

Diseño de una Estrategia STEM + A para Fomentar el Pensamiento Crítico Divergente con Enfoque en Sostenibilidad Ambiental en Estudiantes de Grado Sexto de la I.E José Miguel de la Calle de Envigado.

Este proyecto aporta en la formación de sujetos integrales, capaces de comprender, interpretar y transformar su entorno con pensamiento crítico y conciencia ambiental, contribuyendo a una educación de calidad, equitativa y orientada a la sostenibilidad.

Kelly Bustamante Diosa
Robinson José Carmona León¹

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Educación STEM para el Desarrollo Social

Asesora
Lina María Preciado

Universidad Santo Tomás

Facultad de Educación

Fecha de entrega:

20 de junio de 2025

¹ kellybustamante@usantotomas.edu.co robinsoncarmona@usantotomas.edu.co

<https://orcid.org/0009-0007-5216-660X> https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002198994

<https://orcid.org/0009-0001-8282-7380> https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002270973



Resumen

A partir de la necesidad de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales en la Institución Educativa José Miguel de la Calle (Envigado, Antioquia), ante las dificultades en habilidades como el pensamiento crítico divergente, la comprensión lectora, la escasa conciencia ambiental y el uso educativo de las tecnologías con fines educativos, surgió el menester de una intervención pedagógica innovadora. La propuesta se enfocó en diseñar, implementar y validar una estrategia educativa basada en el enfoque STEM+A (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas + Artes), articulada con metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR).

Se estableció como propósito central, fomentar en los estudiantes de grado sexto competencias fundamentales para el siglo XXI, de acuerdo a Century Skills (2009), como la argumentación, la creatividad, la lectura crítica y la responsabilidad ambiental, todo esto desde una perspectiva interdisciplinaria y contextualizada. Se adoptó una metodología cualitativa con diseño de investigación-acción educativa, que permitió desarrollar la estrategia de forma participativa, reflexiva y adaptable al contexto escolar.

La población participante se conformó por 44 estudiantes de entre 11 y 13 años, quienes desarrollaron actividades integradas en torno a problemáticas ambientales locales, usando tecnologías digitales y expresiones artísticas para proponer soluciones sostenibles. La recolección de datos se realizó mediante entrevistas, encuestas, observaciones, fotografías, videos y rúbricas de evaluación, lo cual permitió una valoración tanto cuantitativa como cualitativa del impacto de la intervención.



Los resultados incluyeron una mejora significativa en el desarrollo del pensamiento crítico divergente, una mayor conciencia ecológica, avances en comprensión lectora y una actitud más participativa frente a los desafíos sociales y ambientales de su entorno. La validación por parte de expertos y la aplicación piloto evidenciaron el potencial transformador de esta estrategia para ser replicada en otros contextos escolares con características similares.

Palabras clave: Educación STEM+A, pensamiento crítico divergente, sostenibilidad ambiental, lectura crítica, aprendizaje basado en retos.

Abstract

The need to transform traditional pedagogical practices at the José Miguel de la Calle Educational Institution (Envigado, Antioquia) arose, given the difficulties in skills such as divergent critical thinking, reading comprehension, limited environmental awareness, and the educational use of technologies for educational purposes. The proposal focused on designing, implementing, and validating an educational strategy based on the STEM+A (Science, Technology, Engineering, Mathematics + Arts) approach, combined with active methodologies such as Challenge-Based Learning (CBL).

The central objective was to foster fundamental competencies for the 21st century in sixth-grade students, according to Century Skills (2009), such as argumentation, creativity, critical reading, and environmental responsibility, all from an interdisciplinary and contextualized perspective. A qualitative methodology with an educational action research design was adopted, which allowed for the development of the strategy in a participatory, reflective, and adaptable manner to the school context. The participating population consisted of 44 students between the



ages of 11 and 13, who developed integrated activities focused on local environmental issues, using digital technologies and artistic expression to propose sustainable solutions. Data collection was conducted through interviews, surveys, observations, photographs, videos, and evaluation rubrics, which allowed for both quantitative and qualitative assessment of the intervention's impact.

The results included significant improvements in the development of divergent critical thinking, greater ecological awareness, progress in reading comprehension, and a more participatory attitude toward the social and environmental challenges in their surroundings. Validation by experts and the pilot implementation demonstrated the transformative potential of this strategy for replication in other school settings with similar characteristics.

Keywords: STEM+A education, divergent critical thinking, environmental sustainability, critical reading, challenge-based learning.



Introducción

El presente proyecto responde a los retos contemporáneos de la educación mediante la implementación del enfoque STEM+A (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas + Artes), con el objetivo de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales y formar estudiantes críticos, creativos y comprometidos con su entorno. Esta propuesta impulsa una educación interdisciplinaria, activa e inclusiva, orientada al desarrollo de competencias necesarias para comprender y transformar la realidad desde una perspectiva ética, social y ambientalmente responsable.

El acelerado deterioro ambiental y la pérdida de biodiversidad son desafíos críticos tanto a nivel global como nacional y local. En Colombia, estos problemas se agravan por prácticas humanas insostenibles que amenazan los ecosistemas y la calidad de vida. A nivel local, en la Institución Educativa José Miguel de la Calle, se evidenció una desconexión entre los estudiantes y su entorno natural, reflejada en la falta de conciencia y de prácticas ambientales responsables. Frente a este panorama, surgió la necesidad de una educación transformadora que promueva el pensamiento crítico y el compromiso con el entorno. En este contexto, el enfoque STEM+A se presenta como una estrategia educativa pertinente que integra Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Arte para desarrollar competencias clave en la solución de problemas reales y fomentar una ciudadanía ambiental activa.

Uno de los ejes centrales del proyecto fue fomentar el pensamiento crítico divergente, entendido como la capacidad de generar múltiples soluciones a un mismo problema, tomar decisiones fundamentadas y enfrentar la incertidumbre con responsabilidad. Este enfoque no solo



mejora el desempeño académico, sino que también fortalece la autonomía, la creatividad y la capacidad argumentativa de los estudiantes en todos los ámbitos de su vida.

Paralelamente, se reconoce la creciente influencia de la tecnología en la vida cotidiana y en el entorno educativo, lo cual representó una oportunidad para integrar herramientas digitales que potencien el aprendizaje significativo. De igual forma, se atiende la preocupación global por los problemas ambientales, alineando el proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 4 (educación de calidad), ODS 13 (acción por el clima) y ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres), al fomentar una educación contextualizada que contribuya activamente a la sostenibilidad y promoviendo una conciencia ecológica activa entre los estudiantes.

Asimismo, se aborda la necesidad urgente de mejorar el desempeño en lectura crítica, una debilidad recurrente en las instituciones educativas, que impacta negativamente el desarrollo integral de los estudiantes. La propuesta buscó fortalecer esta competencia mediante estrategias que estimulen la comprensión, el análisis y la reflexión desde situaciones reales.



Justificación

La presente investigación se justificó en la urgencia de atender necesidades educativas específicas de los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa José Miguel de la Calle, particularmente en relación con el desarrollo del pensamiento crítico divergente y la apropiación del entorno natural. Estas necesidades no solo limitaban la comprensión de su realidad local, sino que también restringían su participación activa y responsable frente a los desafíos sociales y ambientales de su comunidad.

En el diagnóstico realizado con estudiantes de grado sexto se identificaron vacíos en el desarrollo de habilidades críticas y creativas, lo que se reflejó en una lectura poco reflexiva, limitada conciencia ambiental y escasa integración de medios digitales con propósito pedagógico.

Si bien en este contexto educativo se han realizado avances hacia una formación más integral, persisten brechas académicas significativas en la forma como se abordan la conciencia ambiental y la lectura crítica; dado que, la falta de una lectura reflexiva impacta directamente en la capacidad de los estudiantes para comprender, interpretar y actuar sobre los complejos problemas ambientales de su entorno local, como la contaminación y la pérdida de biodiversidad.

En particular, se observa que las prácticas pedagógicas tradicionales no siempre favorecen el aprendizaje significativo ni estimulan la creatividad o la reflexión ética en torno a problemas reales del contexto. Esto crea una brecha entre lo que los estudiantes aprenden en el aula y lo que viven en su realidad. La estrategia STEM+A, al centrarse en la resolución de problemas reales (como el cuidado de los recursos hídricos o la deforestación), busca cerrar esta



brecha, permitiendo que los estudiantes transfieran el conocimiento a su vida cotidiana y se conviertan en agentes de cambio.

En este escenario, resulta pertinente explorar nuevas estrategias pedagógicas que permitan trascender los modelos instruccionales convencionales. La propuesta de integrar el enfoque STEM+A con metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) responde a esta necesidad, al ofrecer un marco flexible e innovador que promueve la construcción de conocimiento a partir de la experiencia directa, el análisis crítico y la acción situada. Desde una perspectiva educativa transformadora, esta articulación metodológica cobra especial relevancia para empoderar a los estudiantes como agentes de cambio en sus territorios.

Asimismo, la propuesta responde a lineamientos institucionales que priorizan la formación ética y ambiental, pero además busca posicionar a los estudiantes como sujetos activos en la solución de los desafíos locales, desde una perspectiva educativa que valora la innovación pedagógica y el pensamiento situado. Esta coherencia institucional fortaleció la viabilidad y pertinencia del proyecto, al tiempo que facilitó su apropiación por parte de la comunidad educativa.

Finalmente, la investigación se insertó en un marco global que reconoce la educación como herramienta clave para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Desde este enfoque, el trabajo buscó contribuir a la formación de estudiantes capaces de comprender la complejidad de algunos problemas ambientales y de participar activamente en su solución, mediante procesos educativos que integren el conocimiento con la acción local y el compromiso ético con su entorno.



En este sentido, el enfoque STEM+A se presentó no solo como una alternativa metodológica relevante, sino también como una vía estratégica clave para abordar las brechas pedagógicas evidenciadas en el contexto. Al articular pensamiento crítico, expresiones artísticas, tecnología y conciencia ambiental, este enfoque respondió de manera integral a las necesidades formativas de los estudiantes de grado sexto, fortaleciendo una educación contextualizada, transformadora y alineada con los desafíos del siglo XXI.

Esta propuesta se enmarcó dentro de la línea de investigación Pensamiento STEM del programa de Maestría en Educación STEM para el Desarrollo Social, al promover el desarrollo de competencias científicas, críticas y creativas en estudiantes de educación básica, articuladas con la sostenibilidad y el uso significativo de las tecnologías con fines educativos abordado la brecha del uso tecnológico con objetivo académico, resaltado que la integración de herramientas tecnológicas como aplicaciones de buscadores de fauna y flora y aplicaciones para crear presentaciones, infografías, etc., no solo fortalece sus competencias digitales, sino que también hace que el aprendizaje sea más interactivo, visual y adaptado a sus estilos de aprendizaje, lo cual es crucial para fomentar la creatividad y el pensamiento crítico divergente.

Delimitación del Marco de Trabajo para el Abordaje del Problema o Necesidad

Diagnóstico de la Situación

Esta experiencia investigativa se desarrolló en la Institución Educativa José Miguel de la Calle, ubicada en el municipio de Envigado, Antioquia, Colombia. Una institución pública recientemente renovada, localizada entre los barrios La Sebastiana, Barrio Obrero y La Magnolia, zonas que evidencian una notable diversidad social, económica y cultural. Esta heterogeneidad se

refleja en el aula, donde convergen estudiantes con trayectorias de vida diversas que inciden en su acceso, permanencia y desempeño dentro del sistema escolar.

La población objeto de esta investigación corresponde a 44 estudiantes de grado sexto, cuyas edades oscilan entre los 11 y 13 años. Se trata de una etapa formativa crucial, en la que se consolidan habilidades cognitivas superiores y se construyen referentes éticos, sociales y ambientales. No obstante, en este grupo etario se identificó dificultades significativas en el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión lectora, lo cual limitaba su capacidad para interpretar, argumentar y actuar de manera reflexiva frente a las situaciones problema que enfrentaban en su entorno escolar y comunitario.

El contexto sociocultural de Envigado se caracteriza por una fuerte tradición comunitaria y un compromiso con la calidad educativa. No obstante, persisten brechas sociales y académicas que condicionan la formación integral de los estudiantes. Entre las principales preocupaciones de la comunidad educativa, se destaca el bajo desarrollo del pensamiento crítico, particularmente en lo relacionado con la lectura comprensiva, la argumentación y la resolución de problemas aplicados a situaciones reales. Estas debilidades se reflejan en los resultados de pruebas internas y externas, y afectan el aprendizaje transversal en las diferentes áreas del conocimiento.

La falta de pensamiento crítico limita la autonomía intelectual de los estudiantes, su capacidad para cuestionar, interpretar y actuar de manera fundamentada frente a los desafíos de su entorno. Esta situación se ve agravada por la escasa conexión entre el currículo escolar y los problemas sociales y ambientales que enfrenta la comunidad local, como el cambio climático, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Pese a la relevancia de estos temas, su abordaje en

el aula suele ser superficial, desarticulado o centrado en contenidos descontextualizados, lo que reduce su impacto formativo.

Adicionalmente, se identificó una oportunidad poco aprovechada en el uso pedagógico de las tecnologías digitales. Aunque los estudiantes están ampliamente expuestos a dispositivos tecnológicos, su integración en el aula con fines educativos es limitada o carece de propósitos claros. Esto representa una pérdida de potencial para fomentar aprendizajes activos, personalizados y vinculados con la realidad del estudiantado.

En este escenario, la presente investigación partió de una necesidad concreta: diseñar una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM+A que articule el desarrollo del pensamiento crítico, la lectura comprensiva, la conciencia ambiental y el uso significativo de tecnologías. Esta propuesta buscó responder a múltiples dimensiones del problema educativo detectado, como la fragmentación curricular, la débil conexión con el contexto, y la urgencia de promover una educación para la sostenibilidad que potencie en los estudiantes una actitud crítica, creativa y comprometida con su realidad local. En consonancia con estudios recientes, se ha identificado que la escasa implementación de metodologías activas sigue siendo un obstáculo en la educación secundaria para abordar temas como la sostenibilidad. Monroy Romero y Gómez López (2023) advierten que esta limitación impide consolidar procesos educativos integrales y contextualizados.

Identificación de la Necesidad o Problema

En la Institución Educativa José Miguel de la Calle, situada en un entorno sociocultural diverso del municipio de Envigado, se evidenció una problemática educativa significativa en los



estudiantes de grado sexto (11 a 13 años): la limitada capacidad para desarrollar pensamiento crítico divergente, especialmente en lo relacionado con la interpretación, argumentación y resolución de situaciones problema. Esta dificultad se refleja en un bajo desempeño en lectura crítica y en una escasa apropiación de herramientas tecnológicas con fines formativos.

Aunque la institución ha logrado avances en infraestructura y existe un interés comunitario por mejorar la calidad educativa, persisten retos pedagógicos asociados a la fragmentación del currículo, el uso limitado de metodologías activas y la débil conexión entre los contenidos escolares y la realidad social y ambiental del entorno. Como consecuencia, los estudiantes muestran dificultades para relacionar el conocimiento con sus vivencias cotidianas, lo que restringe su participación activa y reflexiva frente a problemáticas urgentes como la degradación ambiental.

Frente a este panorama, se hace necesario transformar las prácticas pedagógicas tradicionales mediante una estrategia innovadora que promueva una educación más contextualizada, crítica y creativa. En este sentido, se planteó como necesidad central el diseño e implementación de una propuesta basada en el enfoque STEM+A, que permita articular la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y las artes como vehículos para fortalecer la lectura crítica, estimular el pensamiento divergente y fomentar una conciencia ambiental activa en los estudiantes.

Las causas identificadas, generaron efectos negativos en la formación integral del estudiantado, especialmente en el desarrollo del pensamiento crítico divergente y la conciencia ambiental. La estrategia STEM+A que se propuso en esta investigación respondió directamente a



estos factores, al articular las áreas del conocimiento desde una perspectiva interdisciplinaria, incorporar el uso significativo de TIC y abordar problemáticas reales del entorno a través del aprendizaje basado en retos. De esta manera, se buscó transformar las prácticas pedagógicas tradicionales y fortalecer el vínculo entre escuela, territorio y sostenibilidad, generando condiciones más propicias para una educación significativa, pertinente y comprometida con los desafíos del siglo XXI.

En este escenario se hace evidente la necesidad de una propuesta educativa que articule la ciencia, el arte y la conciencia ambiental para responder a las múltiples causas y efectos que limitan el desarrollo integral del estudiantado. Para comprender con mayor claridad la situación, a continuación, se presenta un diagrama de árbol de problemas, el cual permite visualizar de manera estructurada las causas fundamentales, sus consecuencias y los elementos clave que orientaron la formulación de esta investigación pedagógica.

Diagrama de Árbol de Problemas

La identificación y análisis riguroso de un problema educativo es un paso fundamental en el diseño de propuestas pedagógicas pertinentes y contextualizadas. Según Hernández y Mendoza (2018), la investigación en educación implica un proceso sistemático y crítico que parte de la identificación de un fenómeno problemático, lo cual permite orientar adecuadamente los objetivos y estrategias de intervención.

En este sentido, el mapa o árbol de problemas constituyó una herramienta metodológica clave que permitió representar de manera estructurada las relaciones de causa y efecto que configuraron una situación problemática en un contexto específico. Dado que, el Consejo

Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2011) señala que el árbol de problema facilita la identificación de las causas que originan un problema y los efectos que este produce, lo que contribuye a una comprensión integral de la situación y orienta la formulación de objetivos y acciones coherentes para su abordaje.

En el marco del presente proyecto, que buscó transformar las prácticas pedagógicas tradicionales mediante la integración del enfoque STEM+A en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa José Miguel de la Calle, el árbol de problemas y/o mapa de problemas se utilizó como punto de partida para delimitar y comprender los factores que inciden en el limitado desarrollo del pensamiento crítico, la lectura comprensiva y la conciencia ambiental. A través de este análisis visual, se buscó evidenciar tanto las causas subyacentes como las consecuencias pedagógicas y sociales de esta problemática, contribuyendo así a una intervención educativa fundamentada, coherente y sostenible.

De esta manera, el diseño del árbol de problemas y/o mapa de problemas permitió transitar de un diagnóstico general a una planificación estratégica, facilitando la toma de decisiones informadas y la construcción de soluciones innovadoras que respondían a las necesidades reales de los estudiantes y de su entorno.

El árbol de problemas que se presenta a continuación permite visualizar y analizar de manera estructurada la situación problemática que motivó esta investigación; el limitado desarrollo del pensamiento crítico divergente en estudiantes de sexto grado en el marco de una educación orientada a la sostenibilidad ambiental. Esta herramienta metodológica facilita la

identificación del problema central, así como sus causas directas e indirectas, y los efectos que genera en el proceso educativo.

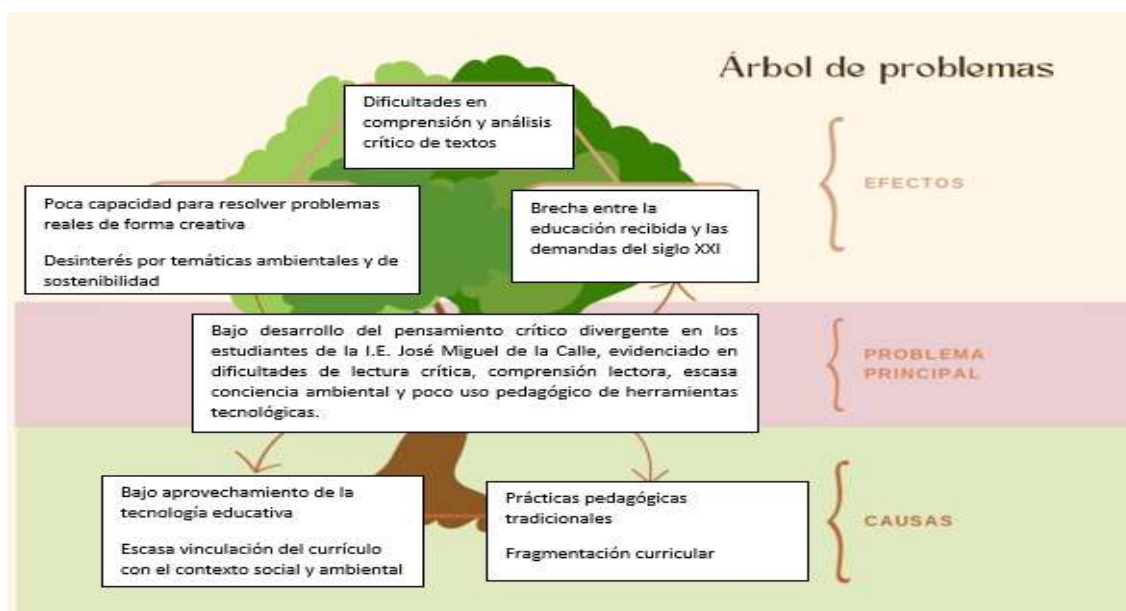


Figura 1. Diagrama de árbol de problemas para el contexto del grado 6° de la Institución Educativa José Miguel de la Calle. Adaptación por parte del equipo investigador

El problema central identificado en esta investigación fue el bajo desarrollo del pensamiento crítico divergente en los estudiantes de la Institución Educativa José Miguel de la Calle, el cual se manifestó en diversas dificultades como el bajo desempeño en lectura crítica, la limitada comprensión lectora, la escasa conciencia ambiental y el poco uso pedagógico de herramientas tecnológicas. Esta situación respondió a un conjunto de causas estructurales y pedagógicas que afectaban el proceso de enseñanza-aprendizaje y limitaban la formación integral del estudiantado.

En primer lugar, entre las causas principales se encontraron las prácticas pedagógicas tradicionales, caracterizadas por una enseñanza centrada en la memorización de contenidos, con



escasa aplicación de metodologías activas y contextualizadas que estimulen la reflexión, la creatividad y la participación crítica. A esto se sumó la fragmentación curricular, que se evidenciaba en la desconexión entre las áreas del conocimiento y la ausencia de un enfoque interdisciplinario que permita abordar los saberes de forma articulada y significativa.

Por otra parte, otro factor relevante fue el bajo aprovechamiento de la tecnología educativa, reflejado en un uso limitado de herramientas digitales con fines pedagógicos y en la falta de formación docente en metodologías que integren las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de manera innovadora. Asimismo, se identificó una **escasa** vinculación del currículo con el contexto social y ambiental, lo que se traduce en una débil integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y una desconexión entre el aprendizaje escolar y los problemas reales del entorno local y global.

Como resultado de lo anterior, se concluyó que estas causas generaban consecuencias que impactaban directamente en el desarrollo académico y personal del estudiantado. Se observó, por un lado, dificultades en la comprensión y el análisis crítico de textos, lo cual se manifiesta en bajos desempeños en lectura crítica y pruebas académicas, así como en limitaciones para argumentar y reflexionar de manera profunda. Por otro lado, se evidenció poca capacidad para resolver problemas reales de forma creativa, lo que se traduce en la ausencia de propuestas innovadoras ante situaciones cotidianas y en una actitud pasiva frente a problemáticas sociales o ambientales.

