingeniería y modelado sistémico.
Propósito formativo Construir un prototipo funcional y modelar digitalmente su flujo circular dentro del colegio.			
Pregunta orientadora ¿Cómo transformamos un residuo en un recurso útil mediante la tecnología y el diseño circular?			
Saberes previos	Uso de herramientas manuales, bocetado y plataformas digitales	Competencias integradas STEM	Ingeniería: Diseña y construye prototipos. Tecnología: Modela sistemas circulares digitalmente.
Materiales y recursos Residuos de la S1, herramientas de ensamble de diseño (dibujo-maqueta).			
Estructura de la secuencia Fase de Creación y Modelado: Materialización de la solución y representación sistémica,			
Estrategia didáctica STEM	Taller de prototipado físico y mapeo digital RDE (Residuo-Diseño-Entorno).	Evidencias de aprendizaje	Prototipo mínimo viable y mapa de flujo circular.
Enfoque de evaluación	Rúbrica: Funcionalidad, creatividad y coherencia del modelo sistémico.	Indicadores básicos de logro	Crea un objeto útil funcional y representa su ciclo de



vida en una
herramienta digital.

Instrumentos sugeridos

Rúbrica de Prototipado y Mapa RDE: Evaluación de utilidad, factibilidad y sostenibilidad,

Momentos

Momento inicial:

Los estudiantes elaboran bocetos del producto que desean construir, teniendo en cuenta la necesidad identificada en el colegio y las características del material seleccionado en sesiones anteriores. En este proceso definen medidas exactas, forma, funcionalidad y posibles usos del objeto, de manera que el diseño responda de forma pertinente al problema planteado. Este momento favorece la creatividad, la aplicación de conocimientos matemáticos y la anticipación de decisiones necesarias para la construcción.

1. Escena en el aula

Estudiantes de sexto en un aula escolar diseñando bocetos para una huerta escolar sostenible. Están dibujando en cuadernos diseños de macetas hechas con botellas plásticas, envases, tapas y bolsas recicladas. Los bocetos muestran medidas exactas, formas, funcionalidad y usos. Ambiente educativo, trabajo en equipo, creatividad, economía circular y bionegocio.

Figura 1

Estudiantes trabajando en una huerta escolar sostenible.



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.



2. Enfoque en bocetos

Desarrollar en los cuadernos con bocetos detallados de productos para huerta escolar hechos con materiales reciclados (botellas, tapas, bolsas, vasos). Los dibujos incluyen medidas, etiquetas y notas sobre funcionalidad y uso. Manos de estudiantes trabajando. Estilo educativo, técnico pero creativo, enfocado en diseño y matemáticas aplicadas.

Figura 2.

Presentación de sistemas de cultivo escolar.



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.

Momento intermedio:

Los estudiantes fabrican el producto a partir del boceto elaborado, poniendo en práctica habilidades de medición, organización, manipulación de materiales y trabajo colaborativo. Durante esta fase registran el proceso seguido, los materiales utilizados, las dificultades encontradas y las soluciones implementadas, con el fin de evidenciar el desarrollo del prototipo y reflexionar sobre la experiencia de creación.

3. Proceso completo

Forman Grupos de estudiantes diseñando y planificando una huerta escolar con materiales reciclados. Incluye bocetos, reglas, cálculos matemáticos y prototipos hechos con botellas plásticas. Representa creatividad, resolución de problemas, economía circular y bionegocio.



Figura 3.

Diseño de soluciones para una huerta escolar sostenible.



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.

Momento final:

Los estudiantes evalúan la funcionalidad del objeto construido, verificando si responde a la necesidad identificada y si cumple con las condiciones previstas en el diseño inicial. A partir de esta prueba se realizan ajustes finales para mejorar su utilidad, estabilidad o presentación. Como cierre, desarrollan una autoevaluación breve en la que valoran su participación, el cumplimiento de su rol y el aporte realizado en el diseño, construcción y mejora del producto.

4. Resultado + diseño

Estudiantes mostrando bocetos junto a una huerta vertical construida con botellas recicladas. Se ven planos con medidas exactas, formas y usos del objeto. Representa aprendizaje, sostenibilidad, innovación y economía circular en contexto escolar.

Ponen en práctica la educación STEM

1. Generando cálculos matemáticos.
2. Recolección de materiales (cantidad- clase – uso – manejo).
3. Verificando condiciones ambientales (clima – ambiente – porosidad – sustrato)
Conciencia ambiental.
4. Observación de los cambios biológicos (crecimiento – foliación – clasificación – simbiosis).
5. Registrar diario campo.



6. Manejo de cálculos – crecimiento – humedad – temperatura.
7. Crear prototipos – diseño propio – auténticos.
8. Venta de productos (economía circular – economía familiar – apropiación del territorio – relevo generacional – emprendimiento de la mujer – crecimiento territorial).

Figura 4.

Proceso de diseño de soluciones ecológicas en estudiantes.



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.



Figura 5.

Modelo EcoCanvas para proyectos sostenibles.



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.



Figura 6.

EcoCanvas aplicado a un modelo de negocio sostenible.



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.

!Recuerda qué!

Proceso educativo donde los estudiantes han diseñado soluciones para huerta escolar con materiales reciclados.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Siguiendo los pasos:

1. Identificación del problema.
2. Bocetos con medidas exactas.
3. selección de materiales (botellas, envases, tapas, bolsas, vasos),
4. Diseño del producto.
5. Construcción y uso en huerta.
6. Estilo claro, colorido, con iconos, flechas y títulos.
7. Venta productos: economía circular, bionegocio.
8. Conciencia ambiental.



Anexo D

Sesión 4: Cumbre de Eco-Líderes: Nuestra Propuesta para Tunja

Sesión 4: Cumbre de Eco-Líderes: Nuestra Propuesta para Tunja

Título: Cumbre de Eco-Líderes: Nuestra Propuesta para Tunja			
Nivel educativo	Grado Sexto	Duración	2 horas
Área integradora	Integración STEM y Lenguaje	Enfoque pedagógico	Comunicación científica y validación de soluciones,
Propósito formativo Sustentar la propuesta de valor del bionegocio circular y asumir compromisos de sostenibilidad.			
Pregunta orientadora ¿Cómo lideramos el cambio hacia una cultura de responsabilidad compartida en nuestra comunidad educativa?			
Saberes previos	Estructura de un discurso argumentativo y manejo de presentaciones	Competencias integradas STEM	Integración: Comunica resultados mediante evidencia científica, matemática y técnica,
Materiales y recursos Stand, prototipos finales, presentaciones digitales y banners			
Estructura de la secuencia Fase de Validación: Consolidación del estudiante como agente de cambio,			
Estrategia didáctica STEM	Feria de Innovación Circular con presentaciones tipo Pitch (3 a 5 minutos).	Evidencias de aprendizaje	Sustentación oral del proyecto y decálogo de compromisos firmado
Enfoque de evaluación	Integral y metacognitiva: Evalúa la capacidad de influir positivamente en el entorno.	Indicadores básicos de logro	Argumenta con datos la viabilidad de su propuesta y asume hábitos de consumo responsable
Instrumentos sugeridos Rúbrica de Pitch y Diario Reflexivo de Compromisos: Evaluación de comunicación e impacto social.			



Momentos

Momento inicial:

Los estudiantes realizan el ensayo final del pitch, organizando de manera clara y convincente la presentación de su producto. En esta preparación destacan el ahorro ambiental proyectado a partir de la reutilización de materiales trabajado en la Sesión 2, así como los aspectos de diseño, funcionalidad e innovación desarrollados en la Sesión 3. Este momento permite afianzar la expresión oral, la argumentación y la apropiación del sentido sostenible del proyecto.

Momento intermedio:

En el marco de una feria escolar, los estudiantes presentan sus productos a la comunidad educativa como propuestas de microemprendimiento sostenible. Durante la exposición explican el problema identificado, el proceso de transformación del material, los beneficios ambientales de la reutilización y el valor funcional de su diseño. Este espacio favorece la comunicación de aprendizajes, la valoración del trabajo realizado y el reconocimiento de alternativas responsables frente al consumo y el manejo de residuos.

Momento final:

Como cierre de la experiencia, los estudiantes reflexionan sobre lo aprendido durante el proyecto, reconociendo los cambios en su percepción sobre el uso de los recursos, la reutilización de materiales y el cuidado del entorno. A partir de esta reflexión, consignan en el diario reflexivo compromisos personales y colectivos orientados al fortalecimiento de prácticas sostenibles en su contexto escolar y cotidiano. Finalmente, desarrollan una autoevaluación en la que valoran su nivel de conciencia ambiental, su participación en el proceso y los aprendizajes construidos a lo largo de la experiencia.

Actividad: Cumbre de Eco-Líderes: Nuestra Propuesta para Tunja

- **Propósito (enfocado al EcoCanvas)**

Construir y sustentar un modelo de negocio circular usando el EcoCanvas, identificando problema, solución, impacto ambiental y social.

Orientación EcoCanvas: Este gráfico guía al grupo de trabajo para crear el proyecto paso a paso: identifica un problema, propone una solución y usa materiales reciclables, mientras organizan sus ideas en cada bloque. También les ayuda a definir a quién va dirigido el proyecto, qué necesitan y cómo lo presentarán ante las demás personas preparándose para explicar la idea y el impacto socio ambiental final.



Figura 7.

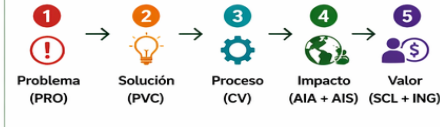
Orientación para el ejercicio para el llenado de EcoCanvas.