Adicionalmente, se constató un desinterés por temáticas ambientales y de sostenibilidad, producto de la falta de conciencia ecológica y del desconocimiento de la importancia de los ODS.

En consecuencia, todo lo anterior contribuye a una brecha entre la educación recibida y las demandas del siglo XXI, expresada en la baja preparación para enfrentar entornos cambiantes y complejos, y en una débil formación para ejercer una ciudadanía crítica, comprometida y transformadora.

Con base a lo expuesto, La siguiente tabla presenta un mapa de problemas, elaborado a partir del anterior árbol. En ella se identifican de manera estructurada el problema central, sus causas, efectos y posibles soluciones pedagógicas, con el propósito de orientar la intervención educativa hacia el desarrollo del pensamiento crítico divergente, la conciencia ambiental y el uso significativo de herramientas tecnológicas en el aula.

Tabla 1. Mapa de problemas, derivado del árbol de problemas para el contexto del grado 6° de la Institución Educativa José Miguel de la Calle relacionando sus posibles soluciones.

Problema Central	Causas	Efectos	Posibles Soluciones
Bajo desarrollo del pensamiento crítico divergente en los estudiantes de la I.E. José Miguel de la Calle, evidenciado en dificultades de lectura crítica, comprensión lectora, escasa conciencia ambiental y poco uso pedagógico de herramientas tecnológicas.	Métodos de enseñanza poco atractivos.	Bajo rendimiento académico en otras áreas.	Implementar metodologías activas y participativas.
	Enfoque en la memorización en lugar de la comprensión.	Desarrollo de habilidades limitadas.	Capacitar a los docentes en enfoques STEM + A.
	Falta de recursos didácticos innovadores.	Desconexión con la realidad social y ambiental.	Fomentar el uso de tecnología en el aula.



	Falta de capacitación docente en enfoques innovadores.	Poca motivación para participar en actividades de lectura.	Desarrollar actividades que conecten la lectura con problemáticas sociales.
	Escasa formación en el uso de herramientas tecnológicas.	Dificultades en la adquisición de habilidades críticas.	Crear talleres de formación continua.
	Desinterés por la lectura.	Aumento de la reprobación escolar.	Implementar programas de lectura que vinculen intereses de los estudiantes.
	Falta de conexión entre los textos y la vida real de los estudiantes.	Poca participación en discusiones y análisis de textos.	Promover clubes de lectura y actividades extracurriculares de acuerdo a los intereses de los estudiantes.
	Influencia de la cultura digital.	Dependencia de medios visuales y digitales en lugar de la lectura.	Integrar recursos digitales que fomenten la lectura.
	Consumo pasivo de información a través de redes sociales.	Dificultades en la comprensión de textos complejos.	Fomentar el pensamiento crítico a través de debates y análisis.

Pregunta Problematicadora

¿Cómo el diseño y la aplicación de una estrategia educativa STEM+A con enfoque en sostenibilidad ambiental impacta en el desarrollo del pensamiento crítico divergente en estudiantes de grado sexto de la I.E. José Miguel de la Calle?

Oportunidades De Innovación / Alternativas De Solución



La presente propuesta planteó el diseño e implementación de una estrategia didáctica basada en el enfoque STEM+A, articulando las áreas que lo componen con el propósito de resolver problemas ambientales reales del entorno escolar. Esta estrategia se concreta a través de actividades interdisciplinarias que no solo integran saberes, sino que promueven el pensamiento crítico divergente, fortalecen las competencias de lectura crítica, estimulan la creatividad y sensibilizan a los estudiantes frente a las problemáticas ambientales que los afectan directamente. Su carácter flexible permite adaptarse a distintos niveles educativos, favoreciendo la integración curricular y estimulando la participación activa del estudiantado.

Como eje metodológico complementario, se plantea la integración de proyectos de aprendizaje basados en retos (ABR). Esta metodología parte de la identificación de situaciones reales del contexto como el cuidado del entorno, la contaminación o el uso responsable de recursos tecnológicos para diseñar soluciones creativas desde un enfoque interdisciplinario. Con ello, se busca vincular los saberes escolares con la realidad inmediata del estudiantado, potenciando el desarrollo de habilidades como la lectura crítica, la conciencia ambiental y la capacidad investigativa. El ABR posibilita el trabajo colaborativo, promueve el protagonismo estudiantil y estimula un pensamiento crítico aplicado a contextos auténticos.

De manera complementaria, se propone el desarrollo de secuencias didácticas centradas en la lectura crítica con enfoque ambiental, las cuales incluyen actividades estructuradas y guías de lectura diseñadas para abordar textos informativos, argumentativos y multimodales relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estas secuencias tienen como finalidad mejorar la comprensión lectora, fortalecer la capacidad analítica y argumentativa de los estudiantes y, al mismo tiempo, promover una actitud crítica frente a los desafíos ambientales

contemporáneos. Esta línea de acción contribuye al desarrollo de competencias básicas desde un enfoque transversal y contextualizado.

Justificación de la Estrategia

La selección de estas oportunidades de innovación responde a la necesidad de abordar de manera integral, contextualizada e innovadora las múltiples dimensiones del problema identificado, el bajo desarrollo del pensamiento crítico divergente y la débil conexión entre los aprendizajes escolares y las problemáticas ambientales del entorno. La estrategia propuesta permite superar la fragmentación del conocimiento al articular diversas áreas curriculares en torno a retos reales, vinculados con la vida cotidiana de los estudiantes.

Además, la inclusión de las artes en el enfoque STEM expande la perspectiva tradicional, promoviendo la diversidad de pensamiento, la expresión creativa y la inclusión pedagógica. El enfoque STEM+A, al mismo tiempo, potencia el uso significativo de la tecnología en el aula y favorece un aprendizaje activo, situado y transformador. Esta propuesta está alineada con los objetivos de formar estudiantes críticos, creativos y comprometidos, capaces de analizar su entorno, proponer soluciones sostenibles y actuar con responsabilidad frente a los desafíos del siglo XXI.

Al integrarse con metodologías como el Aprendizaje Basado en Retos y la lectura crítica con enfoque ambiental, esta estrategia constituye una oportunidad potente para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales, promover la innovación educativa y fortalecer la formación de ciudadanos críticos, conscientes y agentes de cambio en sus comunidades.

Técnicas E Instrumentos De Recolección De Información

Para la recopilación de evidencias del proyecto se usaron los siguientes instrumentos:

Videos, fotografías, encuestas y evaluaciones.

Videos: Se adoptó un enfoque simple y natural que reflejó la espontaneidad de la investigación. Antes de la grabación, se expuso a los estudiantes los aspectos de la investigación a destacarse. Esto les brindó ideas claras de lo que se esperaba y les permitió presentar sus experiencias de manera espontánea, autónoma, libre y auténtica.

Este acercamiento desde el contexto natural de la investigación, no solo facilita la captura de evidencia significativa, sino que también promueve un ambiente de aprendizaje constructivista que aporta a todos los ejes educativos; docente y estudiantes.

Las tomas de videos son importantes para evidenciar los resultados de esta investigación, dado que aportan evidencia significativa en el proceso desde:

El Registro Visual: Los videos proporcionaron un registro visual íntegro y pormenorizado de las actividades que tienen lugar dentro de la investigación, así como, capturaron no solo lo que sucede, sino también la interacción entre los estudiantes, el docente y el contexto de aprendizaje, interacción que también aporta de manera significativa a los resultados del proyecto investigativo.

Por otro lado, este registro visual, permitió que los espectadores se adentraran y permearan de la experiencia, sintiéndola como propia desde cualquiera que fuera su rol; partiendo desde la efectividad de las actividades para el desarrollo de aprendizajes significativos.

La Reflexión Y Mejora: Al observar, revisar y analizar los videos, los docentes involucrados en el proceso de investigación, pudieron reflexionar y autoevaluarse sobre su



práctica pedagógica e identificar cómo interactúan los estudiantes con el componente de sus áreas y las actividades que se desarrollan para abarcarlos, así como, la comprensión de saberes y la criticidad por parte de los educandos frente a los saberes relacionados con el contexto. Esto facilitó la identificación de fortalezas y debilidades para tener un proceso de mejora continua.

Fotografías: Las fotografías se convirtieron en un registro visual significativo, desde el punto que inmortalizaron en la imagen las emociones experimentadas por los educandos en el momento de la realización de las actividades y se convirtieron en una herramienta eficaz para la promoción del proyecto investigativo por su facilidad de difusión.

Entrevistas y Evaluaciones: Fueron una herramienta valiosa para obtener de primera mano, los pensamientos, sentimientos, experiencias, saberes previos y aprendizajes experimentados por los estudiantes al momento de realizar las actividades.

Al finalizar la investigación, se invitó a los estudiantes a completar unas entrevistas y evaluaciones que dieron cuenta de diversos aspectos de su experiencia. Se les pidió que compartieran cómo se sintieron durante las actividades, qué aspectos disfrutaron y qué aprendieron en ellas. Además, se les brindó la oportunidad de expresar cualquier sugerencia o mejora a las actividades realizadas.

Estas preguntas no solo aportaron vivencias que permitieron dar respuesta a la pregunta problematizadora, sino que también ayudaron a adaptar las metodologías de enseñanza desde sus intereses y amplificar su aprendizaje significativo para la vida.

Estas herramientas proporcionaron tanto datos cuantitativos como cualitativos, lo que permitió obtener una comprensión más completa y profunda de la experiencia de los educandos y

el impacto de la investigación en el desarrollo del pensamiento crítico divergente como habilidad necesaria para la vida en sociedad y la conciencia ambiental.

Los datos cuantitativos ayudaron a identificar tendencias y patrones en las respuestas, mientras que los datos cualitativos ofrecieron información detallada y rica sobre las percepciones y experiencias individuales de los estudiantes.

Así mismo, las encuestas y evaluaciones permitieron evaluar la efectividad de las actividades en el logro de los objetivos de la investigación y el impacto en el bienestar académico de los estudiantes. Por último y no menos importante, hicieron a los educandos partícipes activos en la evaluación de la investigación y sus alcances.

Cabe destacar que todos los instrumentos utilizados fueron previamente validados por dos expertos en educación, pedagogía y evaluación, quienes revisaron su pertinencia, claridad, coherencia con los objetivos de la investigación y su capacidad para generar datos relevantes y confiables. Esta validación garantizó la rigurosidad metodológica del estudio y fortaleció la credibilidad de los resultados obtenidos.

Los perfiles de los expertos se detallan a continuación:

Experto 1: Julián Albeiro López Molina, Candidato a Doctor de la Universidad Tecnológica Latinoamericana, Magister en Dirección y Gestión del Talento Humano, Magister en Educación y Licenciado en Filosofía y Educación Religiosa de la Universidad Católica de Oriente.

Experto 2: Duvan Fernando Valencia García Doctor en Filosofía de la Universidad de Antioquia, Magister en Educación de la Universidad de Antioquia ,Coordinador adscrito a la secretaría de educación de Antioquia, Docente de cátedra facultad de derecho y ciencias forenses



del tecnológico de Antioquia, Abogado de la Universidad Pontificia Bolivariana y Licenciado en Filosofía y Educación Religiosa de la Universidad Católica de Oriente.

El método de validación consistió en la entrega de una matriz de evaluación a cada experto. En esta matriz, se les solicitó valorar cada ítem de los instrumentos en una escala de 1 a 5, considerando aspectos como: pertinencia (relación con los objetivos de la investigación), claridad (fácil comprensión del lenguaje y las instrucciones) y coherencia (alineación con la teoría y el enfoque STEM+A). Sus comentarios cualitativos también fueron recolectados para realizar ajustes detallados. Tras la evaluación, se calculó el coeficiente de concordancia para asegurar un alto nivel de acuerdo entre los evaluadores, y se realizaron las correcciones sugeridas para garantizar la validez del instrumento final.

Propósito Y Objetivos

Propósito

Partir de las problemáticas ambientales del contexto para que desde el enfoque STEM +A se encuentren soluciones sostenibles de estas, a la vez que se desarrollen competencias académicas como el pensamiento crítico divergente, la comprensión lectora, la creatividad, la innovación y la conciencia ambiental; viendo estas como habilidades necesarias para el desarrollo social.



Objetivo general:

Diseñar una estrategia STEM+A para fomentar el pensamiento crítico divergente con enfoque en sostenibilidad ambiental en estudiantes de grado sexto de la I.E José Miguel de la Calle de Envigado.

Objetivos específicos:

1. Identificar la estructura de una estrategia pedagógica, desde una revisión teórica del enfoque STEM+A y el pensamiento crítico divergente.
2. Diseñar guías que en su ejecución involucren actividades desde las diferentes áreas del STEM+A en búsqueda de problemáticas ambientales y posibles soluciones, para desarrollar el pensamiento crítico divergente con enfoque en la sostenibilidad ambiental y coherencia con los ODS.
3. Validar la estrategia pedagógica, por medio de revisión de expertos y la realización de una prueba piloto implementándola con una muestra representativa de los educandos del grado sexto de la Institución Educativa José Miguel de la Calle.

Matriz De Medición De Impacto Educativo

La siguiente tabla presenta la matriz de medición de impacto educativo y social correspondiente al diseño y aplicación de la estrategia pedagógica STEM+A. Esta matriz permite visualizar la articulación entre los objetivos específicos del proyecto, los contextos de impacto, los indicadores, medios de verificación, efectos transformadores previstos, así como los supuestos y riesgos asociados. Su propósito es orientar la evaluación del impacto real en los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa José Miguel de la Calle, especialmente en



relación con el desarrollo del pensamiento crítico, la conciencia ambiental y la resolución de problemas contextualizados.

Tabla 2. Matriz de medición de impacto educativo y social. (Resultados esperados).

Objetivos específicos	Contexto del impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación	Efectos transformadores previstos	Supuestos / Hipótesis	Riesgos
Identificar la estructura de una estrategia pedagógica, desde una revisión teórica del enfoque STEM+A y el pensamiento crítico divergente.	Fortalecimiento de prácticas educativas mediante un aprendizaje integral, interdisciplinario y creativo, relevante para los desafíos del siglo XXI.	Revisión documental realizada. Definición clara de componentes estructurales.	Maqueta. Presentación o socialización de resultados.	Comprensión y apropiación del enfoque STEM + A por parte del equipo docente como base para la innovación.	Se cuenta con bibliografía suficiente. Participación activa del equipo docente investigador	Falta de tiempo para revisión. Desconocimiento previo del enfoque.
Diseñar guías que en su ejecución involucren actividades desde las diferentes áreas del STEM+A en búsqueda de problemáticas ambientales	Desarrollo de herramientas didácticas aplicadas al contexto que promuevan la sostenibilidad, la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico.	Guías diseñadas con actividades integradas. Inclusión de problemáticas reales y enfoque en ODS.	Archivo digital de la estrategia con guías. Retroalimentación escrita de expertos.	Creación de recursos didácticos conectados al entorno, que promuevan conciencia ecológica y pensamiento crítico.	Docentes comprenden el enfoque y están dispuestos a aplicarlo. Diseño coherente con estándares curriculares.	Dificultades para integrar todas las áreas. Falta de recursos para la aplicación.



y posibles soluciones.						
Validar la estrategia pedagógica mediante revisión de expertos y prueba piloto con estudiantes de grado sexto.	Evaluación de la efectividad de las actividades en el desarrollo del pensamiento crítico y conciencia ambiental de los estudiantes.	Participación del 80% de los estudiantes. Problemáticas ambientales identificadas. Evidencia de soluciones.	Registros de guías aplicadas. Cuestionarios, evaluaciones y análisis de resultados.	Mejora en pensamiento crítico, conciencia ambiental y resolución creativa de problemas reales.	Estudiantes responden positivamente. El contexto permite aplicar la estrategia sin interrupciones.	Baja participación estudiantil. Problemas logísticos o de tiempo durante la prueba piloto.



Marco De Referencia

Marco Contextual

La presente experiencia investigativa se desarrolló en el municipio de Envigado, ubicado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en el departamento de Antioquia, Colombia. Esta localización geográfica no solo delimita un espacio físico, sino que también configura un contexto sociocultural particular que influye directamente en las dinámicas educativas de la región. Envigado se caracteriza por su heterogeneidad socioeconómica y su arraigada diversidad cultural, aspectos que inciden en los desafíos y oportunidades del ámbito escolar.

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa José Miguel de la Calle, una de las catorce instituciones oficiales del municipio. Esta institución recibe su nombre en honor a un destacado envigadeño (1755–1839) reconocido por su participación en el proceso de independencia de España y su lucha por la abolición de la esclavitud, reflejando así un legado de compromiso social y emancipación.

La Institución fue una de las treinta y seis priorizadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para una renovación total de infraestructura. En 2023, se entregaron a la comunidad nuevas instalaciones que incluyen 26 aulas, biblioteca, laboratorios, aula múltiple, restaurante escolar y zonas recreativas, con capacidad para atender a aproximadamente 960 estudiantes desde preescolar hasta media.

Ubicada estratégicamente entre los barrios La Sebastiana, Barrio Obrero y La Magnolia zonas que representan una mezcla de contextos residenciales y comerciales, la institución refleja la diversidad social de su entorno. Esta heterogeneidad se manifiesta en el aula, donde convergen

estudiantes con realidades distintas que condicionan su acceso, permanencia y desempeño escolar.

Desde La Sebastiana, con su carácter predominantemente residencial, hasta el Barrio Obrero, con fuerte actividad comercial, cada entorno aporta particularidades que moldean las vivencias, perspectivas e interpretaciones de los estudiantes. Esta diversidad, aunque enriquecedora, también representa un reto en términos de equidad y calidad educativa.

Un aspecto distintivo del municipio de Envigado es su riqueza en biodiversidad ambiental, característica de su ubicación en el ecosistema andino del Valle de Aburrá. Esta biodiversidad se expresa en la variedad de especies animales y vegetales presentes en sus zonas rurales y periurbanas, muchas de ellas amenazadas por la expansión urbana, la contaminación y la pérdida de hábitats naturales.

No obstante, dicha biodiversidad representa una oportunidad educativa invaluable para fortalecer la conciencia ambiental y fomentar el sentido de pertenencia hacia el territorio. En este sentido, es fundamental que las instituciones educativas integren estos recursos naturales como base para el desarrollo de competencias científicas, críticas y éticas en los estudiantes, promoviendo una formación orientada hacia la sostenibilidad local.

Cabe resaltar que Envigado es un municipio que históricamente ha mostrado un fuerte compromiso con el desarrollo humano. Su comunidad, liderada por administraciones locales comprometidas, participa activamente en iniciativas orientadas a mejorar la calidad en educación, salud, vivienda y economía. Sin embargo, en la intersección entre tradición y modernidad, aún



persisten desafíos importantes relacionados con la formación crítica de los ciudadanos y la consolidación de una educación equitativa y contextualizada.

En este escenario, la educación emerge como eje fundamental para continuar posicionando a Envigado como el "mejor vivero de Colombia", lema que ha acompañado el crecimiento del municipio en los últimos años. En este marco, la innovación educativa se presenta como una vía necesaria para atender las necesidades de la comunidad, promover la equidad y fomentar una formación integral, crítica y transformadora en sus estudiantes.

Revisión de Estado del Arte

Estado actual del conocimiento:

En las últimas décadas, el enfoque STEM+A (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Arte) ha emergido como una respuesta pedagógica pertinente frente a las exigencias del siglo XXI. Este modelo educativo promueve el desarrollo de competencias integrales mediante una enseñanza interdisciplinaria que prepare a los estudiantes para enfrentar retos globales como el cambio climático, la desigualdad social y la transformación tecnológica (Beers, 2011). Su implementación se apoya en metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), que fomentan habilidades clave como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas reales.

No obstante, diversos estudios han identificado una serie de brechas que dificultan su consolidación efectiva, entre ellas la limitada integración de herramientas tecnológicas con fines pedagógicos, la escasa formación docente para implementar estrategias STEM+A, y la desconexión entre el aprendizaje escolar y las problemáticas del contexto comunitario. Este proyecto de investigación se planteó como una contribución al cierre de estas brechas, a través del diseño de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM+A, orientada al desarrollo del pensamiento crítico divergente y la conciencia ambiental en estudiantes de básica secundaria.

En el plano internacional, Beers (2011) subraya la necesidad de desarrollar habilidades del siglo XXI como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos desde una perspectiva interdisciplinaria. Esta visión es respaldada por Darling-Hammond (2019), quien argumenta que las evaluaciones auténticas como las que se sustentan en proyectos y retos

permiten aplicar conocimientos en contextos reales, favoreciendo aprendizajes más profundos y significativos. En Europa, Chavarría y Guede-Cid (2021) destacan cómo la educación STEM puede operar como una práctica transdisciplinar orientada a la resolución de retos sociales y ambientales en la escuela secundaria. Instituciones como la National Science Foundation (2013) y la OECD (2018) coinciden en la necesidad de fortalecer la formación docente y fomentar enfoques interdisciplinarios como vías para lograr una educación más pertinente, equitativa y transformadora. A su vez, la UNESCO (2015) y la ONU (2014) enfatizan que la educación para el desarrollo sostenible debe ser transversal al currículo, y reconocen en el enfoque STEM+A una herramienta eficaz para formar ciudadanos conscientes, críticos y responsables.

En el contexto nacional, el Ministerio de Educación Nacional (2020) ha evidenciado un bajo desempeño en comprensión lectora, especialmente en pruebas estandarizadas, lo cual revela una necesidad urgente de transformación de las prácticas pedagógicas tradicionales.

Investigaciones como las de Macanchí (2020) respaldan esta urgencia al demostrar que las metodologías activas, como el ABR, fortalecen las competencias para la vida y mejoran la calidad de los aprendizajes. En el ámbito regional, Beltrán y Enciso (2019) desarrollaron un recurso educativo digital en una institución de Cundinamarca, logrando mejoras significativas en habilidades investigativas y pensamiento crítico. De igual forma, un informe del MEN (2021) sobre el Área Metropolitana de Medellín revela debilidades en lectura crítica y ciencias, lo que respalda la elección del municipio de Envigado como escenario de intervención educativa.

A nivel local, en la Institución Educativa José Miguel de la Calle (2024), se ha detectado una desconexión entre el aprendizaje escolar y las realidades ambientales que enfrentan los estudiantes, lo cual limita su capacidad de reflexión crítica sobre el entorno. Este diagnóstico se



complementa con datos del Área Metropolitana de Medellín (2022), que señalan las desigualdades socioeconómicas como barreras estructurales para la equidad educativa, afectando el acceso a experiencias de aprendizaje contextualizadas y significativas.