TRABAJO CENTRAL: LLENADO DEL ECOCANVAS
Los estudiantes desarrollan su proyecto llenando cada bloque del EcoCanvas así:

**ECOCANVAS**
— DISEÑA TU PROYECTO SOSTENIBLE —

Nombre del proyecto: _____ Fecha: _____
Equipo: _____

1 ANTICIPACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL (AIA)  ¿Qué problema ambiental están ayudando a reducir? Ejemplos: - Contaminación por plásticos - Exceso de residuos en el colegio	2 CADENA DE VALOR CIRCULAR (CV)  ¿De dónde obtienen los materiales? • _____ ¿Cómo los reutilizan? • _____ ¿Qué pasa con el producto al final de su vida? • _____	3 PROBLEMA / NECESIDAD (PRO)  ¿Qué problema identificaron? Ejemplo: "Hay mucho plástico que no se recicla en la escuela" • _____ • _____ • _____	4 PROPUESTA ÚNICA DE VALOR (PVC)  ¿Qué crearon? • _____ ¿Por qué es diferente? • _____ Ejemplo: "Un portalápiz hecho con botellas recicladas" • _____
5 RELACIÓN CON CLIENTES (REL)  ¿Cómo se conectan con las personas? Ejemplos: - Redes sociales - Venta en ferias escolares • _____ • _____	6 SEGMENTO DE CLIENTES (SCL)  ¿Quién usaría su producto? Ejemplos: - Estudiantes - Docentes - Familias • _____ • _____	7 ANTICIPACIÓN E IMPACTO SOCIAL (AIS)  ¿Cómo ayuda a la comunidad? Ejemplos: - Genera conciencia ambiental - Promueve el reciclaje • _____ • _____	8 RECURSOS CLAVE (REC)  - Materiales reciclados - Herramientas - Tiempo y trabajo en equipo • _____ • _____
9 COMUNICACIÓN Y VENTA (CMV)  ¿Cómo lo van a vender? Ejemplos: - Feria escolar - Presentación tipo pitch • _____ • _____	10 ESTRUCTURA DE COSTOS (COS)  ¿Qué necesitan invertir? Ejemplos: - Pegante - Pintura - Transporte • _____ • _____	11 FLUJO DE INGRESOS (ING)  ¿Cómo obtienen dinero? Ejemplo: Venta del producto • _____ • _____	12 MODELO DE NEGOCIO CIRCULAR (CRC)  Explican cómo su proyecto: - Reduce residuos - Reutiliza materiales - Cuida el ambiente • _____ • _____

INTEGRACIÓN CON EL PITCH (3–5 MINUTOS)


MOMENTOS DE LA CLASE (AJUSTADOS)

- Momento inicial**
 - Explicar el EcoCanvas
 - Ejemplo guiado sencillo
- Momento intermedio**
 - Equipos llenan su EcoCanvas
 - Preparan su pitch con base en el formato
- Momento final**
 - Presentación tipo feria
 - Evaluación con rúbrica
 - Reflexión (diario)

EVALUACIÓN (ENFOCADA AL ECOCANVAS)

- ✓ Claridad del problema
- ✓ Creatividad de la solución
- ✓ Uso del modelo circular
- ✓ Impacto ambiental y social
- ✓ Presentación del pitch

☆☆☆☆☆

★ VALOR AGREGADO

- ✓ Los estudiantes piensan como emprendedores
- ✓ Integran sostenibilidad real
- ✓ Organizan mejor sus ideas
- ✓ El proyecto se vuelve más visual y claro



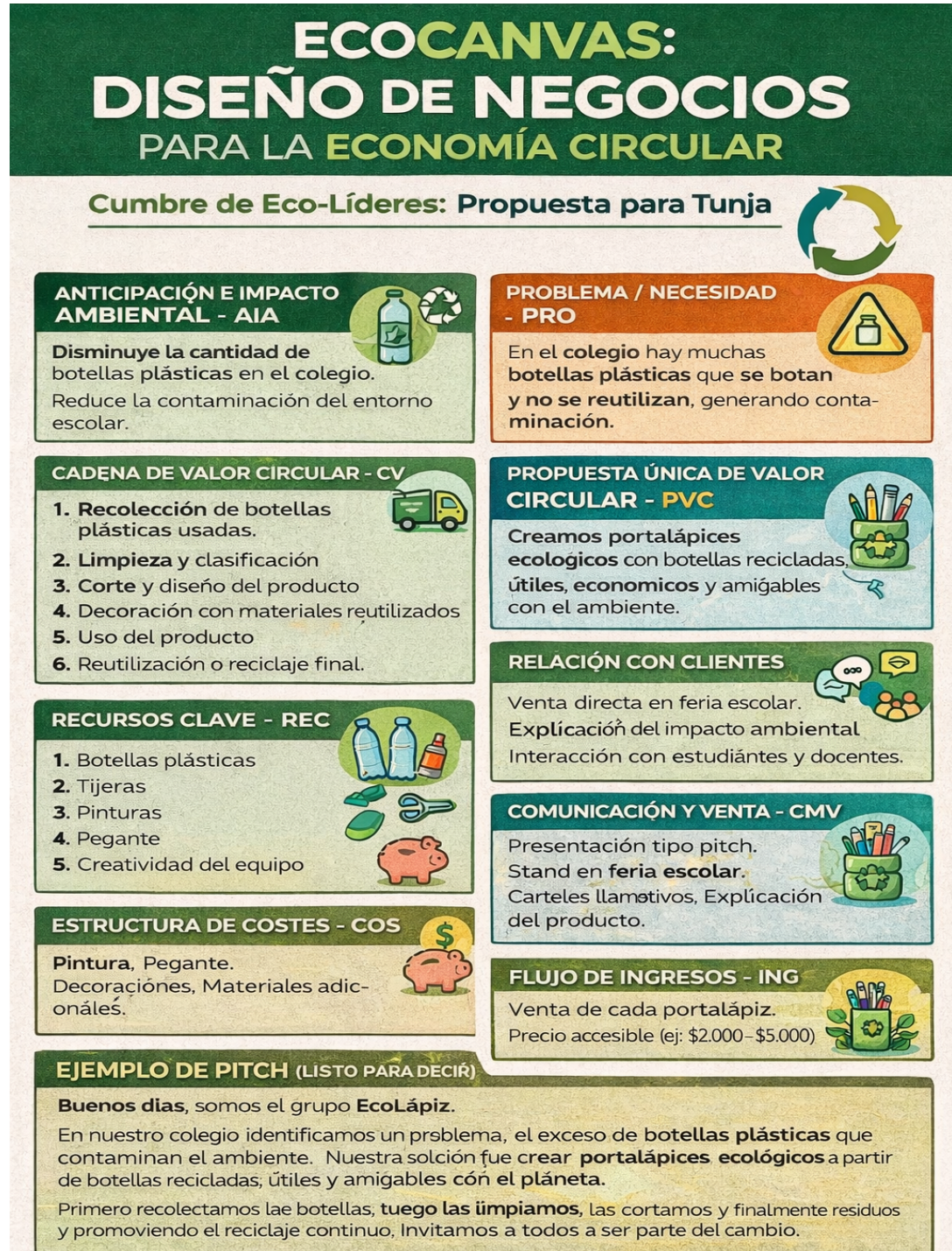
Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026.



Ejemplo de resultado

Figura 8.

EcoCanvas: diseño de negocios para la economía circular



Nota. Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026



Anexo E

Actividad propuesta - Sesión 1 · Economía circular y cuidado del entorno escolar

Actividad propuesta - Sesión 1 · Economía circular y cuidado del entorno escolar

Ruta del residuo: detectives del ecosistema escolar

Propósito de la actividad	Identificar los residuos presentes en el entorno escolar para reconocer su impacto en el ecosistema y su potencial de aprovechamiento como recursos dentro de la economía circular.
Pregunta orientadora	¿Qué residuos se generan en nuestro entorno escolar y cómo pueden afectar el equilibrio del humedal La Cabaña o transformarse en recursos útiles desde la economía circular?
Área / grado sugerido	Ciencias Naturales y Educación Ambiental - Grado sexto

Inicio

El docente da apertura a la sesión mediante una conversación guiada sobre la finitud de los recursos naturales, el impacto de los residuos en el ambiente y la diferencia entre basura y residuo. A partir de preguntas problematizadoras, motiva a los estudiantes a reflexionar sobre los rastros que dejan las acciones humanas en el entorno escolar y su relación con el equilibrio del humedal La Cabaña. Posteriormente, presenta la misión de la sesión, en la que los estudiantes asumirán el rol de detectives del ecosistema para identificar, observar y registrar residuos presentes en diferentes espacios de la institución educativa.

Desarrollo

Los estudiantes se organizan en equipos de trabajo y asumen roles para facilitar la participación y la responsabilidad compartida. Luego realizan un recorrido guiado por el entorno escolar para observar e identificar residuos presentes en distintos espacios. Durante la exploración, diligencian la matriz de caracterización, registrando información relacionada con el tipo de residuo, material, lugar de hallazgo, posible origen, frecuencia, impacto ambiental y potencial de reutilización. Al regresar al aula, cada equipo analiza la información recopilada, identifica los residuos más frecuentes y reconoce cuáles pueden generar mayor afectación al ecosistema. A su vez, reflexiona



sobre cuáles de estos materiales podrían ser reutilizados o transformados como recursos en el marco de la economía circular.