La fundamentación teórica de este proyecto encuentra respaldo en el enfoque constructivista (Piaget, 1976), que entiende el aprendizaje como una construcción activa del conocimiento. El ABP, según Thomas (2000), permite aplicar saberes de forma práctica y significativa, lo que se alinea con los objetivos del enfoque STEM+A. Hattie (2009), por su parte, aporta evidencia empírica sobre la efectividad de prácticas educativas visibles, entre las que destacan la lectura crítica y el pensamiento metacognitivo como pilares del aprendizaje profundo. Desde una perspectiva clásica, Dewey (1938) ya defendía el aprendizaje experiencial como clave para el desarrollo del pensamiento crítico, mientras que autores contemporáneos como Beers (2011) reconocen el enfoque STEM como una oportunidad para conectar el conocimiento científico con la vida cotidiana a través de experiencias interdisciplinarias y creativas.

En términos de sostenibilidad, la educación debe formar ciudadanos capaces de pensar críticamente, actuar con creatividad y comprometerse activamente con la transformación de su entorno. La UNESCO (2015) plantea que uno de los objetivos fundamentales de la educación es capacitar a los estudiantes para contribuir al desarrollo sostenible. En este marco, la inclusión del arte en el enfoque STEM (convirtiéndolo en STEM+A) no solo estimula la creatividad, sino que también habilita procesos de reflexión ética sobre los desafíos sociales y ambientales actuales, favoreciendo una visión más humanista e integral de la educación.



Metodológicamente, el presente proyecto se inscribió en el paradigma cualitativo bajo el enfoque de investigación-acción (Stringer, 2014), el cual permite a los docentes reflexionar de manera crítica sobre su práctica, intervenir de forma contextualizada y evaluar continuamente los procesos implementados. Esta elección metodológica resulta coherente con los propósitos de transformación e innovación educativa, orientados al fortalecimiento del pensamiento crítico divergente, la alfabetización ambiental y la contextualización del aprendizaje en escenarios reales, pertinentes y sostenibles.

Análisis Crítico: ¿Por Qué Persisten las Brechas?

Aunque el enfoque STEM+A ha demostrado su potencial para fomentar habilidades del siglo XXI (Beers, 2011; Darling-Hammond, 2019), la evidencia sugiere que su implementación efectiva y la superación de brechas estructurales aún enfrentan barreras significativas. La literatura académica, tanto a nivel global como nacional, reconoce los beneficios de las metodologías activas; sin embargo, no siempre profundiza en las razones por las cuales estos modelos no logran permear el sistema educativo de manera masiva y sostenible.

La persistencia de las brechas radica en la tensión entre los nuevos paradigmas pedagógicos y la arraigada cultura educativa tradicional. A pesar de que la UNESCO (2015) y el MEN (2020) promueven la educación para el desarrollo sostenible y la mejora de la lectura crítica, la práctica educativa continúa anclada en modelos de transmisión de contenidos.



Esta inercia se explica por:

Paradigmas Educativos Arraigados: La enseñanza centrada en la figura del docente y la memorización, choca con la visión del STEM+A que requiere un enfoque interdisciplinario y centrado en el estudiante (Thomas, 2000). Esta resistencia al cambio se manifiesta en una dificultad para integrar los conocimientos de forma holística y significativa, lo que perpetúa la desconexión entre el aula y la realidad.

Limitaciones Estructurales: La falta de una política pública robusta que asegure la formación docente continua en estos nuevos enfoques y la escasez de recursos pedagógicos adecuados, son barreras que impiden la adopción de estas metodologías a gran escala. Aunque la necesidad de una educación más pertinente es reconocida, la implementación práctica se ve limitada por estos factores.

En este sentido, el presente proyecto se diferencia de estudios previos al no solo proponer una estrategia para cerrar las brechas, sino al reconocer que su éxito depende de un análisis crítico de las barreras institucionales, contextuales y de paradigmas que han impedido el cierre efectivo de esas brechas. Nuestra estrategia, basada en la investigación- acción, busca no solo ser un diseño teórico, sino una intervención práctica que demuestre cómo es posible superar estas brechas al contextualizar la educación y empoderar a los estudiantes y docentes como agentes de cambio

Marco Teórico

Para comprender el enfoque de esta investigación, se establecieron tres categorías principales de análisis: Educación STEM+A, Pensamiento Crítico Divergente y Sostenibilidad ambiental. Estas se complementan con seis categorías secundarias emergentes que permiten profundizar en dimensiones clave del proceso pedagógico, la definición y origen del enfoque STEM+A, la evaluación dentro de este modelo, la comprensión lectora, la creatividad e innovación, el desarrollo de habilidades del siglo XXI y la integración de tecnología en el aprendizaje.

La primera categoría principal, Educación STEM+A, integra diversos campos del conocimiento como la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas con las artes, permitiendo el desarrollo de capacidades críticas y creativas aplicadas en los contextos reales de los estudiantes y articuladas desde la interdisciplinariedad pedagógica, viéndose, así como un modelo educativo. Este enfoque busca conectar el aprendizaje académico con problemas del mundo real (Beers, 2011), fomentando la innovación y la conciencia social (Binkley, 2012). Basado en principios constructivistas, permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos de forma significativa, integrando teoría y práctica (González, 2021). En el contexto colombiano, ha sido promovido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), que ha reconocido su valor para dinamizar la enseñanza mediante el uso de TIC y estrategias didácticas activas (Arévalo y Gamboa, 2015; Beltrán & Enciso, 2019). A nivel internacional y regional, investigaciones como Chavarría y Guede-Cid (2021) y Johnson (2016) han demostrado que el enfoque STEM+A mejora la motivación estudiantil y fortalece competencias críticas, especialmente cuando se contextualiza en problemáticas sociales y ambientales.

Dentro de esta categoría, la definición y origen del enfoque STEM+A remite a su surgimiento en los años noventa como respuesta a la creciente demanda de profesionales en campos científico-tecnológicos. La inclusión de las artes (A) representa una ampliación significativa del modelo original, al permitir la integración de la creatividad y la sensibilidad estética en la resolución de problemas complejos (Beers, 2011; Binkley, 2012), lo que contribuye a una formación más holística, contextualizada y pertinente para los desafíos del siglo XXI. En cuanto a la evaluación en el enfoque STEM+A, esta debe ser formativa, auténtica y centrada en el estudiante. Estrategias como proyectos, presentaciones y autoevaluaciones permiten evidenciar la comprensión de manera integral, alineándose con los principios de aprendizaje significativo (Wiggins y McTighe, 2005; Darling-Hammond, 2017). Este tipo de evaluación busca reflejar situaciones reales y fomentar habilidades transferibles.

La segunda categoría principal, Pensamiento Crítico Divergente, se refiere a la capacidad de emitir juicios autorregulados a través de la interpretación, análisis, evaluación e inferencia de información. Desde una perspectiva constructivista, Vygotsky (1978) resalta que este tipo de pensamiento emerge en procesos activos de interacción y construcción del conocimiento.

En este sentido, la educación STEM+A, especialmente cuando se combina con metodologías como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), facilita el desarrollo del pensamiento crítico divergente al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas complejos, auténticos y contextualizados (Hattie, 2009).

De acuerdo con Macanchí Pico, Orozco Castillo y Campoverde Encalada (2020), el pensamiento crítico en estudiantes de básica se potencia mediante estrategias activas, situadas y

participativas que conectan el aprendizaje escolar con realidades cercanas al entorno del estudiante. En el contexto colombiano, se ha evidenciado que el uso de recursos digitales y estrategias activas fortalece significativamente estas habilidades (Beltrán y Enciso, 2019).

Una de las categorías secundarias asociadas es la comprensión lectora, entendida como una habilidad transversal esencial para el desarrollo académico. Según Monroy Romero y Gómez López (2023), esta constituye la base del aprendizaje significativo y crítico. En Colombia, los bajos niveles en esta competencia han generado preocupación (MEN, 2020), lo que demanda estrategias innovadoras. El enfoque STEM+A puede contribuir al fortalecimiento de la comprensión lectora mediante la contextualización de textos, su conexión con problemas reales y el uso de TIC que fomentan una interacción activa con diversos contenidos (González y Kuenzi, 2012).

Asimismo, la creatividad y la innovación son competencias fundamentales en el enfoque STEM+A, ya que permiten diseñar soluciones originales ante problemáticas reales. La inclusión del componente artístico potencia la creatividad al integrar disciplinas técnicas con expresiones estéticas (Binkley, 2012). Macanchí (2020) sostienen que la innovación educativa surge de estrategias diseñadas para transformar la práctica docente, mientras que Chavarría y Guede-Cid (2021) demuestran cómo los proyectos interdisciplinarios estimulan la creatividad en estudiantes de secundaria.

Otra dimensión fundamental es el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Hoy en día, la educación debe superar la mera transmisión de contenidos y enfocarse en promover competencias como el pensamiento crítico, la colaboración, la resolución de problemas y la comunicación

efectiva (Partnership for 21st Century Skills, 2009; Trilling y Fadel, 2009). Estas habilidades son esenciales tanto para la vida profesional como ciudadana, y se encuentran en el núcleo del enfoque STEM+A. Por su parte, la integración de la tecnología en el aprendizaje constituye una categoría transversal. Las TIC no solo facilitan el acceso a información, sino que también potencian la colaboración, la simulación de escenarios reales y la construcción de conocimiento. Herramientas como plataformas virtuales, software de modelado y recursos interactivos permiten dinamizar la enseñanza y mejorar la experiencia de aprendizaje (Johnson et al., 2016; Hattie, 2009).

La tercera categoría principal, sostenibilidad ambiental, aborda la necesidad de formar ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con la transformación de su entorno. La sostenibilidad ambiental, en particular, implica desarrollar en los estudiantes la capacidad de identificar, analizar y proponer soluciones a problemáticas socioambientales que afectan su comunidad. Según la UNESCO (2017), la educación para el desarrollo sostenible debe estar presente en todos los niveles del sistema educativo. El enfoque STEM+A, al integrar conocimientos técnicos con valores sociales y éticos, promueve no solo la comprensión de los desafíos ambientales, sino también el compromiso activo con su solución (Monroy Romero y Gómez López, 2023). Este proyecto articuló dichas dimensiones mediante actividades que combinaron los saberes STEM+A con los contextos locales y los retos de sostenibilidad, potenciando una educación más significativa, crítica y transformadora.

En síntesis, este marco de categorías de análisis proporciona una base sólida para comprender el impacto del enfoque STEM+A en el desarrollo de la comprensión lectora, el pensamiento crítico divergente, la creatividad, la innovación y la sostenibilidad ambiental. Las



categorías secundarias emergentes enriquecen el análisis al incorporar aspectos esenciales como la evaluación auténtica, la integración tecnológica y la promoción de habilidades del siglo XXI, fundamentales para una educación pertinente, equitativa y contextualizada.

Marco legal y normativo

La siguiente matriz presenta el marco legal y normativo que respalda la propuesta pedagógica del presente proyecto. Se detallan las leyes, decretos y políticas educativas colombianas que orientan el desarrollo de competencias, la sostenibilidad, la inclusión y la innovación educativa, junto con los artículos aplicables y su relación directa con los objetivos de la estrategia STEM+A. Esta base legal fortalece la pertinencia y coherencia del proyecto dentro del contexto educativo nacional.

Tabla 3. Matriz de marco legal

Ley o norma	Año	Descripción general	Artículos que aplican	Aplicabilidad para el proyecto
Ley General de Educación (Ley 115)	1994	Esta ley, detalla los principios y fines de la educación en Colombia, promoviendo el desarrollo integral del estudiante.	Artículos 13, 14 y 23	Promueve la educación como herramienta para la formación integral, permitiendo el desarrollo de competencias STEM +A en los estudiantes
Decreto 1860	1994	Reglamenta la organización curricular y el desarrollo de proyectos pedagógicos dentro de las instituciones educativas.	Artículo 36	Facilita la implementación de proyectos interdisciplinarios como el diseño de la cartilla guía STEM +A en el currículo institucional.
Ley 1620 (Sistema Nacional de Convivencia Escolar)	2013	Regula la promoción de la convivencia escolar y la formación para el ejercicio de los derechos humanos.	Artículos 2 y 3	Relaciona el enfoque STEM +A con la promoción de habilidades ciudadanas y éticas dentro del contexto educativo.



Ley 1753 (Plan Nacional de Desarrollo)	2015	Incluye el desarrollo sostenible como eje fundamental para el progreso del país, destacando la importancia de la educación en esta área.	Artículo 186	Vincula el proyecto con el desarrollo de competencias sostenibles, integrando educación ambiental y STEM.
Decreto 1421	2017.	Detalla las orientaciones para la atención educativa a poblaciones con necesidades educativas especiales.	Artículos 2 y 3	Posibilita la inclusión de estudiantes con necesidades especiales en las actividades propuestas en el proyecto.
Ley 1920 (Educación para el Desarrollo Sostenible)	2018	Promueve la implementación de programas educativos enfocados en el desarrollo sostenible y el cumplimiento de los ODS.	Artículos 1 y 4	Relaciona el proyecto con la meta de sensibilizar a los estudiantes sobre la sostenibilidad y su rol en la comunidad.
Decreto 1004 (Competencias Básicas)	2021	Define los lineamientos para el desarrollo de competencias básicas en ciencias, matemáticas y tecnologías.	Artículos 1 y 2	Vincula directamente la implementación de la cartilla guía STEM +A con el desarrollo de competencias en estas áreas.



Marco Metodológico

La presente investigación se enmarcó en un enfoque cualitativo con metodología de investigación-acción educativa, orientada a comprender y transformar realidades escolares mediante la reflexión sistemática sobre la práctica. Esta metodología se seleccionó por su carácter reflexivo y flexible, que permite que los procesos pedagógicos se diseñen de manera contextualizada, se implementen de forma crítica y se ajusten progresivamente en función de las necesidades observadas en el aula y en el contexto escolar.

La investigación-acción educativa se identifica por su carácter participativo, reflexivo y transformador. Permite la intervención directa en la práctica pedagógica, involucrando activamente a docentes y estudiantes como agentes clave del proceso. Este enfoque busca no solo generar conocimiento, sino también producir mejoras concretas en el entorno educativo a través de ciclos continuos de planificación, acción, observación y reflexión (Kemmis y McTaggart, 2014).

El estudio se desarrolló con estudiantes de sexto grado de bachillerato, seleccionados por su potencial para desarrollar habilidades fundamentales desde el inicio de la educación básica secundaria, favoreciendo la continuidad y proyección del proceso en los grados siguientes.

El proceso metodológico se estructuró en cinco fases interrelacionadas. La primera fue la fase de diagnóstico, en la que se recolectó información sobre el estado actual del pensamiento crítico, la lectura crítica y la conciencia ambiental en el grupo focal, mediante revisión documental (PEI, planes de área) y observación participante.

La segunda fase correspondió al diseño de la propuesta pedagógica. En esta etapa se formuló una estrategia interdisciplinaria sustentada en el enfoque STEM+A, integrando metodologías como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y la lectura crítica contextualizada. Se elaboraron secuencias didácticas que incluyeron herramientas tecnológicas, actividades artísticas y situaciones reales del entorno escolar y ambiental.

La tercera fase fue la implementación de la propuesta en el aula, acompañada de una guía docente y de actividades que abordaron problemáticas auténticas del contexto local. Esta etapa permitió aplicar la estrategia con el grupo seleccionado, promoviendo la interacción activa de los estudiantes con los contenidos, el entorno y sus pares.

Posteriormente, en la cuarta fase, se realizó la evaluación y el seguimiento del proceso. Se aplicaron instrumentos como rúbricas de evaluación, diarios de campo y entrevistas para valorar el impacto de la estrategia en el desarrollo de habilidades críticas, argumentativas, creativas y ecológicas. La evaluación fue continua y formativa, permitiendo ajustes pertinentes en función de los hallazgos obtenidos durante la implementación.

Finalmente, la quinta fase consistió en la sistematización y socialización de la experiencia. Se documentaron los aprendizajes generados para facilitar su transferencia a otros grados escolares o contextos educativos y se presentaron los resultados a la comunidad escolar, con énfasis en recomendaciones que favorezcan la sostenibilidad de la innovación pedagógica.

Esta metodología permitió documentar las experiencias vividas durante el pilotaje de la estrategia, reflexionar sobre su efectividad en el aula y generar transformaciones significativas en la práctica educativa. La elección de la investigación-acción se justifica por su capacidad para



promover la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, estimular la reflexión docente y facilitar el desarrollo de habilidades transversales como la comprensión lectora, el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. Además, contribuye a conectar el aprendizaje escolar con problemáticas reales, especialmente aquellas relacionadas con la sostenibilidad ambiental a nivel local y global.

En síntesis, el enfoque cualitativo y la metodología de investigación-acción ofrecieron el marco adecuado para diseñar e implementar una estrategia educativa innovadora y contextualizada, orientada a fortalecer el pensamiento crítico divergente y la conciencia ambiental en estudiantes de educación básica, en consonancia con los principios del enfoque STEM+A.



Descripción De La Población Y Muestra

La población de esta investigación está conformada por estudiantes de grado sexto (entre 11 y 13 años de edad) de la Institución Educativa José Miguel de la Calle; institución de carácter oficial ubicada en un contexto urbano con presencia de problemáticas socio ambientales locales. Esta población presenta características que la hacen propicia para el desarrollo de estrategias didácticas orientadas al desarrollo del pensamiento crítico divergente con enfoque en la sostenibilidad ambiental.

La muestra se seleccionó intencionalmente y estuvo compuesta por un grupo de 44 estudiantes, quienes participaron en el pilotaje de la estrategia didáctica basada en ABR y STEM+A, en el marco de un proyecto de investigación para optar el título de magister en Educación STEM para el desarrollo social.

Este grupo de estudiantes fue acompañado por el/la docente investigador en un rol de facilitador/a del proceso, bajo el marco metodológico de la investigación-acción. La muestra permitió valorar la pertinencia, aplicabilidad y efectos de la estrategia en el desarrollo de las competencias señaladas, así como documentar las experiencias y percepciones de los educandos en torno a su participación activa en el proceso.



Matriz de interesados y beneficiarios

La siguiente matriz identifica a los principales interesados y beneficiarios del proyecto educativo basado en la estrategia STEM+A. Se describe el rol de cada grupo, sus intereses, expectativas, posibles dificultades, nivel de predisposición y las estrategias propuestas para su vinculación y participación efectiva en el proceso. Esta caracterización permite orientar acciones pedagógicas, comunicativas y organizativas con el fin de garantizar el impacto y sostenibilidad de la propuesta en la comunidad educativa y su entorno.

Tabla 4. *Matriz de interesados y beneficiarios*

Grupo de interesados / beneficiarios	Intereses	Expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
Estudiantes de grado sexto	Aprender de forma activa, usar tecnología, expresarse creativamente, cuidar el ambiente.	Que las clases sean más dinámicas, útiles y conectadas con la realidad.	Falta de motivación inicial, dificultad en lectura crítica y pensamiento argumentativo.	Ambivalente / Neutral (al inicio); puede evolucionar a comprometido.	Aplicar metodologías activas, uso de retos reales, acompañamiento emocional y pedagógico constante.
Docentes del área STEM+A	Innovar su práctica, mejorar resultados de aprendizaje, responder a desafíos educativos actuales.	Contar con herramientas y formación para implementar nuevas metodologías.	Resistencia al cambio, falta de tiempo o dominio en enfoques interdisciplinarios y TIC.	Ambivalente a comprometido.	Realizar formación docente, co-creación de actividades, círculos de reflexión pedagógica, acompañamiento técnico.
Directivos de la institución	Mejorar el PEI, fortalecer resultados institucionales, alinearse con políticas de calidad educativa.	Que la estrategia contribuya a elevar el nivel institucional y su reconocimiento.	Falta de recursos o prioridades institucionales distintas.	Neutral a solidario.	Socializar resultados esperados, vincular la estrategia al PEI y a metas institucionales, mostrar evidencia de impacto.



Padres y cuidadores	Educación integral para sus hijos, mejora del rendimiento académico, fortalecimiento de valores.	Ver avances en lectura crítica, conciencia ambiental y pensamiento crítico divergente.	Falta de información o comprensión sobre el enfoque STEM+A, baja participación.	Neutral.	Campañas de sensibilización, invitación a ferias escolares, boletines de avances y logros de los estudiantes.
Comunidad local / ambiental	Protección del entorno, participación de los jóvenes en acciones comunitarias.	Que los estudiantes contribuyan con ideas y acciones sostenibles en el territorio.	Desarticulación con la escuela o apatía hacia los temas educativos.	Neutral.	Realizar actividades escolares abiertas a la comunidad, campañas ambientales lideradas por los estudiantes.

La siguiente matriz presenta las categorías de análisis y su respectiva operacionalización, establecidas para evaluar el impacto pedagógico de la estrategia STEM+A. En ella se definen conceptualmente y de forma operativa las variables clave relacionadas con la educación interdisciplinaria, el pensamiento crítico divergente, la comprensión lectora, la creatividad, la innovación y la sostenibilidad ambiental. Esta estructura permite orientar la recolección y análisis de evidencias a través de criterios claros y actividades concretas, favoreciendo así un seguimiento sistemático del aprendizaje y la transformación educativa en el aula.

Tabla 5. Matriz de recursos previstos.

Categoría	Recurso	Descripción / Uso previsto	Observaciones
Económicos	Recursos propios de los investigadores	Aporte de los autores del proyecto para desarrollo de actividades.	Se usaría para impresión y copias de guías, evaluaciones, entrevistas, etc.



Tecnológicos	Computadores y tabletas	Para la búsqueda de información, diseño de presentaciones, acceso a contenidos digitales.	Disponibles parcialmente en la institución y propiedad de los estudiantes se requiere asegurar disponibilidad por grupo.
	Conectividad a Internet	Uso en actividades de investigación, consulta y uso de recursos TIC.	Requiere asegurar cobertura estable en el aula o planes de datos de los estudiantes y docentes investigadores.
	Software de presentación y edición (PowerPoint, Canva, Word, etc.)	Diseño de recursos educativos, presentaciones y sistematización del proyecto.	Se puede trabajar con software libre.
Materiales	Guías didácticas impresas y digitales	Actividades interdisciplinarias con enfoque STEM+A.	Elaboradas por los investigadores, requieren impresión para los estudiantes.
	Material reciclable y de papelería	Para la construcción de proyectos creativos y prototipos ambientales.	Cartón, papel, pegamento, marcadores, tijeras, etc.
	Recursos artísticos (pinturas, plastilina, etc.)	Integración del componente "A" (Artes) en el desarrollo de soluciones creativas.	Importante para fomentar la expresión y creatividad.
Talento humano	Docentes de las áreas STEM+A	Diseño, implementación y acompañamiento en las actividades interdisciplinarias.	Requiere disposición y formación en la estrategia.



	Investigadores del proyecto	Responsables del diseño, pilotaje, seguimiento y sistematización de la estrategia.	Autores del proyecto.
	Estudiantes de grado sexto	Participantes principales del pilotaje e implementación.	Se requiere su participación activa y reflexiva.
	Expertos en revisión pedagógica	Evaluadores externos para validación de la estrategia.	Pueden ser docentes universitarios o asesores.

La siguiente matriz presenta las categorías de análisis y sus respectivas variables que guían el proceso de evaluación del proyecto pedagógico basado en el enfoque STEM+A. Se incluyen definiciones conceptuales y operativas de dimensiones clave como la interdisciplinariedad, el pensamiento crítico divergente, la comprensión lectora, la creatividad, la innovación y la sostenibilidad ambiental. Esta estructura permite observar cómo se integran los conceptos en la práctica educativa, orientando la medición del impacto formativo en los estudiantes de grado sexto.

Tabla 6. Matriz de categorías de análisis y operacionalización.

Categoría de Análisis	Subcategorías / Variables	Definición conceptual	Definición operacional
Educación STEM+A	Enfoque interdisciplinario	Integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes para resolver problemas reales del contexto.	Aplicación de guías didácticas y actividades que integren las áreas STEM+A mediante proyectos ambientales contextualizados.



Pensamiento crítico divergente	Evaluación en STEM+A	Forma auténtica y formativa de valorar el aprendizaje, con base en retos, proyectos y resolución de problemas.	Uso de rúbricas, diarios de campo y evidencias para evaluar procesos y productos de aprendizaje interdisciplinar.
	Producción de ideas múltiples	Capacidad para generar diversas soluciones frente a una situación problema.	Observación y análisis de la participación estudiantil en debates, propuestas y resolución creativa de retos.
	Argumentación y toma de decisiones	Capacidad de justificar ideas, evaluar alternativas y fundamentar decisiones.	Evidencia de discusiones grupales y construcción de proyectos.
Comprensión lectora	Lectura crítica y reflexiva	Capacidad de interpretar, analizar y relacionar textos con situaciones reales.	Actividades de lectura enfocadas en problemáticas ambientales y los ODS, con guías de análisis crítico.
Creatividad e innovación	Producción original	Capacidad para idear soluciones novedosas y útiles.	Desarrollo de prototipos, productos artísticos o soluciones ecológicas propuestas por los estudiantes.
Sostenibilidad ambiental	Conciencia ecológica	Conocimiento y valoración del entorno natural, y compromiso con su cuidado.	Participación en proyectos ambientales locales, propuestas de mejora ecológica desde el aula.



Integración de tecnología	Uso pedagógico de TIC	Empleo intencionado de herramientas digitales para enriquecer el aprendizaje.	Uso de recursos digitales (videos, simuladores, presentaciones) para investigar, comunicar y crear.
Habilidades del siglo XXI	Pensamiento crítico, colaboración, comunicación	Competencias necesarias para actuar de forma eficaz en contextos cambiantes y complejos.	Observación de trabajo en equipo, exposición oral, participación activa en las actividades del proyecto.

La siguiente tabla presenta la matriz de instrumentos de información utilizados para la recolección de datos en el desarrollo del proyecto pedagógico basado en el enfoque STEM+A. En ella se describen los instrumentos aplicados, su finalidad, las categorías de análisis asociadas y el tipo de datos recolectados, tanto cualitativos como cuantitativos. Esta diversidad metodológica permite una comprensión amplia y profunda del impacto de la estrategia en los estudiantes, docentes y el entorno educativo.

Tabla 7. *Matriz de instrumentos de información.*

Instrumento	Descripción / Finalidad	Categorías de análisis asociadas	Tipo de datos recolectados
Matriz DOFA Anexo 1	Identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proceso desde la perspectiva de los actores.	Evaluación de la estrategia, Educación STEM+A, Participación, Gestión del cambio	Cualitativos



Entrevistas Anexo 2 Validado por experto	Obtener percepciones y experiencias de estudiantes sobre la implementación de la estrategia STEM+A.	Educación STEM+A, Pensamiento Crítico Divergente, Comprensión Lectora, Conciencia Ambiental	Cualitativos
Rúbricas de evaluación Anexo 3 Validado por experto	Valorar el desempeño de los estudiantes en las competencias desarrolladas en las guías de la estrategia.	Educación STEM+A, Comprensión Lectora, Creatividad e Innovación, Pensamiento Crítico	Cuantitativos (escalas de desempeño)
Bitácoras de trabajo	Recolectar las evidencias de aprendizaje de los estudiantes a lo largo del proceso.	Pensamiento Crítico Divergente, Creatividad, Comprensión Lectora	Cualitativos
Videos	Documentar las actividades de aula, presentaciones y dinámicas colaborativas.	Integración de Tecnología, Trabajo Colaborativo, Creatividad e Innovación	Cualitativos (registro audiovisual)
Fotografías Anexo 4	Capturar momentos clave del proceso, productos y emociones durante el aprendizaje.	Creatividad, Conciencia Ambiental, Participación Activa	Cualitativos (registro visual)
Diarios de Campo. Observación participante Anexo 5	Registrar comportamientos, interacciones y dinámicas durante las actividades del aula.	Pensamiento Crítico Divergente, Creatividad e Innovación, Trabajo Colaborativo	Cualitativos



Ruta Metodológica

El diseño de la estrategia educativa *STEM+A para Fomentar el Pensamiento Crítico divergente con enfoque en sostenibilidad ambiental* se fundamentó en un proceso reflexivo y riguroso que reconoció la necesidad de comprender a fondo el contexto sociocultural, pedagógico y ambiental en el que se implementaría. Esta ruta metodológica se organizó en una fase preliminar, denominada Fase 0: Pre diseño, concebida como una línea de tiempo pedagógica que permitió construir, desde las bases, una propuesta educativa significativa, interdisciplinaria y contextualizada. A través de siete etapas clave, esta fase permitió articular el diagnóstico del entorno, la caracterización de los estudiantes, la elección de un modelo pedagógico pertinente, la formulación de un reto global, el diseño estructurado de fases pedagógicas, la articulación curricular y el desarrollo de instrumentos de evaluación coherentes con los propósitos formativos. Esta fase no solo anticipó la estrategia, sino que sentó las bases para una experiencia de aprendizaje auténtica, crítica y transformadora.

Fase 0: Pre Diseño De La Estrategia Educativa

Como docentes y diseñadores de la estrategia, se sabía que era fundamental iniciar con la comprensión profunda del contexto, los estudiantes y el propósito transformador. Por lo tanto, Se comenzó el proceso de pre diseño con las siguientes etapas:



Etapla 1: Caracterización Del Contexto Educativo Y Sociocultural

Antes de idear actividades o pensar en metodologías, se realizó una observación de la realidad de la Institución Educativa José Miguel de la Calle, en Envigado. De esta observación, se identificó que, es una comunidad diversa en lo socioeconómico, con una riqueza ambiental visible (fuentes hídricas, flora, fauna), el entorno urbano presentaba retos ambientales reales, ideales para un aprendizaje contextualizado y los estudiantes de sexto grado mostraban curiosidad, creatividad y poca sensibilidad ambiental, evidenciada en las diferentes actividades realizadas dentro de la dinámica institucional. Esto convenció de que el reto debía conectar lo escolar con lo ambiental, y que el contexto mismo sería el aula viva.

Etapla 2: Caracterización Psicopedagógica De Los Estudiantes

Para conocer a profundidad el estilo de aprendizaje predominante en el grupo de estudiantes observados, se aplicó el test de estilos de aprendizaje de Lynn O'Brien a 44 estudiantes. El análisis reveló estilos distribuidos en el siguiente resultado porcentual, 36% visuales, 31.7% auditivos, 32.3% kinestésicos. Con base a estos porcentajes, vimos la necesidad de utilizar dentro de nuestra estrategia metodologías activas, experiencias sensoriales y trabajo cooperativo.



Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia
Lynn O'Brien (1980)

Las actividades de este examen y planes de qué manera se aplica a usted. En cada caso evalúa el número que mejor describe su reacción a cada actividad.
Casi siempre 1. Frecuentemente 4. A veces 3. Rara vez 2. Casi nunca 1.

1. Puedo recordar algo mejor si lo escribo.
2. Al leer algo, las palabras se me ruboran o las veo en alto.
3. Nunca he leído las cosas para recordarlas mejor.
4. No me gusta leer o escuchar conferencias, prefiero simplemente comenzar a hacer las cosas.
5. Puedo visualizar imágenes en mi cabeza.
6. Puedo recordar mejor si escuché la música.
7. Nunca he escuchado conferencias cuando podía.
8. Puedo mejor cuando tengo la libertad de movimiento, estar sentado dentro de un escritorio me es para mí.
9. Tengo muchas cosas de lo que leo y escuché.
10. Me ayuda MIRAR a la persona que está hablando. Me mantiene motivado.
11. Se me hace difícil entender lo que una persona está diciendo si hay ruidos alrededor.
12. Prefiero que alguien me diga cómo tengo que hacer las cosas que leer las mismas cosas.
13. Prefiero escuchar una conferencia o una grabación a leer un libro.
14. Cuando me pongo a pensar en una palabra específica, una sola imagen y parece al alivio "cosa".
15. Puedo seguir fácilmente a una persona que está hablando aunque me ruboree está hacia abajo o me susurra cuando por una columna.
16. Es más fácil para mí leer un trabajo en un lugar tranquilo.
17. Me resulta difícil escuchar música, películas y gráficos.
18. Cuando escuché en silencio a un libro, prefiero seguir la última página.
19. Recordando mejor lo que la gente dice que se sugiere.
20. Recordando mejor el contenido de una lista que algunos.
21. Tanto más, pero nunca recuerdo a alguien.
22. Cuando estoy escuchando lo puedo o escuchando, la gente me me gusta.
23. Me resulta difícil crear imágenes en mi cabeza.
24. Me resulta difícil leer los libros que tengo que leer para hacer.
25. Mi recuerdo y mi escritura pueden verse un diagrama, pero se olvidaron desde una lista con.
26. Cuando estoy en un sistema, puedo "ver" la página en el libro de notas y la memoria.
27. No puedo recordar una lista de la información para controlarla mejor.

con un examen algo nuevo, pueden recordar la información, luego leer y luego hacerlo.
226. Me gusta completar una lista antes de comenzar una.
228. Una lista de cosas que hacer y hacer las cosas rápido lo.
231. No me gusta hacer un trabajo.
232. Cuando estoy tratando de recordar algo nuevo, por ejemplo, un número de teléfono, me ayuda leerme una imagen mental para hacerlo.
233. Para obtener una lista nueva, prefiero grabar en la mano a escucharla.
234. Faltarme en clase.
235. Para obtener una calificación para, prefiero leer un pequeño o escribir un informe.
236. Cuando tengo una gran idea, debo escribirlo inmediatamente, o la idea me huye.

Resultado del Test del Canal de Aprendizaje de preferencia
Cualitativamente transcribe los resultados en cada área:

1	2	3	4
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

Total Visual: _____ Total Auditivo: _____ Total Kinestésico: _____
Total Visual: _____ Total Auditivo: _____ Total Kinestésico: _____
Total Escrito: _____ Total de las 3 categorías: _____

Convierte cada categoría en un porcentaje:
Visual = $\frac{\text{puntos visual}}{\text{puntos total}} \times 100\%$
Auditivo = $\frac{\text{puntos auditivo}}{\text{puntos total}} \times 100\%$
Kinestésico = $\frac{\text{puntos kinestésico}}{\text{puntos total}} \times 100\%$

Diga en gráficos de su perfil:

Figura 2. Imagen referencial del pre test realizado para identificar estilos de aprendizaje de los estudiantes.

La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes, así como los totales y porcentajes generales por canal, evidenciando una tendencia mayor hacia el canal visual, seguido por el kinestésico y el auditivo.



Tabla 8. Datos pre test.

Estudiante	Visual	Auditivo	Kinestésico
1	45	35	40
2	51	37	43
3	69	39	33
4	35	31	29
5	37	30	32
6	32	33	25
7	45	39	33
8	37	36	35
9	37	32	28
10	40	30	52
11	36	23	30
12	44	37	37
13	44	49	45
14	41	37	35
15	41	35	31
16	44	45	33
17	41	31	21
18	47	46	35
19	42	37	39
20	51	40	51
21	31	29	41
22	52	43	53
23	46	43	38
24	37	27	29
25	23	32	34
26	38	30	45
27	39	41	34
28	47	31	25
29	36	25	28
30	32	36	30
31	51	42	36
32	30	26	38
33	50	46	46
34	48	39	39
35	41	40	35
36	43	41	47
37	17	27	53
38	42	34	33
39	36	37	40
40	43	42	40
41	40	34	31
42	41	40	29
43	28	27	38
44	41	40	29
Totales	1791	1574	1598
Porcentajes	36.1%	31.7%	32.2%

A continuación, se presentan dos representaciones gráficas que permiten visualizar de manera clara y comparativa los resultados del test aplicado para determinar los canales predominantes de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico) en un grupo de 44 estudiantes de sexto grado. El gráfico de barras ilustra la cantidad total de puntos obtenidos por cada canal, lo que permite identificar tendencias generales en las preferencias de aprendizaje del grupo. Por su parte, el gráfico de torta (o pastel) muestra la distribución porcentual de cada canal, facilitando una lectura rápida del predominio relativo de cada estilo. Estos resultados son fundamentales para orientar el diseño de estrategias pedagógicas diferenciadas, alineadas con los estilos de

aprendizaje más frecuentes en el grupo, y así favorecer una enseñanza más efectiva y personalizada

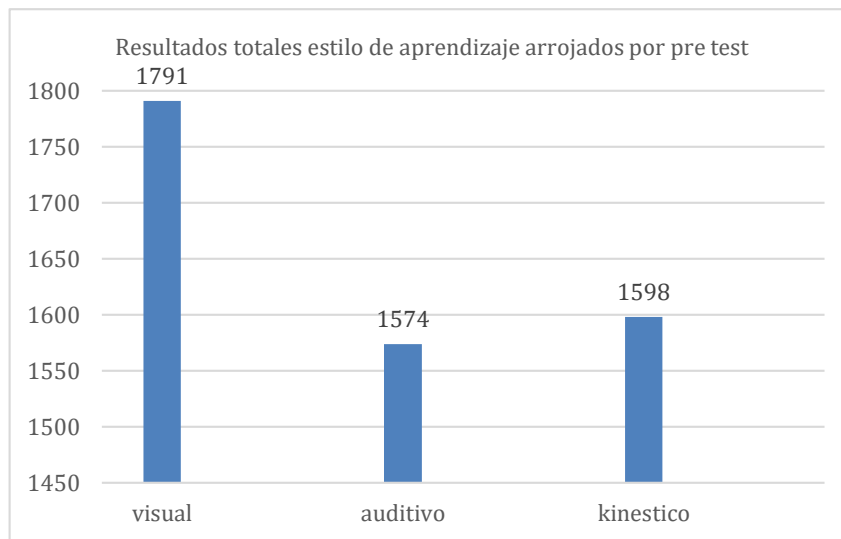


Figura 3. Gráfica de barras de resultados de pre

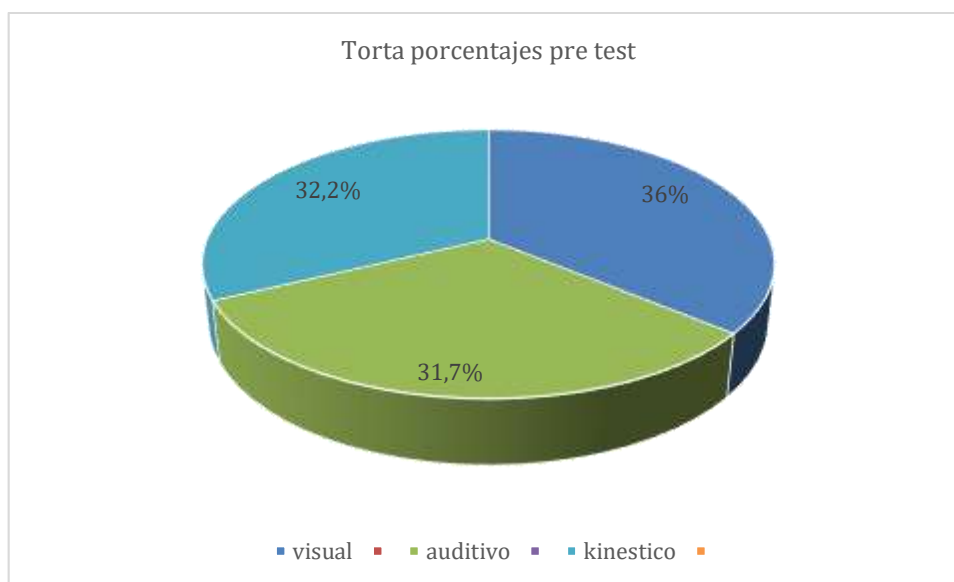


Figura 4. Torta porcentajes pre test.



Partiendo de estos datos se entendió que se debían diseñar actividades dentro de la estrategia que fomentaran la participación activa, el trabajo en equipo y el uso de herramientas visuales y tecnológicas. Y nació la decisión de optar por el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), por su enfoque experiencial, flexible y motivador.

El pre-test de estilos de aprendizaje se aplicó a la muestra de estudiantes para obtener un diagnóstico preciso sobre sus preferencias de aprendizaje. Los resultados revelaron que la mayoría de los estudiantes tenían una preferencia por el aprendizaje visual y kinestésico, con una menor inclinación hacia el aprendizaje auditivo.

Esta información no solo confirmó la pertinencia de las metodologías activas (como el Aprendizaje Basado en Proyectos), sino que también fue crucial para el ajuste preciso de las actividades en las guías didácticas. Por ejemplo:

Las actividades se diseñaron con un fuerte componente visual, incorporando el uso de diagramas, mapas conceptuales, infografías y herramientas digitales como Canva para la presentación de resultados. Esto se hizo para conectar directamente con la preferencia por el aprendizaje visual. Así mismo, se priorizaron las actividades prácticas y manipulativas (componente kinestésico). Las guías se orientaron a la construcción de prototipos, la realización de experimentos de germinación y la implementación de la huerta escolar, permitiendo a los estudiantes aprender a través de la acción.

Aunque el aprendizaje auditivo fue minoritario, se incluyeron espacios para la discusión en grupo y la socialización de ideas, fomentando la argumentación y el dialogo crítico.



De esta manera, la información del pre-test no solo fue un dato adicional, sino un pilar fundamental que permitió personalizar la estrategia y maximizar la participación y el compromiso de los estudiantes, garantizando que las actividades respondieran directamente a sus necesidades y preferencias de aprendizaje.

Etapla 3: Selección Del Modelo O Marco Para Estructurar El Reto Global: CBL De Apple

Desde la sugerencia del experto que validó la estrategia se analizaron diferentes marcos pedagógicos y se eligió el modelo Challenge Based Learning

(CBL, traducido al español como Aprendizaje basado en desafíos, de Apple (2008) porque se basa en retos reales, abiertos y con impacto social e integra de forma natural el pensamiento divergente en el aprendizaje de los estudiantes con el desarrollo de las actividades guías que fomentan el trabajo en equipo, la criticidad, la creatividad, la lluvia de ideas, los mapas de problemas, la innovación y la sostenibilidad favoreciendo la indagación, el diseño, la acción y la reflexión.

Este modelo ofrecía una estructura lógica y adaptable que encajaba perfecto con el enfoque STEM+A. que se tenía como base de la estrategia para promover la interdisciplinariedad.

Etapla 4: Formulación del reto global articulador

Con base en el contexto, los intereses de los estudiantes y los principios de sostenibilidad, se formuló el reto global o gran reto como se nombra en el marco CBL.



¿Cómo podemos, como agentes de cambio, diseñar soluciones creativas y sostenibles para proteger la biodiversidad y reducir la contaminación en nuestro entorno usando STEM+A?

Este reto se convirtió en el eje vertebral de toda la estrategia, guiando la creación de fases, actividades, preguntas orientadoras y productos de aprendizaje que le dieran solución.

Etapas 5: Formulación de las fases pedagógicas

El docente asesor de opción de grado de los investigadores, compartió un formato para estructurar la estrategia en cinco fases secuenciales, el cuál fue muy acorde para el diseño, ya que, de acuerdo a su secuencia permite evidenciar el ciclo del pensamiento crítico divergente y el modelo CBL, dentro de las cinco fases se esperaban los siguientes resultados:

Fase 1 Indagación: Observar y explorar el contexto para identificar su biodiversidad e identificar problemas de contaminación ambiental en el entorno.

Fase 2 Problematicación: Analizar causas y consecuencias de los problemas ambientales y comenzar a idear posibles soluciones sostenibles.

Fase 3 Resolución: Diseñar, prototipar y presentar las soluciones ideadas.

Fase 4 Sistematización: Reflexionar, documentar y argumentar el proceso realizado en las anteriores fases para transmitirlo.

Fase 5 Transferencia: Transmitir a otros los resultados. Aplicar lo aprendido en nuevos contextos y proyectar soluciones a otros contextos.

Se estableció que cada fase tendría propósitos claros, actividades integradas por enfoque STEM+A, productos esperados y criterios de evaluación formativa con sus respectivas rúbricas, que, aunque se estructuraron de forma secuencial para la solución del reto global, también podían ser solucionadas por separado fuera de la estrategia, quizá para otros proyectos o estrategias que vean como útiles dichas actividades.

Etapas 6: Articulación curricular e interdisciplinaria

Desde el principio y de la mano de las asesorías recibidas en opción de grado, se tuvo claro que no se quería una estrategia aislada, sino articulada con el currículo oficial de la institución en la que se llevaría a cabo su validación. Por lo tanto, se realizó revisión de los planes de estudio de Ciencias, Tecnología, Matemáticas, Arte y Educación Ética y se alineó cada fase y actividad con competencias, aprendizajes esperados y estándares básicos de educación. Esto permitió diseñar una estrategia realista, curricularmente coherente y pedagógicamente potente con miras a que pueda ser adaptada para ser desarrollada en otros contextos.

Etapas 7: Diseño de instrumentos de evaluación

Desde el quehacer docente se sabe que la evaluación debe ser parte del proceso y no solo un resultado final, por lo tanto, se diseñaron, rúbricas por cada fase; Instrumentos de observación, autoevaluación y espacios de retroalimentación entre pares.



Esto se diseñó con el objetivo de evaluar el desarrollo del pensamiento crítico divergente, trabajo individual y colaborativo, creatividad y sostenibilidad ambiental y no solo los contenidos teóricos que se pueden abordar en la ejecución de la estrategia.

Reflexión final del pre diseño

La Fase 0 puede ser comprendida como el corazón de toda la estrategia educativa. En ella se soñó, se organizó, se estructuró, se priorizó y anticipó posibles resultados. Fue un proceso lento, reflexivo y profundamente humano, que permitió mirar con honestidad y compromiso el quehacer docente.