Cierre

Cada equipo socializa sus hallazgos ante el grupo, explicando los residuos identificados, su posible impacto en el entorno y las oportunidades de aprovechamiento encontradas. Con la orientación del docente, se construyen conclusiones colectivas sobre la importancia de reconocer los residuos no solo como desechos, sino también como materiales que pueden reincorporarse en nuevas dinámicas de uso. Como cierre reflexivo, los estudiantes responden una breve autoevaluación o coevaluación sobre su participación, el trabajo colaborativo y los aprendizajes alcanzados durante la actividad.

Recursos

- Matriz de caracterización de residuos
- Lápices y colores
- Guantes
- Bolsas o recipientes de apoyo
- Tabla de apoyo para escribir
- Carteles o guía de clasificación de materiales

Evidencia y criterios de valoración

Evidencia de aprendizaje	Criterios de valoración
Matriz de caracterización de residuos diligenciada por equipo y socialización de hallazgos sobre el impacto y potencial de aprovechamiento de los materiales identificados.	• Identifica residuos presentes en el entorno escolar. • Clasifica los residuos según sus características. • Reconoce su posible impacto ambiental. • Propone alternativas básicas de reutilización o aprovechamiento. • Participa activamente en el trabajo colaborativo.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Cierre reflexivo sugerido

Pregunta de salida: ¿Qué residuos encontramos con mayor frecuencia en el entorno escolar y cómo podrían aprovecharse para reducir su impacto en el ambiente?



Anexo F

Actividad Sesión 1 (Misión Detectives del Ecosistema “El misterio de los residuos perdidos”)

Actividad Sesión 1

SESIÓN 1: Misión Detectives del Ecosistema	“El misterio de los residuos perdidos”
---	--

Misión Te has convertido en un detective ambiental Tu reto es descubrir	¿Qué residuos hay en tu colegio? ¿Cómo afectan al humedal La Cabaña? ¿Cómo podemos convertirlos en recursos útiles?
Nivel 1: Activación (Antes de salir) Pregunta secreta ¿La basura y los residuos son lo mismo?	Mini reto Marca la respuesta correcta: ☐ Son lo mismo ☐ No son lo mismo Luego escribe un ejemplo de cada uno: Basura: _____ Residuo: _____
Nivel 2: Expedición “Ruta del Residuo”	Saldrás con tu equipo a explorar el entorno escolar
Kit del detective	Guantes Lápiz Hoja de registro Ojos de científico
Reto principal	Encuentra al menos 5 residuos diferentes Por cada residuo completa: Residuo Lugar Material ¿De dónde viene? Impacto ¿Se puede reutilizar?



Tabla de registro					
Residuo	Lugar	Material	¿de dónde viene?	Impacto	Se puede reutilizar?
Ejemplo:			Botella plástica Patio Plástico Bebidas Contamina agua Sí, macetas		
Bonus STEM			Elige 1 residuo y responde: ¿Cuánto crees que tarda en degradarse? ☐ Días ☐ Meses ☐ Años ☐ Siglos Explica ¿por qué?: _____ _____ _____		
Nivel 3: Análisis en equipo			¿Cuál residuo apareció más veces? _____ _____ _____ ¿Cuál causa más daño al ambiente? _____ _____ _____ ¿Cuál puede convertirse en algo útil? _____		



Nivel 4: Reto de Ingeniería (STEM) Diseña una solución.	“¿Cómo podemos reutilizar uno de los residuos encontrados?” Ejemplo: Botellas → huerta vertical Papel → cuaderno reciclado Dibuja tu idea aquí:
Nivel 5: Socialización	Cada equipo presenta: “Nuestro residuo más problemático es...” “Su impacto es...” “Nuestra solución es...”
Nivel Final: Compromiso ecológico	Escribe tu promesa: “Desde hoy cuidaré el ambiente haciendo...”



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Autoevaluación rápida	<table><thead><tr><th>Pregunta</th><th>Sí</th><th>A veces</th></tr></thead><tbody><tr><td>No</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Participé en la misión</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>☐</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Trabajé en equipo</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>☐ Propuse ideas</td><td></td><td>☐</td></tr><tr><td>☐</td><td></td><td>☐</td></tr></tbody></table>	Pregunta	Sí	A veces	No			Participé en la misión	☐	☐	☐			Trabajé en equipo	☐	☐	☐ Propuse ideas		☐	☐		☐
Pregunta	Sí	A veces																				
No																						
Participé en la misión	☐	☐																				
☐																						
Trabajé en equipo	☐	☐																				
☐ Propuse ideas		☐																				
☐		☐																				
Ticket de salida	¿Qué residuo encontraste más y cómo se puede aprovechar?																					