Cada decisión tomada durante esta fase inicial fue guiada por una pregunta esencial que se planteó luego de la identificación del problema:

¿Cómo lograr que los estudiantes se conviertan en agentes activos de cambio en su entorno, aprendiendo con sentido y para la vida?

Más que una etapa preparatoria, la Fase 0 se constituyó en el cimiento conceptual, pedagógico y humano de toda la estrategia. A través de la comprensión del contexto, la escucha atenta a los estudiantes, la integración de marcos pedagógicos innovadores como el Challenge Based Learning (CBL) y la articulación del enfoque STEM+A con los principios de sostenibilidad, fue posible diseñar una propuesta educativa coherente, significativa y transformadora.

Este proceso consolidó el compromiso con una educación que conecte la escuela con la vida, el conocimiento con la acción y a cada estudiante con su capacidad de pensar

críticamente, crear con propósito y actuar con responsabilidad frente a los desafíos del mundo actual.

A continuación, se presentan las imágenes que sintetizan las etapas de pre-diseño y diseño de la estrategia didáctica basada en el enfoque STEM+A. Estas fases fueron fundamentales para estructurar una propuesta pedagógica contextualizada, innovadora e interdisciplinaria, orientada al desarrollo del pensamiento crítico divergente, la comprensión lectora y la conciencia ambiental en estudiantes de sexto grado.

La etapa de pre-diseño incluyó el diagnóstico del contexto, el análisis del grupo focal y la identificación de necesidades educativas prioritarias. Por su parte, la etapa de diseño dio lugar a la formulación de la estrategia (*Anexo 6*), integrando metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), recursos tecnológicos y actividades artísticas, todo ello articulado en secuencias didácticas que abordan problemáticas reales desde un enfoque holístico. Estas imágenes evidencian el proceso de planificación pedagógica y la estructuración de contenidos, recursos y actividades adaptados al perfil del grupo.



Figura 5. Esquema resumen de las fases de pre (creación propia)

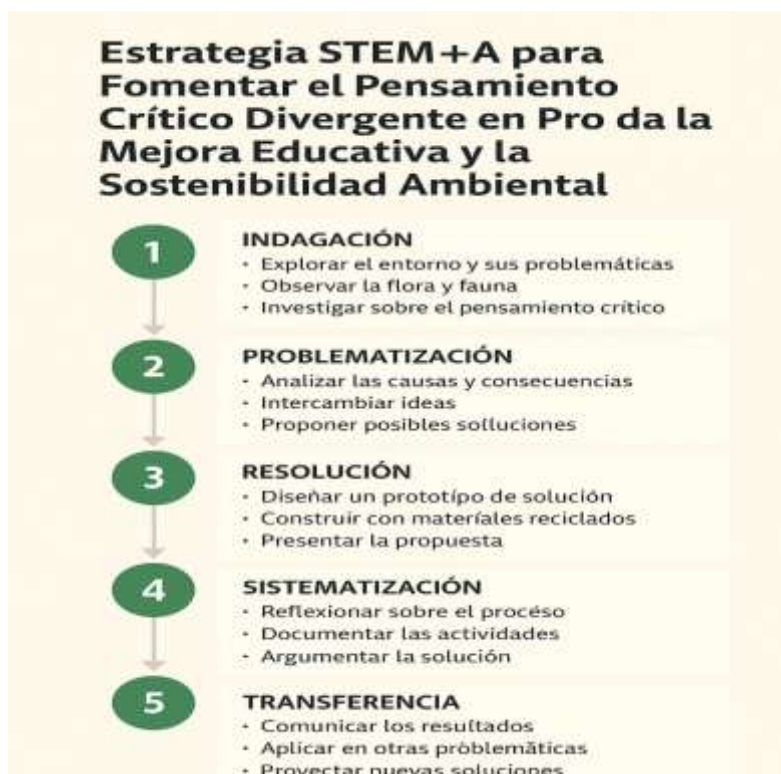


Figura 6. Esquema resumen de las fases de la estrategia (creación propia)

Cronograma de actividades

El siguiente cronograma presenta la planificación de las etapas clave del proyecto de investigación-acción educativa basado en el enfoque STEM+A. Se distribuyó desde febrero hasta mayo de 2025, abarcando actividades como la investigación inicial, el diseño e implementación de la estrategia, la recopilación de evidencias, el análisis de datos, la reflexión pedagógica y la elaboración del informe final. Cada fase está organizada de forma secuencial y articulada, permitiendo un seguimiento riguroso del proceso investigativo y facilitando los ajustes necesarios para garantizar la calidad y pertinencia de la intervención educativa.

Tabla 9. Cronograma

Actividad	feb-25	mar-25	abr-25	may-25
1. Investigación inicial	01/02/2025 - 15/02/2025			
2. Diseño de la estrategia		16/03/2025 - 30/03/2025		
3. Implementación de la estrategia			21/04/2025 - 30/04/2025	16/05/2025 - 31/05/2025
5. Recopilación de Evidencias			21/04/2025 - 30/04/2025	16/05/2025 - 31/05/2025
6. Análisis de Datos				16/05/2025 - 25/05/2025
7. Reflexión y Mejora				26/05/2025 - 31/05/2025
8. Presentación de Resultados				Fecha por definir
9. Evaluación Final				Fecha por definir
10. Informe Final				Fecha por definir



Resultados y análisis de resultados

Los resultados que a continuación se presentan responden al desarrollo progresivo del objetivo general de esta investigación: *Diseñar una estrategia STEM+A para fomentar el pensamiento crítico divergente con enfoque en la sostenibilidad ambiental*. Para lograrlo, se establecieron tres objetivos específicos que guiaron cada fase del proceso investigativo y metodológico, desde la fundamentación teórica hasta la validación práctica de la propuesta.

En primer lugar, abarcando el objetivo específico 1: *Identificar la estructura de una estrategia pedagógica, desde una revisión teórica del enfoque STEM+A y el pensamiento crítico divergente*. A través del análisis teórico y documental, se establecieron los componentes esenciales de una estrategia pedagógica coherente con el enfoque STEM+A. Este proceso permitió discernir cómo integrar disciplinas de forma articulada, potenciar la creatividad estudiantil y contextualizar el aprendizaje en problemáticas del entorno inmediato.

Esta revisión se apoyó en autores como Beers (2011) y Binkley (2012), quienes destacan que el enfoque STEM+A fomenta competencias críticas, creativas y resolutivas mediante la integración de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Matemáticas y las Artes. Además, desde una perspectiva constructivista, se reconoció que el pensamiento crítico divergente como lo plantean Vygotsky (1978) y Hattie (2009), se fortalece en contextos de aprendizaje activo, participativo y situado, especialmente cuando recurre a metodologías como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el Challenge Based Learning (CBL), que permiten una estructuración secuencial de actividades orientadas a la indagación, la creatividad, el trabajo colaborativo y la acción transformadora..



Asimismo, el modelo CBL fue reconocido como un marco metodológico idóneo para el diseño de la estrategia, pues permite estructurar el proceso en fases lógicas y coherentes, promoviendo la participación activa del estudiante en la solución de desafíos reales del entorno escolar y ambiental.

De este modo, los hallazgos teóricos no solo sirvieron de base para configurar una propuesta pedagógica coherente y contextualizada, sino que también orientaron la selección de componentes pedagógicos esenciales: Interdisciplinariedad, conexión con el entorno, integración de TIC, creatividad y evaluación auténtica. Darlinng-Hammond (2017).

Como resultado de la revisión documental y teórica, se identificaron los elementos clave que configuran una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM+A. Se reconoció la importancia de integrar las disciplinas del STEM con las artes para promover aprendizajes interdisciplinarios, creativos y contextualizados.

Esta revisión permitió definir una ruta metodológica clara la fase 0, en la cual se organizaron siete etapas previas al diseño de la estrategia, que incluyeron la caracterización del contexto, la selección de marcos pedagógicos, la formulación del reto global, y la estructuración de fases pedagógicas articuladas al currículo y orientadas a los ODS.

Estrategia educativa	Estrategia educativa bajo enfoque STEM+	Propuesta de formato presentación propuesta
Estrategia educativa La estrategia educativa es un plan de acción proyectado y coordinado para lograr un propósito formativo coherente con lo curricular. La estrategia educativa implica la identificación, formulación y ejecución (etapas de la estrategia) de decisiones estratégicas que guiarán todo el proceso educativo hacia sus metas a corto, mediano y largo plazo. Esto incluye: la caracterización psicopedagógica de la población; el reconocimiento del contexto educativo, cultural y social; las oportunidades de desarrollo social e individual; los recursos: humanos, técnicos, logísticos y didácticos involucrados. La estrategia educativa puede ser de carácter pedagógico, didáctico y/o curricular. - Nos referimos a estrategia pedagógica, como aquella estrategia orientada al desarrollo de procesos de aprendizaje y centrada en el estudiante. - Nos referimos a estrategia didáctica, como aquella estrategia orientada al desarrollo de procesos de enseñanza y centrada en el ejercicio docente. - Nos referimos a estrategia curricular, como aquella estrategia orientada a la gestión de los procesos académicos requeridos en el diseño y operacionalización de programas y/o planes de formación.	Desde la óptica del STEM+, se puede reinterpretar de la siguiente manera: Nos referimos a estrategia pedagógica bajo enfoque como aquella orientada al desarrollo de procesos de aprendizaje asociados a una o varias habilidades y de pensamiento (tipos de pensamiento), coherente psicopedagógico con la población objeto de la estrategia con las necesidades y expectativas de carácter social, o laboral (competencias) según sea el caso. <u>Las estrategias STEM+ se proyectan a mediano o largo (un periodo académico como mínimo).</u> Se caracteriza por integrar varios de los campos de conocimiento STEM+, normalmente implícitos en las áreas o asignaturas, programa o plan de estudio, mediante un proceso de investigación transversal asociado a un objeto de investigación (tópico o tema) inter y transdisciplinario, potencian el desarrollo del aprendizaje autónomo (independiente, cooperativo, colaborativo), utilizando o integrando métodos activos de aprendizaje. <u>Una estrategia STEM+, involucra obligatoriamente el articulado y sinérgico del cuerpo docente de cada una de las asignaturas involucradas, se articula y complementa con las actividades pedagógicas, didácticas y/o educativas que se desarrollen con la población objeto de la estrategia.</u>	Etapas: IDENTIFICACIÓN ESTRATEGIA Título de la estrategia: El título o nombre de la estrategia no es igual al del proyecto de investigación Propósito de la estrategia El propósito es una declaración prospectiva del alcance de la estrategia y supera en tal sentido espacio temporalmente la ejecución de esta, no debe confundirse con un objetivo Marco de competencias asociadas (de acuerdo con los planes de estudio institucionales) Es la declaración del conjunto de competencias, implícitas en la documentación curricular en relación con las cuales la estrategia se diseña y/o busca su desarrollo Marco de aprendizajes asociados (de acuerdo con los planes de estudio institucionales) Es la declaración del conjunto de resultados de aprendizaje implícitos en la estrategia y correlacionados con el marco de competencias

Figura 7. Formato arrojado en Opción de grado para diseño de la estrategia.

Posteriormente, se desarrollaron guías pedagógicas interdisciplinarias, que integran actividades desde las diferentes áreas del conocimiento (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y arte), orientadas a la exploración de problemáticas ambientales reales y a la generación de soluciones

En segundo lugar, se inició con el diseño de la estrategia, (la cual se relaciona en el anexo 6). Cumpliendo con el objetivo específico 2: *Diseñar una estrategia que en su ejecución involucre actividades desde las diferentes áreas del STEM+A en búsqueda de problemáticas ambientales y posibles soluciones, para desarrollar el pensamiento crítico divergente en pro de la mejora educativa y la sostenibilidad ambiental.*

Con base en la información obtenida en la fase diagnóstica y en los referentes teóricos, se diseñaron cinco fases pedagógicas secuenciales (Indagación, Problemатización, Resolución, Sistematización y Transferencia). Cada fase fue acompañada por guías con actividades integradas desde las áreas de Ciencias Naturales, Matemáticas, Tecnología, Artes y Educación Ética, todas articuladas a competencias curriculares y enfocadas en problemáticas ambientales del entorno inmediato.

Las guías se construyeron siguiendo criterios de aprendizaje activo, sensorial y colaborativo, en respuesta al diagnóstico psicopedagógico que mostró una distribución equitativa entre estudiantes con estilos visual, auditivo y kinestésico. Las actividades incluyeron prototipado, trabajo en campo, diseño de soluciones sostenibles, creación de productos artísticos y uso de recursos digitales, todo enmarcado en una lógica interdisciplinaria y coherente con el desarrollo del pensamiento crítico divergente. Dichas

guías fueron copiladas en un aula virtual con el fin de facilitar su transferencia:



Figura 8. Portada aula virtual con las guías de la estrategia.

<https://view.genially.com/6842402cda7365b8a81ca2d1/learning-experience-didactic-unit-stema-para-la-sostenibilidad-ambiental-local>

En tercer lugar, la estrategia fue enviada a validación por expertos direccionándose hacia el Objetivo Específico 3: *Validar la estrategia pedagógica, por medio de revisión de expertos y la Realización de una prueba piloto implementándola con una muestra representativa de los educandos del grado sexto de la Institución Educativa José Miguel de la Calle.*



Final
 Diseño de una Estrategia STEAM a la Guía Fomentar el Pensamiento Crítico Divergente en
 FPI de la Maestría Educativa y la Sostenibilidad Ambiental

Asignatura: Educación STEAM para el Desarrollo Social
 Docente: Yeimi Julieth Moreno
 Fecha: 20 de marzo de 2020
 Versión del documento: Yeimi Julieth Moreno
 Nombre del asesor: Ana María Preciado Rodríguez

Kelly Bustamante Giosa
 ID: 101914500
 kellybustamante@ustotomas.edu.co
 kbustamante@gmail.com

Asesoría: José Carlos León
 (JCSA0001)
 josecarlosleon@ustotomas.edu.co
 jleonsa@gmail.com

Validación de expertos:

A continuación, se presenta el instrumento de validación construido a partir de los
 ítems y Escala de Validación (EVAL), Anexo (2020) y Anexo, Anexo y FPI (2020).

con esta información se busca contar con una retroalimentación para ajustar y fortalecer
 la propuesta.

Evaluación de expertos:

Propósito: Evaluar el grado en que la estrategia pedagógica propuesta responde
 efectivamente a objetivos de la investigación, considerando su pertinencia, coherencia y
 alineación con:

Alfabetización de problemas ambientales reales del contexto con la
 comprensión del uso y de los recursos hídricos, la contaminación y los riesgos que estos
 representan para la zona. Desde una perspectiva integral que considere las
 dimensiones de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Arte (STEAM - A). En este
 contexto, los estudiantes desarrollarán habilidades críticas como el análisis de argumentos,
 la validación de hipótesis y la resolución de problemas. Además la implementación de esta
 estrategia, se promueve el pensamiento crítico divergente en la indagación de soluciones
 construidas con otros docentes asistentes, utilizando la metodología activa del
 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

Para cada aspecto, considere la siguiente escala:
 1 es totalmente
 2 es regular
 3 es bueno
 4 es excelente

Calificación

Se refiere al grado en que los conocimientos de la estrategia pedagógica (objetivos,
 contenidos, actividades, recursos) y evaluaciones están relacionados de manera lógica y
 consistente con el enfoque CBL y la estructura de pensamiento que se desea fortalecer,
 de manera que se garantiza que todo elemento contribuya de forma articulada al logro
 de los propósitos educativos planteados.

Categorías	Dimensiones de la categoría	1	2	3	4
Estrategia CBL	La estrategia desarrolla competencias con las necesidades contextuales y educacionales de la población objetivo.				
	Hay una integración disciplinaria clara y rigurosa de al menos diez áreas dentro de la estrategia.				
	La estrategia incluye un nivel importante del núcleo CBL, en todo momento y momentos de ciencias, tecnología y matemáticas.				
	La estrategia pedagógica fomenta habilidades del pensamiento crítico divergente como: la comprensión, la creatividad, el trabajo autónomo, la observación, la formulación de hipótesis, la propuesta de ideas y de cómo como de desarrollo.				
	Se ha tomado en cuenta el nivel de los estudiantes vinculados significativamente entre los estudiantes que forman un aprendizaje individual o colaborativo.				
	Los recursos tecnológicos empleados son adecuados y acordes con el desarrollo de la estrategia pedagógica.				
	La estrategia pedagógica incluye una evaluación reflexiva sobre los resultados de aprendizaje alcanzados y cómo fueron o no.				
	La implementación de la estrategia pedagógica se ha considerado de los conocimientos adquiridos.				
Instrumentos CBL	Los ítems de la prueba CBL y CBL, permiten evaluar el nivel de conocimientos, pensamiento divergente en los estudiantes.				
	La estrategia pedagógica de colaboración con los docentes de pensamiento que se desea desarrollar.				

Figura 9. Formato validación de expertos por la experta Yeimi Julieth Moreno Jiménez.

La estrategia fue sometida a un proceso de validación por parte de la experta Yeimy Julieth Moreno Jiménez, Coordinadora de la Maestría STEM para el Desarrollo Social, La retroalimentación, entre sugerencias positivas y de mejora valoraron principalmente reformular la pertinencia del reto global. Con base en sus sugerencias, se realizaron ajustes en la redacción de las preguntas orientadoras y la implementación de actividades de lluvias de ideas. Asimismo, se analizaron modelos como el *Challenge Based Learning (CBL)*, que se ajustó de manera pertinente a los principios del pensamiento crítico divergente, dado su énfasis en el abordaje de problemas reales, el trabajo colaborativo, la indagación y la acción reflexiva.

Posteriormente, se implementó una prueba piloto con estudiantes de sexto grado, durante un periodo de tres semanas. Se recopilaron evidencias cualitativas (videos, fotografías, producciones estudiantiles, diarios de campo) y cuantitativas (encuestas y rúbricas de evaluación). Los resultados evidenciaron una alta participación estudiantil,



mejoras en la capacidad de análisis, creatividad en la generación de soluciones ambientales, y fortalecimiento del trabajo colaborativo.

GUÍA DE CAMPO: EXPLORADORES DE LA NATURALEZA

Esta guía será desarrollada de forma individual y una vez finalizada se reunirá en su equipo de trabajo para seleccionar los diferentes hallazgos, (evitando repeticiones) para proceder en la realización del punto 5.

Recordar! ¡Se un explorador responsable! No dañar las plantas ni molestiar a los animales.

Nombre del estudiante: Angel Angel Santillo
Nombre del equipo (Dibujar un símbolo creativo al equipo):
Alfabeto de la Tierra
Fecha de exploración: 22-24 de Abril
Ubicación: zona rural de la Calle
Condiciones climáticas: Temperatura: agua con lluvia.

1. Observación de Flora y Fauna

Indicaciones:

- En compañía de sus padres o acudante explore su terreno con el fin de identificar la biodiversidad que le rodea. Pueden hacerlo en su barrio o zonas verdes cercanas la idea es que conozcan e identifiquen la flora y la fauna de nuestro municipio.
- Importante: Pídele a sus padres o acudante que te tomen fotografías y videos mientras haces la exploración, así que se te entienda lo mismo si estás pasando, la idea es verte casual haciendo la observación como todo un investigador y enviar estas fotografías al siguiente WhatsApp: 3193915660
- Realiza una tabla como la siguiente en hojas de block y registra en ella los especies observadas durante la exploración. Usa una aplicación como OneNote o Seck o la que tengas acostumbrado de este link: <https://www.onenote.com/es-la-mejor-idea-para-observar-durante-de-flora-y-fauna> para ayudarte a identificarlas.

Nota: Intenta dibujar todos los especies que encuentres en lugar de usar fotografías o imágenes, así potencias tu capacidad artística.

Nombre común	Nombre científico	Tipo (Planta/Insecto/Ave/etc.)	Características principales	Foto o Dibujo
Mariposa	Danaus plexippus	Insecto	Alas naranjas con negro, negro negro	

2. Datos Cuantitativos (Matemáticas & Ciencias)

Cantidad de especies identificadas: 18
Cantidad de las plantas observadas: 0
Cantidad de insectos: 0
Cantidad de animales: 11

¿Se cuenta con fuentes hídricas en el contexto? ¿Cuántas observaste y de qué tipo son?
charcos y mini lagos

Temperatura del ambiente (si es posible medirla): 16 °C

3. Análisis y Reflexión

Instrucción: Responde las siguientes preguntas con base en tu observación.

- ¿Cuáles fueron las especies más abundantes en la zona?
- ¿Notaste alguna relación entre ciertas plantas y animales (por ejemplo, insectos en flores)? Explica.
- ¿Qué diferencias encontraste entre diferentes áreas del lugar (sombra, sol, cerca del agua, etc.)?
- ¿Cómo crees que las actividades humanas han afectado el ecosistema que exploraste?

4. Representación Visual (Arte + Tecnología)

Instrucción: Dibuja o pega una foto de la especie que más te llamó la atención. Si usaste una aplicación para identificarla, anota su nombre y datos importantes.

5. Conclusión y Presentación: En clase firmará equipo de trabajo, crearán el nombre creativo del equipo y una presentación del mismo para luego hacer este punto.

Instrucción: Con tu equipo, organiza los datos obtenidos y prepárense para compartir sus hallazgos en una presentación creativa. Pueden usar gráficos, ilustraciones y herramientas digitales para enriquecer su exposición.

Nota: Resolver todo en hojas de block.

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo (planta, insecto, ave)	Características Principales	Dibujo
Mariposa	Lepidoptera	Insecto	Es pequeña basta de colores los alargados al medanamente	
Gusano	Anélido	Animal invertebrado	Es largo, pequeño, un poco largo y vive bajo tierra o sobre ella	
Mosca	MUSCA	Insecto	Es de colores tes espesas basta de su tamaño Es negro translucido y come de casi todo	
			Es pequeña tiene unas alas rápidas	

collari	Trochilidae	Ave	Es pequeña tiene unas alas rápidas y un pequeño busto plumas floras	
Ardul	Bambusa	Planta	Es grande dura y es o se usa para dormir lugares	
Arbol	Mentha	Planta medicinal	Es una planta aromatizada y de medicina	



GUÍA DE CAMPO PARA IDENTIFICAR TIPOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN TU BARRIO O ZONAS CERCANAS

Una vez visualices el video introductorio:

<https://www.youtube.com/watch?v=UjiaYv7T9w0>

Responde la siguiente guía en hojas de block e identifica las fuentes contaminantes que hay en tu barrio o zonas cercanas, luego piensa y propone posibles soluciones ambientales para combatirlas.

Nombre del estudiante: Fabiana Lucía Rodríguez Valencia

Fecha: _____

Lugar de observación: Cancha, alberca, patio, Avenida del Colegio a mi casa

1. Explica con tus propias palabras, ¿Qué es la contaminación ambiental?

2. Tipos de contaminación y cómo identificarlos

1. Contaminación del aire (atmosférica)

¿Cómo reconocerla?

- Aire con humo, gases o mal olor.
- Cielo gris o nublado sin que se vea lluvia.
- Personas con tos o dificultad para respirar.

¿Cuál de las anteriores observaste en tu entorno? Investiga sobre las fuentes de esa contaminación:

2. Contaminación del agua

¿Cómo reconocerla?

- Aguas con espuma, basura o aceites flotando.
- Aguas con colores.
- Olor extraño en quebradas.
- Peces o malos animales acuáticos.

¿Cuál de las anteriores observaste en tu entorno? Investiga sobre las fuentes de esa contaminación:

3. Contaminación del suelo

¿Qué es la contaminación ambiental?

La contaminación ambiental es cuando uno contamina el medio ambiente como el agua, el suelo, el humo, el no basarse.

¿Cuáles son los tipos de contaminación?

Contaminación del aire: se reconoce por el humo de los carros por el gas rebolado por el humo del cigarrillo.

fuentes de contaminación de aire: humo de carros, cigarrillos, fumos, fábricas.

Contaminación de agua: se reconoce por olor feo, Bacterias, Aceites, químicos, y otros sustancias más.

fuentes de contaminación de agua

Basura que contamina mucho el medio ambiente.

Contaminación del suelo: se reconoce como líquidos, desechos, basuras, comida, desechos de animales.

Contaminación sonora: se reconoce cuando escuchamos música en alto volumen, cuando las personas gritan.

Contaminación lumínica: fuentes de contaminación luces, luz solar.

GUÍA DE CAMPO: DETECTIVES AMBIENTALES

Esta guía será desarrollada de forma individual en hojas de block y una vez finalizada se reunirá en un equipo de trabajo para seleccionar las diferentes hallazgos, evitando repeticiones para proceder en la realización del punto 5.

Nombre del estudiante: Deliciae Rose Escobar Mejía

Equipo: (Deliciae Rose Escobar Mejía)

Fecha: _____

A. Exploración y observación (Trabajo independiente)

Introducción:

1. Explora tu entorno cercano (parque, escuela, barrio, río, etc.).
2. Observa y registra los diferentes impactos de los tipos de contaminación identificados sobre la biodiversidad.
3. Toma fotografías o dibuja las evidencias de los impactos en la fauna, flora y recursos hídricos. **Nota:** Representa de forma creativa las evidencias.
4. Completa la siguiente tabla:
5. Responde las preguntas al final de la tabla. (Trabajo colaborativo)

Tipo de contaminación	Ubicación	Evidencia observada (foto/dibujo)	Impacto en la biodiversidad
Aire			
Agua			
Suelo			
Sonora			
Visual			

- ¿Cuál es el problema ambiental más grave identificado?
- ¿Cómo afecta a la biodiversidad?
- ¿Qué acciones se podrían tomar en la escuela para ayudar a resolverla?
- ¿Qué aprendiste sobre el impacto de la contaminación en la biodiversidad?
- ¿Qué acciones personales puedes tomar para reducir la contaminación en tu



B. Trabajo colaborativo (Con docentes y comunidad)

Instrucciones:

1. En equipo, compartan sus hallazgos y comparen la información recolectada para evitar repeticiones.
2. Dialoguen con miembros de la comunidad (familiares, vecinos, docentes) sobre su percepción de la contaminación y posibles soluciones.
3. Anoten las ideas obtenidas en la lluvia de ideas:

Ideas propuestas por la comunidad para reducir la contaminación:

3. Análisis y presentación

Instrucciones:

1. Con base en los datos recolectados, el equipo elaborará un **Mapa de Problemas Ambientales**, señalando las zonas más afectadas.
2. Con creatividad y apoyados en la lluvia de ideas, identifiquen una **posible solución innovadora** y preséntela en uno de los siguientes formatos:
 - o Póster informativo.
 - o Video explicativo.
 - o Maqueta o prototipo de la solución propuesta.

Tipo de contaminación	Ubicación	Evidencia ambiental
Aire	Todo Enviado	
Agua	El río del puente Negro	
Suelo	En una esquina del Calleón Rubén Darío Guerrero	
Sonora	Por el colegio Rubén Darío en el campo San Fernando	
Visual	Cerca de la calle 95a 50-26 Campo Santuario	

Impacto en la biodiversidad
El humo contiene gases tóxicos y partículas que contaminan el aire. Esto afecta a aves, insectos y plantas al dañar sus sistemas respiratorios y hojas. También contamina el suelo.
Los ríos contaminados afectan gravemente a los peces, anfibios, insectos acuáticos y plantas que viven en el agua.
La atracción de animales como ratas, moscas o perros callejeros, alterando la fauna natural. También puede terminar en ríos o quebradas afectando más.
El ruido altera la conducta de muchos animales, especialmente aves, insectos y mamíferos. Puede impedir su comunicación, causar estrés, alejarlos de sus hábitats entre otros.
Aunque no afecta directamente a los animales, si altera el paisaje natural y cultural. Si se hacen en áreas naturales o patrimoniales, se pierde el valor estético del entorno y se transmite desorden.

• ¿Cómo afecta la biodiversidad?

• Cambios en la distribución de especies, el aumento de enfermedades de pérdida de hábitats y la alteración de los ciclos de vida.

• ¿Qué acciones se podrían tomar en la escuela para ayudar a resolverlo?

• Hacer diversas acciones enfocadas en la concienciación y la reducción de huella de carbono y la adaptación a los factores del cambio climático.

• ¿Qué aprendiste sobre el impacto de la contaminación en la biodiversidad?

• Tiene un impacto devastador en la biodiversidad reduciendo la diversidad de especies.

B. Trabajo colaborativo

Ideas propuestas por la comunidad para reducir la contaminación:

Proponer charlas sobre la contaminación y cuidado medio ambiente.

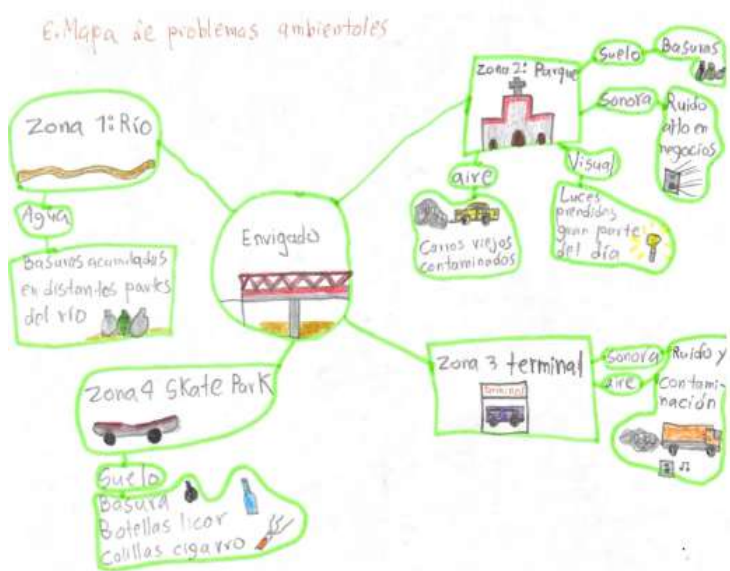


Figura 10. Muestra tomada de guías de las fases 1 y 2 de la estrategia.

Finalmente, se realizaron las rúbricas de evaluación de cada fase aplicadas por los estudiantes participantes y por el docente investigador participante; las cuales, mostraron que más del 75% de los estudiantes lograron niveles altos en indicadores asociados al pensamiento crítico divergente, mientras que los instrumentos de entrevista (autoevaluación) reflejaron una percepción positiva del aprendizaje significativo y el sentido de responsabilidad ambiental.



Figura 11. Muestra tomada de las rúbricas de evaluación de la estrategia.

Entrevista de Entrevista para Evaluar estrategia STEM + A

Entrevista para Estudiantes de Séptimo Grado estrategia STEM + A

1. Introducción a la Entrevista
Hola, esta entrevista es para que nos cuentes la experiencia en la estrategia que hacemos en clase. Queremos saber cómo lo viviste, qué aprendiste y qué opinas sobre las actividades que realizamos. Tus respuestas nos ayudarán a mejorar futuras propuestas.

2. Preguntas Iniciales

1. ¿Qué hiciste tú en la estrategia? ¿Cuál fue tu tarea o la que más hiciste?
2. ¿Qué entiendes tú por STEM + A? ¿Qué crees que significa?

3. Lo que Aprendiste y lo que más te gustó

3. ¿Aprendiste a pensar de nuevas formas para resolver problemas? ¿Puedes darme un ejemplo?
4. ¿Crees que ahora entiendes más el medio ambiente después de las actividades de la estrategia? ¿Por qué?
5. ¿Se te ocurrió alguna idea nueva o creativa para cuidar tu comunidad o el ambiente? Cuéntame más.

4. Relación con tu vida y tu comunidad

6. ¿Las actividades de la estrategia tuvieron de algo que pasar en tu barrio o comunidad? ¿Qué más?
7. ¿Te gustaría hacer en algo que tiene que ver con tu vida diaria o con tu barrio? ¿Por qué?

5. Uso de Tecnología

8. ¿Usaron computadoras, tabletas u otros herramientas tecnológicas en la realización de la estrategia? ¿Cómo las usaron?
9. ¿Crees que la tecnología te ayudó a pensar con más creatividad o a encontrar mejores ideas? ¿Por qué?

6. Dificultades o Problemas

10. ¿Tuvieron todo lo que necesitaban para hacer bien las actividades de la estrategia (materiales, espacio, tiempo)?
11. Si te faltó algo, ¿qué crees que habría ayudado a que fuera mejor?

7. Opiniones sobre los Profes y la Forma de Trabajar

12. ¿Qué opinas de cómo los profes resolvieron con esta estrategia? ¿Te gustó cómo lo hicieron?
13. ¿Qué crees que podrían hacer diferente los profes para que aprendamos más con estas estrategias?

8. Cambios y Futuro

14. ¿Te gustaría hacer otra estrategia parecida? ¿Sobre qué te gustaría que fuera?
15. ¿Qué cosas cambiarías o mejorarías si volvieras a hacer esta estrategia?

9. Para Terminar

16. ¿Qué fue lo que más te gustó de la estrategia?
17. ¿Hay algo más que quieras contar o agregar?

Gracias por tu tiempo.

Figura 12. Muestra tomada de las entrevistas (autoevaluación) realizada a participantes de la prueba piloto de la estrategia

Logros de la Estrategia

Pensamiento Crítico Divergente: Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes (24 de 44) alcanzaron un nivel alto en esta dimensión, lo que demuestra la efectividad de la estrategia en fomentar la capacidad para generar múltiples soluciones y analizar su entorno.

Trabajo Colaborativo: Un total de 22 estudiantes obtuvieron un puntaje alto en esta competencia, lo que se refleja en la fluidez del trabajo en equipo y el intercambio de ideas para resolver problemas reales.

Conciencia Ambiental: La gran mayoría de los estudiantes (25 de 44) se ubicó en el nivel alto. Esto sugiere que el proyecto logró no solo aumentar su conocimiento, sino también su compromiso y sentido de responsabilidad con el cuidado del medio ambiente.

El Proceso y la Evidencia

El análisis de los datos cualitativos, provenientes de los diarios de campo y las entrevistas a estudiantes, se realizó mediante un proceso de codificación y categorización que permitió estructurar y sintetizar la información.

Identificación de Categorías: Se estableció una matriz de categorías de análisis que partía de los objetivos del proyecto. Se definieron categorías principales como: Educación STEM+A, Pensamiento Crítico Divergente, Sostenibilidad Ambiental.

Codificación Abierta: Se revisaron los textos de los diarios y las transcripciones de las entrevistas, asignando códigos descriptivos a segmentos de texto relevantes. Por ejemplo, la frase “no solo hacíamos lo que decía el profe, sino que pensábamos en muchas formas diferentes para resolver un problema” se codificó como "Producción de ideas múltiples"

Análisis Cruzado: Los códigos y subcategorías fueron agrupados para identificar patrones y relaciones entre las diferentes fuentes. Esto permitió conectar la evidencia de los diarios de campo con las percepciones de los estudiantes, expresadas en las entrevistas, fortaleciendo la validez de los hallazgos.

Evidencias del Desarrollo de Habilidades

El análisis cualitativo confirma los resultados cuantitativos y aporta una visión profunda del impacto de la estrategia en los estudiantes.

Pensamiento Crítico Divergente: Los diarios de campo revelan que los estudiantes pasaron de la observación pasiva a la formulación de preguntas críticas, como "¿Qué pasaría si nadie separara la basura?" Las entrevistas corroboran esta evolución, mostrando



que los estudiantes ya no solo piensan en lo que les dicen los profesores, sino que empiezan a hacerse preguntas.

Conciencia Ambiental: La evidencia cualitativa demuestra que la sostenibilidad se convirtió en una práctica, no solo en un concepto. Las entrevistas reflejan cómo los estudiantes llevaron el aprendizaje a sus hogares: "Ahora en mi casa les digo a mis papás que debemos separar bien los residuos y que no dejen la llave abierta". Los diarios de campo también registran acciones como la creación de "Embajadores Ambientales" y la participación de la comunidad en la recolección de reciclaje, evidenciando el liderazgo estudiantil.

La voz de los estudiantes

El análisis cualitativo, extraído de los diarios de campo, los registros de observación y los productos de los estudiantes, confirma y complementa los hallazgos cuantitativos. A través de un proceso de codificación y categorización, emergieron dos categorías principales que demuestran el impacto de la estrategia STEM+A en la transformación de los estudiantes: el desarrollo de un Pensamiento Crítico Divergente y el fortalecimiento de la Conciencia Ambiental.

Desarrollo del Pensamiento Crítico Divergente

Los datos cualitativos revelan una evolución en la forma en que los estudiantes abordan los problemas. Antes de la intervención, sus respuestas solían ser lineales y centradas en una única solución. Sin embargo, tras la implementación de la estrategia, se observaron cambios significativos.



De la pasividad a la proactividad: Las observaciones de clase muestran que los estudiantes pasaron de ser receptores de información a ser investigadores activos. Por ejemplo, en el módulo de la huerta escolar, un estudiante comentó: “No sabíamos que una planta podía tener tantos problemas, y tuvimos que pensar en cómo resolverlos todos, no solo uno”. Este comentario refleja la capacidad de considerar múltiples variables para encontrar soluciones.

Conexión interdisciplinar: Los estudiantes comenzaron a conectar conceptos de diferentes áreas. En el proyecto de calidad del agua, un grupo aplicó sus conocimientos de Ciencia Naturales, para entender la contaminación, pero también de matemáticas para calcular el pH y de arte para diseñar carteles de concientización. Uno de los estudiantes anotó: “Me di cuenta de que la ciencia, el arte y las matemáticas no están separadas; se necesitan entre sí para solucionar un problema real”.

Fortalecimiento de la Conciencia Ambiental.

El enfoque en la sostenibilidad ambiental no solo aumentó el conocimiento de los estudiantes, sino que también transformó su percepción y compromiso con su entorno.

Identificación y reflexión: Los diarios de campo del docente registran cómo los estudiantes comenzaron a identificar problemas ambientales en su propia comunidad. En la fase inicial del proyecto, muchos no reconocían la contaminación de la quebrada cercana como un problema, pero después de las actividades de indagación, manifestaron una clara preocupación. Un estudiante escribió: "El proyecto me hizo ver que la basura que tiramos aquí no desaparece, va a afectar a nuestra quebrada. Ahora pienso dos veces antes de botar algo al suelo".



Empoderamiento como agentes de cambio: La estrategia no solo generó conciencia, sino que también empoderó a los estudiantes para actuar. En el proyecto de germinación, los estudiantes no solo aprendieron sobre las plantas, sino que también se apropiaron de la responsabilidad de cuidarlas. Un grupo decidió crear un "club ambiental" después de la intervención, lo que evidencia un compromiso a largo plazo y una actitud proactiva frente a los desafíos ambientales.

Este análisis cualitativo confirma que la estrategia STEM+A no solo mejora los puntajes, sino que transforma el pensamiento y la actitud de los estudiantes, validando la hipótesis de que este enfoque es una herramienta poderosa para fomentar el pensamiento crítico divergente y la conciencia ambiental.

Discusión de Resultados e Implicaciones Pedagógicas

Implicaciones en la práctica docente y sugerencias de mejora institucional

Los resultados obtenidos permiten reflexionar de manera profunda sobre las transformaciones posibles en la práctica docente cuando se incorporan enfoques pedagógicos innovadores, como el STEM+A, articulados con metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Retos (ABR). Esta experiencia demostró que es posible romper con la fragmentación curricular y proponer espacios de aprendizaje más integrados, significativos y comprometidos con el contexto.

Desde la práctica docente, la estrategia permitió resignificar el rol del profesor, quien pasó de ser transmisor de contenidos a facilitador de experiencias de aprendizaje.



Esta transición implicó diseñar guías didácticas interdisciplinarias, crear ambientes participativos, acompañar procesos de indagación y evaluar desde una perspectiva formativa. En este sentido, uno de los mayores aprendizajes fue comprender que el pensamiento crítico divergente no se desarrolla desde la imposición de respuestas correctas, sino desde la apertura al cuestionamiento, la argumentación y la construcción colectiva de soluciones.

Se identificó como necesidad fundamental fortalecer espacios institucionales de formación continua en enfoques interdisciplinares, evaluación auténtica y didácticas para la sostenibilidad. De igual forma, es importante promover la planificación conjunta entre áreas, a fin de diseñar secuencias integradas que partan del contexto real de los estudiantes. Estas acciones permitirán consolidar una escuela más reflexiva, creativa y comprometida con la transformación social y ambiental.

A nivel institucional, se recomienda avanzar hacia una cultura pedagógica que valore la innovación, documente las experiencias exitosas y amplíe las oportunidades de participación para estudiantes, docentes, familias y comunidad. Fortalecer las alianzas con organizaciones ambientales, incorporar proyectos comunitarios al currículo y dar continuidad a propuestas como STEM+A son acciones clave para generar un impacto duradero.



Resultados concretos: evidencias del impacto pedagógico

El análisis de las entrevistas, rúbricas, productos estudiantiles y demás instrumentos de evaluación permitió identificar transformaciones tangibles en los estudiantes y en el ambiente de aprendizaje. A continuación, se sintetizan algunos resultados representativos:

En el desarrollo del pensamiento crítico divergente, las rúbricas diseñadas para valorar las fases del reto mostraron mejoras significativas en la capacidad de los estudiantes para analizar problemáticas ambientales, generar múltiples soluciones y tomar decisiones fundamentadas. En la fase de resolución, el 85% de los estudiantes alcanzó un nivel alto o superior en la dimensión de producción de ideas creativas. Un ejemplo concreto fue la creación de un filtro casero para agua lluvia, que combinó conocimientos de ciencias, tecnología, arte y conciencia ambiental.

En los avances en comprensión lectora crítica, durante la lectura y análisis de textos relacionados con biodiversidad y contaminación, se observó un progreso en la capacidad de los estudiantes para interpretar intenciones comunicativas y establecer conexiones entre el contenido leído y su realidad. En las guías de lectura aplicadas, el 77% logró hacer inferencias y reflexiones críticas a partir de los textos trabajados.

En cuanto a la apropiación de la conciencia ambiental desde la acción, la participación en actividades como la siembra de huertas, la construcción de señalización ecológica y la elaboración de campañas escolares permitió a los estudiantes comprender la sostenibilidad no como un concepto abstracto, sino como una acción cotidiana. En las entrevistas finales, frases como “entendí que nosotros también somos responsables del



cambio” o “yo puedo hacer algo por mi comunidad” evidencian este proceso de apropiación.

Asimismo, en el uso significativo de tecnologías, los estudiantes utilizaron herramientas digitales como Canva, PowerPoint, grabaciones de audio y cámaras para crear, comunicar y evaluar sus aprendizajes. Esta integración no solo fortaleció sus competencias digitales, sino que permitió que el aprendizaje fuera más visual, interactivo y adaptado a sus estilos de aprendizaje.

Finalmente, como docentes acompañantes de la estrategia se destaca que esta experiencia permitió ver a los estudiantes desde otra mirada, reconocer habilidades no evidenciadas en clases tradicionales y promover una participación más activa y genuina. Señalando que al inicio se pensaba que sería muy complejo el proceso, pero verlos crear y proponer transformó este pensamiento positivamente.

Lectura Crítica de Resultados y su Relación con los Objetivos Específicos.

Objetivo 1: Identificación de la estructura de una estrategia pedagógica desde una revisión teórica

La revisión teórica permitió establecer una base sólida para el diseño de la estrategia, identificando elementos esenciales del enfoque STEM+A y del pensamiento crítico divergente. Se concluyó que una estrategia educativa efectiva debía integrar la interdisciplinariedad, la resolución de problemas reales, el trabajo colaborativo, la creatividad y la conexión con el entorno. El modelo CBL se configuró como un marco

estructurante idóneo, al permitir una secuencia lógica y reflexiva en el abordaje de desafíos educativos con impacto ambiental.

Objetivo 2: Diseño de guías con actividades interdisciplinarias y orientadas a problemáticas ambientales

El diseño de las guías logró una articulación pedagógica y curricular efectiva, integrando contenidos de diversas áreas del conocimiento desde una perspectiva interdisciplinaria. Las actividades diseñadas promovieron la participación activa del estudiante, respetando sus estilos de aprendizaje y propiciando un ambiente apto para la creatividad, la indagación y la acción transformadora. Se concluye que estas guías constituyen un recurso didáctico flexible, replicable y contextualizable a otros entornos educativos.

Objetivo 3: Validación de la estrategia a través de expertos y prueba piloto

La validación externa aportó observaciones relevantes que fortalecieron la propuesta y confirmaron su viabilidad. La implementación piloto evidenció el impacto positivo de la estrategia en el desarrollo del pensamiento crítico divergente y la conciencia ambiental de los estudiantes. Se concluye que la estrategia no solo es aplicable, sino también escalable, y que representa un aporte innovador para una educación más conectada con los desafíos del siglo XXI y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

A continuación, se presenta una tabla que sintetiza el proceso de desarrollo de la estrategia educativa basada en el enfoque STEM+A, orientada al fortalecimiento del pensamiento crítico divergente y la sostenibilidad ambiental. La información se organiza en



torno a los objetivos específicos de la investigación, detallando para cada uno las actividades realizadas, las evidencias recogidas, los principales resultados obtenidos y las conclusiones parciales derivadas. Esta estructura permite evidenciar la coherencia entre la fundamentación teórica, el diseño pedagógico y la validación de la estrategia, así como su pertinencia y aplicabilidad en contextos educativos reales.

Tabla 10. *Sistematización de resultados.*

Objetivo Específico	Actividad Desarrollada	Evidencias Recogidas	Principales Resultados	Conclusión Parcial
1. Identificar estructura desde el enfoque STEM+A y pensamiento crítico divergente	Revisión bibliográfica y análisis de modelos pedagógicos (ABP, ABR entre otros)	Matriz de categorías teóricas y análisis de modelos	Selección del modelo ABR para el diseño de la estrategia.	Se estableció una base sólida teórica y metodológica que permitió orientar el diseño coherente de la estrategia
2. Diseñar guías interdisciplinarias	Creación de guías con fases pedagógicas y actividades integradas desde STEM+A	Guías diseñadas, rúbricas de evaluación, planeaciones articuladas al currículo	Actividades pertinentes, motivadoras y adaptadas al contexto y estilos de aprendizaje	Las guías diseñadas responden a una lógica didáctica efectiva, centrada en la solución de problemáticas ambientales locales



3. Validar la estrategia	Revisión de expertos y aplicación de prueba piloto	Rúbricas aplicadas, diarios de campo, videos, encuestas, retroalimentaciones	Selección	La estrategia es viable, efectiva y con potencial de implementación en otros contextos educativos
			del modelo CBL como marco estructurante; claridad sobre componentes clave de la estrategia Alta participación estudiantil, desarrollo de pensamiento crítico y actitudes proambientales	



Informe de resultados desde las rubricas de evaluación.

Durante la implementación de la estrategia pedagógica en la prueba piloto, se aplicaron rúbricas de evaluación formativa centradas en tres dimensiones clave:

Pensamiento Crítico Divergente, Trabajo Colaborativo y Conciencia Ambiental. A continuación, se resumen los hallazgos más relevantes:

Pensamiento Crítico Divergente

Alto (24 estudiantes): Demostraron capacidad para generar múltiples soluciones, cuestionar ideas establecidas y proponer alternativas creativas.

Medio (15 estudiantes): Lograron resolver problemas con originalidad limitada, pero mostraron apertura a nuevas ideas.

Bajo (5 estudiantes): Mostraron dificultad para ir más allá de las respuestas esperadas o convencionales.

Interpretación: La mayoría de los estudiantes desarrollaron habilidades asociadas al pensamiento divergente, especialmente en etapas de ideación y resolución de retos ambientales.

Trabajo Colaborativo

Alto (22 estudiantes): Participaron activamente, compartieron responsabilidades y valoraron las ideas de sus compañeros.



Medio (18 estudiantes): Colaboraron en parte del proceso, aunque con limitaciones en la escucha activa o en la toma de decisiones conjunta.

Bajo (4 estudiantes): Prefirieron trabajar de forma individual o mostraron conflictos en la interacción grupal.

Interpretación: La estrategia fomentó significativamente el trabajo en equipo, aunque algunos estudiantes necesitaron mayor acompañamiento para mejorar sus habilidades sociales.

Conciencia Ambiental

Alto (25 estudiantes): Comprendieron la importancia de la sostenibilidad, propusieron soluciones viables y mostraron interés por aplicarlas más allá del aula.

Medio (16 estudiantes): Reconocieron problemáticas ambientales, aunque sus propuestas fueron poco profundas o con escasa aplicación práctica.

Bajo (3 estudiantes): Tuvieron dificultades para establecer relaciones entre sus acciones y el impacto ambiental.

Interpretación: Se evidencia una transformación en la actitud frente al entorno, con una tendencia positiva hacia la apropiación del cuidado ambiental como parte de su vida cotidiana.

La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos en la evaluación de tres dimensiones clave promovidas por la estrategia educativa, pensamiento crítico divergente,



trabajo colaborativo y conciencia ambiental. Los datos reflejan el nivel de desempeño de los estudiantes clasificado en tres rangos: alto, medio y bajo. Se observa una tendencia predominante hacia los niveles alto y medio en las tres dimensiones, lo que sugiere un impacto positivo de la estrategia en el desarrollo de habilidades cognitivas, socioemocionales y actitudinales. Destaca especialmente el fortalecimiento de la conciencia ambiental, con la mayor cantidad de estudiantes en el nivel alto, lo que evidencia una apropiación significativa de los valores y prácticas sostenibles promovidos durante la intervención.

Tabla 11. *Tabla de resultados de rúbricas de evaluación.*

Dimensión	Alto	Medio	Bajo
Pensamiento Crítico Divergente	24	15	5
Trabajo Colaborativo	22	18	4
Conciencia Ambiental	25	16	3

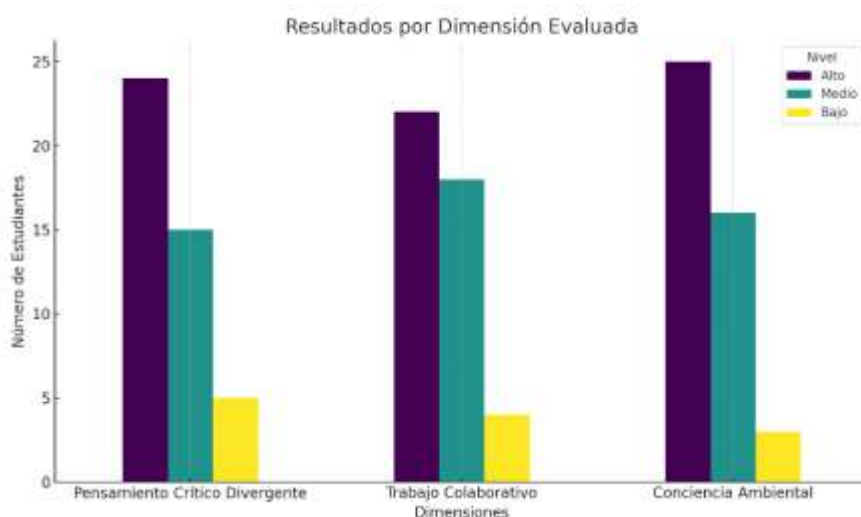


Figura 13. Gráfica de barras de resultados de rúbricas de evaluación.

Informe del análisis cruzado de resultados

El análisis cruzado es una estrategia metodológica propia de los estudios cualitativos que permite establecer relaciones e interpretar patrones entre diferentes fuentes de información, tales como entrevistas, observaciones o diarios de campo (Miles, Huberman & Saldaña, 2014). Su objetivo es triangular los datos obtenidos para aumentar la validez del estudio y profundizar en la comprensión de los fenómenos investigados desde múltiples perspectivas.

Según Flick (2018), el análisis cruzado implica un proceso sistemático de categorización e interpretación que permite identificar convergencias, divergencias y tendencias en el discurso de los participantes. En investigaciones educativas, este tipo de análisis resulta especialmente útil para comprender cómo los estudiantes construyen conocimiento, desarrollan habilidades y transforman actitudes frente a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el marco de esta investigación, el análisis cruzado de los diarios de campo y entrevistas se organizó en torno a tres categorías centrales: Enfoque STEM+A, Pensamiento Crítico Divergente y Sostenibilidad Ambiental. Estas categorías emergen tanto del marco teórico como de los objetivos de la estrategia pedagógica implementada, y permiten explorar en profundidad la experiencia de los estudiantes desde una mirada integradora.

La triangulación entre registros observacionales y relatos verbales no solo fortalece la confiabilidad de los hallazgos, sino que también visibiliza la dimensión vivencial de los aprendizajes, ofreciendo una visión más rica y compleja de los procesos educativos (Patton, 2015). Esta aproximación permite, además, identificar indicios de transformación significativa en el pensamiento y las prácticas de los estudiantes, especialmente en lo relativo al abordaje de problemas ambientales desde un enfoque interdisciplinar.

Cada categoría fue analizada a partir de las manifestaciones espontáneas y reflexivas de los estudiantes, así como de las actividades desarrolladas dentro y fuera del aula. Las evidencias recopiladas no solo muestran el nivel de apropiación conceptual, sino también la capacidad de los estudiantes para transferir estos aprendizajes a contextos reales, proponer soluciones innovadoras, y asumir una postura crítica y activa frente a problemáticas ambientales locales.

A continuación, se presenta una síntesis organizada por categoría de análisis, fuente de información y evidencia relevante, con el fin de identificar patrones comunes, transformaciones significativas y niveles de apropiación en relación con los objetivos pedagógicos propuestos.

La siguiente tabla sistematiza evidencias cualitativas recogidas durante la implementación de la estrategia educativa, organizadas por categorías de análisis: Enfoque STEM+A,



Pensamiento Crítico Divergente y Sostenibilidad Ambiental. Las fuentes incluyen diarios de campo y entrevistas aplicadas a lo largo del proceso. En la dimensión STEM+A, se evidencia una integración efectiva y creativa de saberes disciplinares mediante el uso de tecnologías digitales, el arte y la resolución de problemas reales del entorno. En cuanto al pensamiento crítico divergente, las observaciones reflejan la capacidad de los estudiantes para formular preguntas profundas, proponer soluciones originales y transformar su comprensión de la realidad ambiental. Finalmente, en la categoría de sostenibilidad, se destacan tanto acciones individuales como colectivas orientadas al cuidado del entorno, mostrando un alto grado de apropiación y compromiso con prácticas sostenibles en contextos escolares y comunitarios. Estas evidencias respaldan el impacto transformador de la estrategia en los aprendizajes y actitudes de los estudiantes.

Tabla 12. *Tabla de análisis cruzado*

Categoría de Análisis	Fuente	Evidencia Relevante
Enfoque STEM+A	Diario de Campo 1	Integración de ciencias, matemáticas, tecnología, arte e ideas de ingeniería en la exploración de flora y fauna con apps.
Enfoque STEM+A	Diario de Campo 2	Aplicación de herramientas tecnológicas, ciencia, ingeniería y arte para analizar contaminación local y proponer soluciones.
Enfoque STEM+A	Diario de Campo 3	Diseño interdisciplinario con Canva, Genially, Tinkercad, cálculo matemático y prototipos técnicos para soluciones ambientales.
Enfoque STEM+A	Diario de Campo 4	Reconocimiento del uso de tecnología, ciencia, arte e ingeniería en las reflexiones y bitácoras ambientales.



Enfoque STEM+A	Diario de Campo 5	Campañas ambientales con integración total de áreas STEM+A: ciencia, tecnología, arte, matemáticas e ingeniería.
Enfoque STEM+A	Informe de Entrevista	Estudiantes destacan el uso de múltiples áreas del saber para resolver problemas de su comunidad, especialmente con recursos digitales y creatividad artística.
Pensamiento Crítico Divergente	Diario de Campo 1	Propuestas creativas como campañas ecológicas, sistemas de recolección de agua y huertas escolares a partir de observación directa.
Pensamiento Crítico Divergente	Diario de Campo 2	Preguntas críticas y contextualizadas como '¿Qué pasaría si nadie separara la basura?' y propuestas concretas de mejora ambiental.
Pensamiento Crítico Divergente	Diario de Campo 3	Preguntas proyectivas como '¿Qué pasaría si zonas verdes fueran adoptadas por cursos escolares?' y soluciones técnicas reales.
Pensamiento Crítico Divergente	Diario de Campo 4	Reflexiones profundas como 'Antes solo veía la basura, ahora sé qué hacer con ella' muestran análisis crítico del proceso.
Pensamiento Crítico Divergente	Diario de Campo 5	Transformación de residuos en herramientas educativas, como canecas decoradas con mensajes ecológicos y señalética.
Pensamiento Crítico Divergente	Informe de Entrevista	Capacidad de análisis de problemas, propuestas novedosas como jardines verticales y filtros caseros.
Sostenibilidad Ambiental	Diario de Campo 1	Identificación de problemas ambientales (deforestación, escasez de agua) y propuestas de mitigación desde la experiencia local.
Sostenibilidad Ambiental	Diario de Campo 2	Preocupación genuina por problemas ambientales y compromiso con soluciones como afiches, campañas y guardianes ecológicos.
Sostenibilidad Ambiental	Diario de Campo 3	Mapas ambientales con rutas de acción, apropiación del concepto de sostenibilidad como responsabilidad compartida.
Sostenibilidad Ambiental	Diario de Campo 4	Acciones individuales como reducción del uso de plásticos y compromiso grupal para replicar proyectos ambientales.



Sostenibilidad Ambiental	Diario de Campo 5	Acciones comunitarias: recolección, siembra, señalética y participación de vecinos en actividades lideradas por estudiantes.
Sostenibilidad Ambiental	Informe de Entrevista	Los estudiantes expresan que aprendieron a cuidar el medio ambiente con acciones concretas en su casa y comunidad.

Análisis Comparativo de la Estrategia: Estado Inicial vs. Resultados Finales

El presente análisis se centra en la evaluación del impacto de la estrategia STEM+A, contrastando la situación inicial diagnosticada en los estudiantes de sexto grado con los resultados finales obtenidos tras la implementación. Este cuadro comparativo integra y sintetiza los hallazgos de múltiples instrumentos de recolección de datos, como los resultados de las rúbricas de evaluación final y la información cualitativa de las entrevistas y diarios de campo. Al cruzar estas fuentes de evidencia, se busca demostrar de manera sólida y rigurosa la transformación lograda en los estudiantes en cuanto a su pensamiento crítico divergente, su conciencia ambiental y sus habilidades colaborativas, evidenciando que la estrategia no solo fue viable, sino también altamente efectiva.

Tabla 13. Cuadro comparativo de pre-test y post-test

Categoría de Análisis	Estado Inicial (Pre-test / Diagnóstico)	Estado Final (Post-test / Resultados)
Pensamiento Crítico Divergente	Punto de partida: El diagnóstico inicial señalaba una debilidad en el análisis y la capacidad de los estudiantes para generar soluciones múltiples. La enseñanza se centraba en la repetición y la memorización,	Evidencia Cuantitativa (Rúbricas): Un total de 24 de 44 estudiantes alcanzaron un nivel alto en esta dimensión. Evidencia Cualitativa (Entrevistas y Diarios de Campo): Los estudiantes pasaron de la pasividad a la proactividad, generando "muchas formas diferentes para resolver un problema" y haciéndose preguntas como "¿qué pasaría si...?". Esta evolución muestra la capacidad de reflexionar y proponer ideas



Categoría de Análisis	Estado Inicial (Pre-test / Diagnóstico)	Estado Final (Post-test / Resultados)
	limitando su capacidad para aplicar el conocimiento.	innovadoras, como la reutilización de botellas como macetas.
Conciencia Ambiental	Punto de partida: El diagnóstico inicial reveló una "desconexión entre el aprendizaje escolar y las realidades ambientales". La conciencia ambiental era limitada y no se traducía en acciones concretas en su entorno.	Evidencia Cuantitativa (Rúbricas): Un total de 25 de 44 estudiantes se ubicaron en el nivel alto en la rúbrica de conciencia ambiental. Evidencia Cualitativa (Entrevistas y Diarios de Campo): Los estudiantes no solo adquirieron conocimiento, sino que modificaron sus comportamientos. Comentarios como "Ahora en mi casa les digo a mis papás que debemos separar bien los residuos y que no dejen la llave abierta" demuestran un cambio de actitud y un compromiso personal que trascendió el aula.
Uso de Herramientas STEM+A	Punto de partida: Aunque los estudiantes tenían acceso a herramientas tecnológicas, su uso con fines pedagógicos era limitado y se percibía una escasa conexión entre las distintas áreas del saber (ciencia, tecnología, arte, etc.).	Evidencia Cualitativa (Entrevistas y Diarios de Campo): Los estudiantes destacaron que el enfoque STEM+A les permitió usar "múltiples áreas del saber para resolver problemas de su comunidad". Las bitácoras y los productos finales revelan la integración de herramientas como Canva y el cálculo matemático para la creación de maquetas y soluciones ambientales, lo que refleja una comprensión práctica y holística de las disciplinas.
Habilidades de Colaboración	Punto de partida: Las brechas académicas estaban asociadas a la falta de trabajo en equipo para la resolución de problemas complejos.	Evidencia Cuantitativa (Rúbricas): Un total de 22 de 44 estudiantes obtuvieron un nivel alto en esta dimensión. Evidencia Cualitativa (Entrevistas y Diarios de Campo): Los diarios de campo registran el liderazgo y el entusiasmo de los estudiantes en la toma de decisiones conjuntas. Los participantes expresaron que el proyecto les ayudó a "trabajar en equipo y sentir que sus ideas eran escuchadas", lo que fortaleció los vínculos y la efectividad del trabajo grupal.



Conclusiones: Verificación y Aportes del Proyecto

Los resultados de la investigación, tanto cuantitativos como cualitativos, demuestran que cada uno de los objetivos específicos fue alcanzado cabalmente. Este análisis no solo valida la efectividad de la estrategia, sino que también ofrece conclusiones más amplias sobre el potencial de la educación STEM+A.

Verificación de los Objetivos Específicos

Diseñar una estrategia educativa STEM+A: Este objetivo fue logrado con éxito a través de la conceptualización de un modelo pedagógico basado en el Challenge Based Learning (CBL). El diseño de las guías interdisciplinarias, las rúbricas y la matriz de sistematización de resultados, demuestran la existencia de una estrategia estructurada, coherente y alineada con los desafíos contextuales de la institución.

Implementar la estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico divergente y la conciencia ambiental: La implementación fue exitosa, como lo demuestran los datos cuantitativos y cualitativos. El análisis de las rúbricas evidencia que 24 de los 44 estudiantes alcanzaron un nivel alto en Pensamiento Crítico Divergente, mientras que 25 de 44 se ubicaron en el nivel alto en Conciencia Ambiental. Este progreso se ve respaldado por la evidencia cualitativa de las entrevistas y los diarios de campo, que reflejan un cambio de la pasividad a la proactividad y un compromiso personal con la sostenibilidad que trascendió el aula.

Evaluar la efectividad de la estrategia: La efectividad fue evaluada mediante un enfoque mixto. El análisis cuantitativo demostró el impacto en las habilidades, mientras que el análisis



cualitativo proporcionó una visión profunda del proceso. La matriz de análisis cruzado es la evidencia clave de este logro, al triangular los datos y confirmar que los resultados positivos fueron la consecuencia directa de una estrategia bien diseñada y ejecutada.

Hallazgos y Aportes Clave

Los resultados indican que una intervención pedagógica diseñada desde el enfoque STEM+A, cuando se articula con la realidad del entorno, logra movilizar capacidades críticas y creativas en los estudiantes. Esta experiencia muestra el potencial transformador de una escuela que piensa desde la sostenibilidad y el compromiso ético.

Se evidenció que el abordaje interdisciplinario, contextualizado y activo favorece la conexión entre el conocimiento académico y las problemáticas reales del entorno. La metodología de Aprendizaje Basado en Retos permitió que los estudiantes se involucraran en procesos reflexivos, argumentativos y creativos, proponiendo soluciones sostenibles a situaciones locales.

Se observó un cambio significativo en la actitud de los estudiantes frente al aprendizaje, mayor motivación, mejor participación en el aula, y desarrollo de habilidades para el trabajo colaborativo, el uso crítico de la tecnología y la toma de decisiones fundamentadas.

Asimismo, se constató que la integración de las artes en el enfoque STEM enriquece el proceso educativo, al permitir múltiples formas de expresión, estimular la sensibilidad social y fortalecer la dimensión estética del pensamiento crítico.

Además de su impacto directo en el aula, esta estrategia tiene un alto potencial de replicabilidad en otros contextos educativos con características similares. Su enfoque interdisciplinario, el uso de problemáticas ambientales locales y la inclusión del componente artístico hacen de esta propuesta un modelo adaptable a diferentes grados, áreas del conocimiento y territorios, especialmente en instituciones interesadas en fortalecer competencias del siglo XXI desde un enfoque STEM+A contextualizado.

No obstante, se identificaron desafíos como la necesidad de fortalecer la formación docente en enfoques interdisciplinarios, mejorar el acceso a recursos tecnológicos y ampliar el tiempo destinado a este tipo de proyectos en el currículo escolar.

En conclusión, este proyecto contribuye a consolidar una educación para la sostenibilidad, centrada en la transformación del pensamiento y de la acción. La estrategia diseñada constituye una experiencia transferible a otros contextos escolares y representa una vía efectiva para formar ciudadanos críticos, creativos y comprometidos con su comunidad y el medio ambiente.

Lecciones aprendidas, fortalezas, oportunidades de mejora, recomendaciones e ideas de nuevos proyectos de innovación

Esta experiencia educativa dejó múltiples aprendizajes que marcaron profundamente tanto a los estudiantes como a los docentes que participaron en ella. Uno de los más significativos fue comprender cómo la integración de diferentes disciplinas como la ciencia, el arte, la tecnología y las matemáticas, en torno a situaciones reales logra captar de manera especial el interés de los estudiantes. Cuando ellos descubren que el conocimiento está conectado y tiene sentido en su vida cotidiana, su motivación crece y se involucran con mayor entusiasmo.

También se evidenció que el pensamiento crítico divergente no surge de manera espontánea, sino que se cultiva a través de retos que tengan sentido en el contexto. Las preguntas abiertas, los dilemas ambientales y los escenarios hipotéticos permitieron que los estudiantes pensarán desde diferentes ángulos, propusieran ideas originales y buscaran soluciones creativas. Pero, más allá del aula, fue el contacto directo con el entorno lo que marcó la diferencia. Al participar en acciones concretas como sembrar una huerta, fabricar purificadores de agua, diseñar señalización ambiental o reciclar papel, los estudiantes se apropiaron de la sostenibilidad como algo propio, algo que les toca, que pueden cuidar y transformar.

Otra lección valiosa fue descubrir el poder de la evaluación cualitativa formativa. Más allá de los números o los resultados tradicionales, pudimos observar cambios profundos en la manera en que los estudiantes se relacionaban con el conocimiento, con el entorno y entre ellos. Las rúbricas, las observaciones y los testimonios nos permitieron ver cómo surgían actitudes nuevas, cómo se fortalecía la conciencia ambiental y cómo empezaban a expresarse con mayor claridad y seguridad.

En este proceso, también se hicieron visibles importantes fortalezas. El enfoque STEM+A demostró ser una herramienta muy pertinente para abordar problemáticas reales desde una mirada interdisciplinaria, permitiendo conexiones profundas entre las distintas áreas del conocimiento. La participación activa del estudiantado fue otro gran logro, se apropiaron del proceso, se emocionaron con sus proyectos, investigaron, crearon y colaboraron entre ellos. Sus producciones fueron concretas, útiles, contextualizadas y, en muchos casos, tecnológicamente creativas. El discurso ambiental también cambió: ya no se trataba de conceptos abstractos, sino de vivencias, de propuestas sentidas, de compromisos reales. Y en el camino, también afloraron



habilidades blandas muy necesarias hoy en día, como la comunicación, la empatía y la responsabilidad social.

Sin embargo, el camino también dejó oportunidades de mejora que vale la pena considerar para futuros procesos. Una de ellas es brindar mayor retroalimentación individual durante la evaluación formativa, para acompañar más de cerca el desarrollo del pensamiento crítico de cada estudiante. También sería muy enriquecedor vincular a más actores de la comunidad; familias, líderes locales, organizaciones ambientales, para sumar saberes y fortalecer el impacto social de los proyectos.