Anexo G

Actividad Sesión 2 (Eco-Contadores “Revelando el valor oculto de los residuos”

Actividad Sesión 2

SESIÓN 2: Eco-Contadores	“Revelando el valor oculto de los residuos”
---------------------------------	---

Misión Ahora eres un Eco-Contador Tu reto es descubrir.	¿Cuánto contaminamos? ¿Cuánto podemos ahorrar? ¿Qué residuo vale más reutilizar?
Nivel 1: Activación	Observa los datos de la sesión anterior (Detectives del Ecosistema)
Pregunta inicial	¿Qué residuo encontramos más en nuestro colegio? Escribe:



Piensa qué...	¿Ese residuo se puede reutilizar? ¿Cómo? _____ _____ _____ _____
Nivel 2: Analiza tus datos	Usa la información recolectada en la sesión anterior.
Tabla de datos	
Residuo	Cantidad encontrada
Nivel 3: Matemática en acción (STEM)	Ahora calcula: Si en 1 día encontramos: _____ residuos En 1 semana (x5 días): _____ En 1 mes (x20 días): _____
Pregunta clave	¿Cuántos residuos produce tu salón en un mes?
Nivel 4: Ahorro ambiental	Imagina que reutilizamos esos residuos:
Respuesta	¿Cuántos residuos evitamos contaminar? Escribe: _____ _____ _____ _____



Beneficio	¿Qué beneficio trae al ambiente? ☐ Menos basura ☐ Menos contaminación ☐ Ahorro de recursos
Nivel 5: Representa tus datos	Elige un tipo de gráfico: Gráfico de barras Gráfico circular Dibuja aquí tu gráfico:
Nivel 6: Toma de decisiones	Ahora piensa como ingeniero: ¿Qué residuo deberíamos reutilizar? ¿Por qué? ● Es abundante ● Es fácil de reutilizar ● Reduce impacto ambiental
Nivel 7: Decisión final (STEM completo)	Elige el material para el próximo reto: Nuestro equipo eligió: Lo transformaremos en:



Nivel 8: Socialización	Presenta: Datos Impacto Decisión			
Autoevaluación	Pregunta		Sí	A veces No
	Participé en los cálculos	Entendí los	☐	☐
	datos	Aporté ideas	☐	
			☐	☐
			☐	
			☐	☐

Anexo H

Actividad Sesión 3 (Fábrica de Inventos “Transformadores del futuro”)

Actividad Sesión 3

Sesion 3: Fábrica de Inventos	“Transformadores del futuro”
-------------------------------	------------------------------

Misión Ahora eres un ingeniero ambiental tu reto es.	Convertir un residuo en un objeto útil Diseñar, construir y mejorar tu invento Pensar cómo ayuda al planeta
---	---



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Nivel 1: Diseña tu invento (Boceto)	Antes de construir... ¡piensa como ingeniero! ¿Qué vas a crear? ¿Qué residuo usarás? ¿Para qué servirá?
Dibujo	Dibuja tu idea Incluye: Forma Medidas Materiales Espacio para dibujo:
Nivel 2: Planea tu construcción	Completa: Material Cantidad Uso Ejemplo: Botellas 3 Base de maceta



Nivel 3: Construcción (Manos a la obra)	Ahora construye tu prototipo Durante el proceso responde: ¿Qué hiciste primero? ¿Qué dificultad encontraste? ¿Cómo la solucionaste?
Nivel 4: Prueba tu invento	Evalúa tu prototipo: ¿Funciona? ¿Es resistente? ¿Cumple su propósito? Escribe:
Nivel 5: Mejora tu diseño	Todo ingeniero mejora su invento ¿Qué cambiarías? ¿Cómo lo mejorarías?
Nivel 6: Pensamiento STEM	¿Cómo ayuda tu invento al ambiente?



	☐ Reduce residuos ☐ Reutiliza materiales ☐ Cuida el ecosistema Explica: _____ _____	
Nivel 7: Ciclo de vida (Economía circular)	Dibuja el recorrido de tu invento: Residuo → Diseño → Uso → Reutilización Espacio: _____ _____ _____	
Nivel 8: Presenta tu invento	Explica a tu grupo: ¿Qué construiste? ¿Qué problema soluciona? ¿Cómo ayuda al ambiente?	
Nivel 9: Idea de emprendimiento	¿Podrías vender tu invento? ☐ Sí ☐ No ¿Quién lo usaría? _____ _____	
Autoevaluación	Pregunta	Sí A veces
	No Diseñé mi prototipo	☐
	Trabajé en equipo	☐
	Propuse soluciones	



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

		☐ ☐ ☐ ☐
Ticket de salida	¿Qué aprendiste al transformar un residuo en un recurso? _____ _____ _____ _____	

Anexo I

Actividad Sesión 4 (Cumbre de Eco-Líderes “Nuestra propuesta para cambiar el mundo”)