Otra necesidad sentida fue contar con más tiempo, profundizar en la investigación científica y evaluar los resultados de las soluciones propuestas requiere una temporalidad más amplia y flexible.

Finalmente, desarrollar más espacios de autoevaluación y coevaluación ayudaría a que los propios estudiantes tomen conciencia de sus logros y desafíos, haciéndolos aún más protagonistas de su proceso de aprendizaje.

A partir de todo esto, surgen recomendaciones concretas que pueden orientar nuevas experiencias similares. Diseñar secuencias didácticas abiertas, en las que los estudiantes puedan incidir y adaptarlas a sus intereses y contextos, es fundamental. También lo es capacitar a los docentes en enfoques interdisciplinarios y evaluación auténtica, para que esta forma de enseñanza no sea una experiencia aislada, sino parte de un modelo educativo sostenible.



Documentar lo vivido en bitácoras, videos, diarios de campo no solo da valor al proceso, sino que fortalece la memoria colectiva del aprendizaje. Además, resulta clave articular los contenidos escolares con proyectos reales del entorno, como campañas de reciclaje, protección de fuentes hídricas o huertas comunitarias. Y, por qué no, fomentar mentorías entre pares, donde los estudiantes con fortalezas en áreas STEM+A puedan acompañar a otros en sus propios procesos creativos.

Como cierre, esta experiencia deja abierta la puerta a nuevas ideas y proyectos de innovación educativa que podrían nacer de lo vivido. Imaginamos, por ejemplo, laboratorios ciudadanos escolares donde los estudiantes diseñen soluciones tecnológicas y artísticas para su barrio; rutas ambientales que combinen arte, tecnología y georreferenciación para educar a la comunidad; ferias STEM+A abiertas al público con prototipos y productos creados por los estudiantes; jardines filtrantes inteligentes que integren sensores, agua lluvia y energía solar; o narrativas digitales, animaciones, juegos o podcasts que hablen de la biodiversidad local desde la voz de quienes la habitan, los propios estudiantes.

Así, se reafirma que educar con sentido, con creatividad y con vínculo al territorio no solo transforma la escuela, sino que siembra semillas de cambio real en la vida de los estudiantes y sus comunidades.

Anexos

Anexo 1. Matriz DOFA (Analizado por experto)

A continuación, se presenta un instrumento de DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) para el proyecto de grado: *Diseño de una Estrategia STEM + A para Fomentar el Pensamiento Crítico Divergente en Pro de la Mejora Educativa y la Sostenibilidad Ambiental*, el cual tiene como intencionalidad; abordar la resolución de problemas ambientales reales del contexto como la contaminación del aire y de los recursos hídricos, la deforestación y los riesgos que estas problemáticas traen para la fauna. Desde una perspectiva integral que combina las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Arte (STEM + A). En este contexto, los estudiantes desarrollarán habilidades críticas, como el análisis de argumentos, la validación de hipótesis y la resolución de problemas. Mediante la interacción de estas disciplinas, se promoverá el pensamiento crítico divergente en la búsqueda de soluciones sostenibles ante estos desafíos ambientales, utilizando la metodología activa del Aprendizaje Basado en Retos (ABR).

Instrumento DOFA

Debilidades:

1. **Falta de recursos o infraestructura adecuada:** La carencia de materiales, equipos tecnológicos o espacios adecuados para implementar proyectos STEM + A puede limitar la efectividad de la metodología.
2. **Desigualdad en el acceso a la educación:** Algunos estudiantes pueden no tener acceso a los mismos recursos, lo que genera disparidades en la calidad de la educación recibida.

3. **Resistencia al cambio en la metodología educativa:** Docentes o instituciones que no están acostumbrados a enfoques pedagógicos innovadores pueden mostrar resistencia a adoptar el enfoque STEM + A.

4. **Desconocimiento sobre la implementación de proyectos sostenibles:** La falta de formación sobre los aspectos técnicos y ambientales de los proyectos sostenibles puede generar dificultades para diseñar soluciones viables.

5. **Escaso tiempo para profundizar en los proyectos:** La implementación de proyectos interdisciplinarios y sostenibles puede requerir más tiempo del disponible en los currículos tradicionales.

Oportunidades:

1. **Integración con proyectos comunitarios:** La vinculación con la comunidad permite que los proyectos tengan un impacto directo, y que los estudiantes colaboren con expertos y organizaciones locales.

2. **Aprovechamiento de recursos digitales y tecnológicos:** El uso de herramientas digitales facilita la colaboración, investigación y creación de prototipos, lo que favorece la innovación en los proyectos.

3. **Conciencia global sobre la sostenibilidad:** El creciente enfoque en la sostenibilidad y el cambio climático crea un contexto favorable para la implementación de proyectos que promuevan soluciones sostenibles.

4. **Apertura de nuevos modelos pedagógicos:** La flexibilidad de las metodologías activas y de resolución de problemas abre la puerta a nuevas formas de enseñanza y aprendizaje centradas en el estudiante.



Fortalezas:

1. **Enfoque multidisciplinario:** El modelo STEM + A integra disciplinas que promueven la resolución creativa y sostenible de problemas, favoreciendo el desarrollo de soluciones innovadoras a problemas locales.
2. **Desarrollo de competencias clave:** A través de la implementación de proyectos STEM + A, los estudiantes mejoran habilidades como la comprensión lectora, el pensamiento crítico divergente, la creatividad, la innovación y la conciencia ambiental.
3. **Conexión con el contexto local:** Al basarse en los intereses y problemas del entorno, los estudiantes se sienten más motivados y comprometidos con los proyectos, haciendo que los aprendizajes sean más relevantes y aplicables.
4. **Fomento del trabajo colaborativo:** La metodología STEM + A promueve la colaboración entre estudiantes, facilitando el intercambio de ideas, habilidades y enfoques diversos.
5. **Aumento de la conciencia ambiental:** A través de la solución de problemas locales, los estudiantes adquieren una mayor conciencia sobre los retos medioambientales y la importancia de la sostenibilidad.

Amenazas:

1. **Escaso apoyo institucional o gubernamental:** La falta de apoyo o financiamiento para proyectos educativos innovadores puede limitar el alcance de las iniciativas.
2. **Desconexión entre las soluciones propuestas y las necesidades reales:** Existe el riesgo de que las soluciones generadas no resuelvan las problemáticas locales de manera efectiva, si no se hace una adecuada investigación y diagnóstico.



3. **Dificultades para medir el impacto de las soluciones:** La evaluación de las soluciones sostenibles en términos de impacto real puede ser compleja, lo que dificulta justificar los resultados ante la comunidad educativa o los financiadores.

4. **Falta de motivación o interés de los estudiantes:** Si los estudiantes no se sienten identificados con las problemáticas o no perciben la relevancia de las soluciones, puede disminuir su motivación y participación.

Conclusión:

El enfoque STEM + A ofrece una gran oportunidad para integrar el aprendizaje académico con la resolución de problemas locales y el desarrollo de competencias clave para la vida en sociedad, como la creatividad, el pensamiento crítico y la conciencia ambiental. Sin embargo, el éxito de esta intencionalidad depende de superar obstáculos como la falta de recursos, la resistencia al cambio en las metodologías educativas y la necesidad de una formación adecuada en los aspectos técnicos de los proyectos. Las oportunidades de colaboración con empresas y la comunidad, junto con el creciente interés por la sostenibilidad, constituyen factores clave para su implementación exitosa.

Anexo 2. Formato entrevista

Estructura de Entrevista para Evaluar estrategia STEM + A

Entrevista para Estudiantes de Sexto Grado estrategia STEM + A

1. Introducción a la Entrevista

Hola, esta entrevista es para que nos cuentes tu experiencia en la estrategia que hicimos en clase.

Queremos saber cómo lo viviste, qué aprendiste y qué opinas sobre las actividades que realizamos. Tus respuestas nos ayudarán a mejorar futuros proyectos.

2. Preguntas Iniciales

1. ¿Qué hiciste tú en la estrategia? ¿Cuál fue tu tarea o lo que más hiciste?
2. ¿Qué entiendes tú por STEM + A? ¿Qué crees que significa?

3. Lo que Aprendiste y lo que más te gustó

3. ¿Aprendiste a pensar de nuevas formas para resolver problemas? ¿Puedes darme un ejemplo?
4. ¿Crees que ahora cuidas más el medio ambiente después de las actividades de la estrategia? ¿Por qué?
5. ¿Se te ocurrió alguna idea nueva o creativa para cuidar tu comunidad o el ambiente? Cuéntame cuál.

4. Relación con tu vida y tu comunidad



6. ¿Las actividades de la estrategia trataban de algo que pasa en tu barrio o comunidad? ¿Qué era?

7. ¿Te gustó trabajar en algo que tiene que ver con tu vida diaria o con tu barrio? ¿Por qué?

5. Uso de Tecnología

8. ¿Usaron computadoras, tabletas u otras herramientas tecnológicas en la realización de la estrategia? ¿Cómo las usaron?

9. ¿Crees que la tecnología te ayudó a pensar con más creatividad o a encontrar mejores ideas? ¿Por qué?

6. Dificultades o Problemas

10. ¿Tuvieron todo lo que necesitaban para hacer bien las actividades de la estrategia (materiales, espacio, tiempo)?

11. Si te faltó algo, ¿qué crees que habría ayudado a que fuera mejor?

7. Opiniones sobre los Profes y la Forma de Trabajar

12. ¿Qué opinas de cómo los profes enseñaron con esta estrategia? ¿Te gustó cómo lo hicieron?

13. ¿Qué crees que podrían hacer diferente los profes para que aprendamos más con estas estrategias?

8. Cambios y Futuro



14. ¿Te gustaría hacer otra estrategia parecida? ¿Sobre qué te gustaría que fuera?

15. ¿Qué cosas cambiarías o mejorarías si volvieras a hacer esta estrategia?

9. Para Terminar

16. ¿Qué fue lo que más te gustó de la estrategia?

17. ¿Hay algo más que quieras contar o sugerir?

Anexo 3. Formatos rúbricas de evaluación estructuradas por fases

Evaluación y seguimiento fase de indagación				
Rúbrica de Evaluación				
Criterios de Evaluación				
Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Aceptable (2)	Necesita Mejorar (1)
Relevancia de la estrategia	La estrategia está alineada completamente con los objetivos de la fase de indagación y fomenta una comprensión profunda y crítica de los problemas ambientales.	La estrategia está alineada con los objetivos, aunque podría mejorar en algunos aspectos para profundizar el análisis crítico.	La estrategia tiene cierta relación con los objetivos, pero no está totalmente enfocada en fomentar el análisis crítico.	La estrategia no está alineada con los objetivos y no contribuye al análisis crítico de los problemas ambientales.
Estructura y claridad de la estrategia	La estrategia está claramente estructurada, con una metodología bien definida y comprensible.	La estructura de la estrategia es clara, pero podría mejorarse para facilitar su aplicación.	La estrategia presenta cierta estructura, pero puede resultar confusa en su aplicación.	La estrategia carece de estructura y no está bien definida.
Enfoque interdisciplinario	La estrategia integra de manera efectiva diversas disciplinas para abordar los problemas	La estrategia incorpora varias disciplinas, aunque podría mejorarse su integración.	La estrategia tiene un enfoque interdisciplinario limitado.	No se evidencia un enfoque interdisciplinario en la estrategia.



	ambientales desde distintas perspectivas.			
Participación y compromiso de los estudiantes	La estrategia promueve activamente la participación, la curiosidad y el compromiso de los estudiantes en la investigación.	La estrategia fomenta la participación, pero con algunas limitaciones en el compromiso de los estudiantes.	La estrategia genera participación ocasional, pero sin lograr un compromiso constante.	No motiva la participación ni el compromiso de los estudiantes.
Uso de tecnologías y recursos	Utiliza tecnologías y recursos pertinentes para facilitar la indagación y el análisis de la problemática ambiental.	Hace uso de tecnologías y recursos, aunque podría optimizarse su aplicación.	Usa tecnologías y recursos de manera limitada y poco efectiva.	No incorpora tecnologías ni recursos adecuados para la investigación.
Fomento del pensamiento crítico y resolución de problemas	La estrategia desafía a los estudiantes a cuestionar, analizar y buscar soluciones innovadoras.	Promueve el pensamiento crítico y la resolución de problemas, aunque con oportunidades de mejora.	Presenta ciertos elementos de análisis crítico, pero no logra un impacto significativo.	No estimula el pensamiento crítico ni la resolución de problemas.
Aplicabilidad y viabilidad de la estrategia	La estrategia es fácilmente aplicable en el contexto educativo y muestra resultados positivos.	Es viable en su aplicación, aunque con algunos desafíos logísticos.	Presenta dificultades en su aplicabilidad y requiere ajustes significativos.	No es viable en la práctica educativa.
Evaluación y reflexión sobre la estrategia	Incluye mecanismos claros para evaluar su impacto y realizar mejoras continuas.	Presenta formas de evaluación, pero pueden mejorarse para mayor efectividad.	Contiene elementos de evaluación limitados y poco estructurados.	No incorpora procesos de evaluación ni reflexión sobre su efectividad.

Observaciones:

Califica

ción Final: ____/32



Comentarios del Evaluador

Evaluación y seguimiento fase de problematización

Rúbrica de Evaluación

Criterios de Evaluación

Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Aceptable (2)	Necesita Mejorar (1)
Identificación del problema	La estrategia permite una identificación clara y precisa del problema ambiental, promoviendo una reflexión crítica.	La estrategia ayuda a identificar el problema, aunque con algunas imprecisiones.	La estrategia identifica el problema de manera general sin profundizar en sus causas y efectos.	No facilita la identificación del problema o es confusa en su planteamiento.
Contextualización del problema	La estrategia incorpora información relevante sobre el contexto, relacionando el problema con situaciones del entorno cercano.	Presenta información contextual, pero con menor conexión con el entorno inmediato.	La contextualización es limitada y poco detallada.	No se incluye información contextual o esta es irrelevante.
Fomento del cuestionamiento y la curiosidad	La estrategia incentiva la formulación de preguntas clave y un pensamiento crítico profundo.	Promueve preguntas e inquietudes, aunque con menor profundidad.	Se generan preguntas, pero son básicas y poco estructuradas.	No fomenta la formulación de preguntas ni la curiosidad.



Participación y compromiso de los estudiantes	Motiva una participación activa y reflexiva de los estudiantes en la problematización del tema.	Involucra a los estudiantes, aunque con niveles variables de participación.	Genera interés en algunos estudiantes, pero con baja participación general.	No involucra a los estudiantes ni promueve su participación.
Uso de evidencias y datos	Se apoya en datos concretos y evidencias verificables para fundamentar el problema ambiental.	Usa evidencias, aunque no siempre son sólidas o actualizadas.	Presenta evidencias limitadas y sin suficiente verificación.	No se utilizan evidencias ni datos relevantes.
Vinculación con otras disciplinas	Relaciona el problema con diversas disciplinas para un análisis integral.	Establece algunas conexiones con otras disciplinas, pero de forma parcial.	La vinculación interdisciplinaria es escasa.	No se establecen conexiones con otras disciplinas.
Aplicabilidad y viabilidad de la estrategia	La estrategia es clara, factible y fácilmente aplicable en el contexto educativo.	Es viable en su aplicación, aunque con algunos ajustes necesarios.	Presenta dificultades en su aplicabilidad y requiere modificaciones significativas.	No es viable ni aplicable en la práctica educativa.
Evaluación y reflexión sobre la estrategia	Cuenta con mecanismos claros para evaluar su impacto y permite ajustes continuos.	Tiene elementos de evaluación, pero pueden mejorarse.	La evaluación es poco estructurada y limitada.	No incorpora procesos de evaluación ni reflexión sobre su efectividad.

Observaciones:

Calificación Final: ____/32

Comentarios del Evaluador:



Evaluación y seguimiento fase de resolución Rúbrica de Evaluación

Criterios de Evaluación

Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Aceptable (2)	Necesita Mejorar (1)
Claridad en la definición del problema a resolver	El problema está claramente definido, con un análisis profundo de sus causas y efectos.	El problema está bien definido, aunque podría profundizar en algunos aspectos.	El problema está identificado, pero con una definición poco precisa o superficial.	No se define claramente el problema o es confuso.
Creatividad e innovación en la solución propuesta	La estrategia fomenta soluciones novedosas y creativas, con un enfoque innovador.	Se presentan soluciones creativas, aunque con posibilidad de mayor innovación.	La solución es funcional pero carece de creatividad o innovación.	No se proponen soluciones innovadoras ni creativas.
Factibilidad de la solución propuesta	La solución es viable, aplicable y bien fundamentada en el contexto educativo y ambiental.	La solución es viable, pero requiere ajustes para su aplicación efectiva.	La solución es parcialmente viable, con dificultades en su implementación.	La solución no es viable ni aplicable en la práctica.
Interdisciplinariedad en la solución	La estrategia integra diversas disciplinas para un enfoque integral de la solución.	Se incluyen algunas disciplinas, aunque podría mejorarse la integración.	Hay una vinculación interdisciplinaria limitada.	No se establecen conexiones con otras disciplinas.



Uso de tecnologías y herramientas para la resolución	Se emplean tecnologías y herramientas pertinentes para mejorar la solución y su aplicabilidad.	Se usan tecnologías y herramientas, aunque su aplicación podría optimizarse.	El uso de tecnologías es limitado y poco efectivo.	No se incorporan tecnologías ni herramientas adecuadas.
Participación activa y colaboración	La estrategia fomenta el trabajo en equipo y la participación activa de los estudiantes en la resolución del problema.	Se promueve la colaboración, aunque con algunos aspectos mejorables.	Hay participación y colaboración limitadas.	No se fomenta la participación ni el trabajo colaborativo.
Impacto y sostenibilidad de la solución	La solución tiene un impacto positivo y sostenible en el tiempo.	La solución es efectiva, pero podría mejorar su sostenibilidad.	La solución tiene un impacto temporal o con limitaciones en su sostenibilidad.	No se considera el impacto ni la sostenibilidad de la solución.
Evaluación y reflexión sobre la estrategia de resolución	Incluye mecanismos claros para evaluar su impacto y realizar mejoras continuas.	Presenta formas de evaluación, pero pueden mejorarse para mayor efectividad.	Contiene elementos de evaluación limitados y poco estructurados.	No incorpora procesos de evaluación ni reflexión sobre su efectividad.

Observaciones:

Calificación Final: ____/32

Comentarios del Evaluador:



Evaluación y seguimiento fase de sistematización

Rúbrica de Evaluación

Criterios de Evaluación

Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Aceptable (2)	Necesita Mejorar (1)
Organización y claridad del proceso de sistematización	La estrategia presenta una organización clara, con una secuencia lógica y bien estructurada.	La organización es adecuada, aunque podría mejorarse la claridad en algunos puntos.	La organización es parcial, con algunos elementos confusos o desordenados.	La estrategia carece de organización y claridad en el proceso.
Registro y documentación de la experiencia	Se realiza un registro detallado y estructurado de la experiencia y sus resultados.	Se documenta la experiencia de forma adecuada, aunque podría ser más detallada.	La documentación es básica y presenta vacíos en la información.	No se realiza un registro claro de la experiencia.
Reflexión sobre el proceso y los resultados	La estrategia promueve una reflexión profunda sobre el proceso y sus aprendizajes.	Se realiza una reflexión adecuada, aunque podría ser más crítica.	La reflexión es limitada y poco estructurada.	No se evidencia una reflexión sobre el proceso.
Uso de evidencias y datos para el análisis	Se incluyen evidencias y datos concretos que respaldan los resultados de la experiencia.	Se utilizan algunas evidencias, aunque podrían ser más consistentes.	Se presentan evidencias limitadas y sin suficiente análisis.	No se utilizan datos ni evidencias para el análisis.
Interdisciplinariedad en el proceso de sistematización	Se integran diversas disciplinas para	Se consideran algunas disciplinas, aunque su	La vinculación interdisciplinaria es escasa.	No se establece conexión con otras disciplinas.



	un análisis integral de la experiencia.	integración podría mejorarse.		
Difusión y comunicación de los resultados	La estrategia incorpora mecanismos efectivos para compartir los aprendizajes y resultados.	Se comunican los resultados, aunque podrían optimizarse los mecanismos de difusión.	La comunicación es limitada y poco estructurada.	No se considera la difusión de los resultados.
Aplicabilidad y mejora continua	La sistematización permite generar mejoras y aplicabilidad en futuros procesos.	Se identifican mejoras, aunque con algunas limitaciones en su aplicabilidad.	Se presentan algunas ideas para mejorar, pero sin mucha claridad.	No se consideran mejoras ni aplicabilidad futura.
Evaluación final de la estrategia de sistematización	Se cuenta con mecanismos claros para evaluar el impacto y la efectividad de la sistematización.	Se evalúa la estrategia, aunque podría ser más rigurosa.	La evaluación es básica y poco detallada.	No se realiza ninguna evaluación del proceso de sistematización.

Observaciones:

Calificación Final: ____/32

Comentarios del Evaluador:



Evaluación y seguimiento fase de transferencia

Rúbrica de Evaluación

Criterios de Evaluación

Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Aceptable (2)	Necesita Mejorar (1)
Aplicabilidad de los aprendizajes en nuevos contextos	La estrategia permite aplicar los conocimientos adquiridos en diversos contextos de manera efectiva.	Se evidencia aplicabilidad en otros contextos, aunque con algunas limitaciones.	La aplicabilidad es parcial y requiere mayor orientación.	No se observa aplicabilidad de los aprendizajes en otros contextos.
Vinculación con problemáticas reales	La estrategia fomenta la solución de problemas reales mediante la transferencia del conocimiento.	Se establecen algunas conexiones con problemáticas reales, pero podría profundizarse.	La vinculación con problemas reales es limitada y poco clara.	No se relaciona con problemas reales ni fomenta la aplicación del conocimiento.
Innovación y creatividad en la aplicación de los aprendizajes	Se promueve el uso innovador y creativo del conocimiento adquirido.	Se evidencia creatividad en la aplicación, aunque podría mejorarse.	La innovación es escasa y se limita a enfoques convencionales.	No se observa creatividad ni innovación en la aplicación del conocimiento.
Participación activa y colaboración en la transferencia	La estrategia fomenta la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los participantes.	Se observa participación activa, aunque podría fortalecerse la colaboración.	La participación y colaboración son limitadas.	No hay participación ni colaboración en la transferencia del conocimiento.



Uso de herramientas y recursos para facilitar la transferencia	Se emplean herramientas y recursos adecuados para apoyar la transferencia del conocimiento.	Se utilizan algunos recursos, aunque podrían optimizarse.	El uso de herramientas es limitado y poco estructurado.	No se emplean herramientas ni recursos para facilitar la transferencia.
Evaluación del impacto de la transferencia