Actividad Sesión 4



SESIÓN 4: Cumbre de Eco-Líderes	“Nuestra propuesta para cambiar el mundo”
--	---

Misión Ahora eres un Eco-emprendedor Tu reto es:	Crear una idea que ayude al planeta Convertirla en un mini negocio ecológico Presentarla como un verdadero líder
Nivel 1: Detecta el problema	Piensa en tu colegio: ¿Qué problema ambiental quieres solucionar? Ejemplos: Mucho plástico Basura en patios Escribe:
Nivel 2: Tu gran idea	¿Qué vas a crear? Producto o solución: ¿Por qué es diferente?
Nivel 3: Ciclo ecológico	Explica cómo funciona tu idea: ¿De dónde vienen los materiales? ¿Cómo los reutilizas? ¿Qué pasa después de usar tu producto?



Nivel 4: Impacto	Piensa en el planeta y las personas: ¿Cómo ayudas al ambiente? ☐ Reduce residuos ☐ Reutiliza materiales ☐ Disminuye contaminación ¿Cómo ayudas a las personas?
Nivel 5: ¿Quién lo usaría?	Tus clientes: ☐ Estudiantes ☐ Docentes ☐ Familias Otros:
Nivel 6: Cómo lo vas a mostrar	¿Cómo darás a conocer tu idea? ☐ Feria escolar ☐ Redes sociales ☐ Presentación
Nivel 7: Economía básica	Piensa como emprendedor:



	¿Qué necesitas para hacerlo? _____ _____ ¿Podrías venderlo? ☐ Sí ☐ No ¿Cómo ganarías dinero? _____ _____ _____												
Nivel 8: Tu modelo circular	Explica: ¿Cómo tu idea cuida el ambiente? _____ _____ _____ _____												
Nivel 9: Prepárate para el PITCH	Presenta tu idea en 3 minutos: Sigue este orden: 1. Problema 2. Solución 3. Cómo funciona 4. Impacto 5. Valor												
Nivel 10: Feria de Eco-Líderes	Presenta tu proyecto al grupo Usa: Tu prototipo Tu explicación Tu creatividad												
Autoevaluación	<table border="1"><thead><tr><th>Pregunta</th><th>Sí</th><th>A veces</th><th>No</th></tr></thead><tbody><tr><td>Entendí el proyecto</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr><tr><td>Participé en la presentación.</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></tbody></table>	Pregunta	Sí	A veces	No	Entendí el proyecto	☐	☐	☐	Participé en la presentación.	☐	☐	☐
Pregunta	Sí	A veces	No										
Entendí el proyecto	☐	☐	☐										
Participé en la presentación.	☐	☐	☐										



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Ticket de salida

¿Cómo tu idea puede ayudar a cuidar el planeta?



Anexo J

Matriz de caracterización de residuos: registro técnico de tipo, origen y nivel de degradación

RECURSO DEL ESTUDIANTE · SESIÓN 1

Ruta del residuo: detectives del ecosistema escolar

Nombre del estudiante: _____	Curso: _____	Fecha: _____
Equipo: _____	Rol en el equipo: _____	Zona observada: _____

¿Cuál es la misión?

Observar el entorno escolar, identificar los residuos más frecuentes y registrar qué efectos pueden tener en el humedal La Cabaña y cómo podrían aprovecharse desde la economía circular.<<<<<

Materiales para llevar

- ☐ Matriz de caracterización
- ☐ Lápiz o lapicero
- ☐ Tabla de apoyo o cuaderno
- ☐ Guantes (si el docente lo indica)
- ☐ Buena disposición para observar y trabajar en equipo

Momento	¿Qué debes hacer?
Antes de salir	Escucha la explicación del docente, recuerda la diferencia entre basura y residuo y revisa con tu equipo la zona que observarán.
Durante el recorrido	Identifica residuos, anota dónde aparecen, describe de qué material están hechos y registra qué impacto podrían tener en el ambiente.



Registra mínimo tres reacciones observadas. Usa frases cortas y claras

Residuo encontrado	Lugar	Material	Posible origen	Impacto en el ambiente	¿Cómo podría aprovecharse?



Anexo K

Matriz de operaciones de impacto y ahorro de recursos

RECURSO DEL ESTUDIANTE · SESIÓN 2

Eco-Contadores: Revelando el Valor Oculto de la Tierra

Nombre del estudiante: _____	Curso: _____	Fecha: _____
Equipo: _____	Rol en el equipo: _____	Zona observada: _____

Teniendo en cuenta la imagen de Ecocanvas diligencia el siguiente formato

¿Cuál es la misión? Cuantificar el impacto del consumo escolar mediante operaciones básicas que permitan estimar la cantidad de residuos generados, el costo asociado y el ahorro potencial para implementar soluciones sostenibles.	Materiales para llevar ☐ Calculadora, lápiz ☐ Hoja de registro ☐ Inventario de la S1
--	---

Momento	¿Qué debes hacer?
Inicial	Los estudiantes conforman los equipos de trabajo, revisan de manera colaborativa la Matriz de Caracterización elaborada en la Sesión 1 e identifican los materiales reciclables más frecuentes en el entorno escolar. A partir de este análisis, reconocen patrones de consumo, discuten problemáticas asociadas al manejo de residuos y establecen un punto de partida para la toma de decisiones en la actividad.



Intermedio	Los estudiantes procesan la información recolectada para calcular el impacto del consumo mensual del salón, considerando la cantidad y tipo de residuos generados. Con base en estos datos, realizan estimaciones sobre el ahorro ambiental y material que podría lograrse mediante la reutilización, interpretan resultados y comparan alternativas de aprovechamiento de los materiales disponibles.
Final	A partir del análisis de la información recolectada, los estudiantes seleccionan de manera argumentada el material que será transformado en el prototipo de la Sesión 3. Esta elección se sustenta en criterios de disponibilidad, funcionalidad, impacto ambiental, posibilidad de reutilización y pertinencia frente al propósito del proyecto. Como cierre, desarrollan una autoevaluación breve en la que reconocen su nivel de participación, el aporte realizado al equipo y los aspectos por fortalecer en el proceso de análisis y toma de decisiones.

Tabla 2

Tabla De Residuo a Recurso

Elemento	Descripción / Respuesta del estudiante
Residuo seleccionado	
Cantidad encontrada	
Lugar donde se encontró	
Impacto ambiental	
Posible reutilización	
Producto a elaborar	

Nota: Elaboración propia (2026).

Análisis del valor de un residuo al reutilizarse

Fórmula: $A = (P_n \text{ o } M_p) - C_r$

A=Ahorro

P_n= Precio el objeto nuevo

M_p= Precio materia Prima

C_r= Costo reutilización



Tabla 3

Tabla Análisis de costos y ahorro al reutilizar residuos

Criterio análisis	Registro
Costo del producto nuevo (Pn)	
Costo de reutilización (Cr)	
Ahorro por unidad ($A = Pn - Cr$)	
Ahorro total ($A \times$ cantidad)	
Beneficio ambiental	
Decisión final (Reutilizar / No reutilizar)	
Justificación de la decisión	

Nota: Elaboración propia (2026).



Anexo L

Rúbrica de pitch y diario reflexivo de compromisos: evaluación de comunicación e impacto social.

RECURSO DEL ESTUDIANTE · SESIÓN 4

Rúbrica de pitch y diario reflexivo de compromisos: evaluación de comunicación e impacto social

Nombre del estudiante: _____	Curso: _____	Fecha: _____
Equipo: _____	Rol en el equipo: _____	Zona observada: _____

Teniendo en cuenta la imagen de ecocanvas diligencia el siguiente formato

¿Cuál es la misión? Realiza con tu grupo compañeros la siguiente actividad .	Materiales para llevar ☐ Lápiz o lapicero ☐ Tabla de apoyo o cuaderno ☐ Guantes (si el docente lo indica) ☐ Buena disposición para observar y trabajar en equipo
--	---

Momento

¿Qué hay que hacer?



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Problema	Busca el recuadro 3. Explica en voz alta el problema. Di cuál es la situación que quieres cambiar.
Solución	Busca el recuadro 4. Explica tu idea o producto. Cuenta qué creaste y cómo ayuda.
Proceso	Busca el recuadro 2. Describe el paso a paso de cómo lo hiciste.
Impacto	Busca los recuadros 1 (ambiental) y 7 (social). Explica cómo ayudas al ambiente y a las personas.
Recursos clave	Busca el recuadro 8. Enumera materiales, herramientas y trabajo en equipo. Ejemplo: botellas recicladas, tijeras, pegante.
Estructura de costos	Busca el recuadro 10. Menciona los gastos del proyecto. Ejemplo: pegante, pintura, decoración.
Relación con clientes	Busca el recuadro 5. Explica cómo das a conocer tu producto y cómo interactúas con clientes. Ejemplo: ferias escolares, redes sociales.
Valor	Busca los recuadros 6 (clientes) y 11 (ingresos). Di para quién es el producto y cómo ganas dinero o lo intercambias.
Comunicación y venta	Busca el recuadro 9. Explica dónde vendes y cómo presentas tu producto. Ejemplo: feria escolar y pitch.
Modelo de negocio circular	Busca el recuadro 12. Explica cómo reduces residuos y reutilizas materiales. Ejemplo: uso de botellas recicladas.
Duración	El pitch debe durar entre 3 y 5 minutos.
Idea clave	La imagen es un mapa: cada cuadro es una parte del proyecto y sigues el orden de los números.
En una frase	El pitch sigue este orden: problema → solución → proceso → impacto → valor.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA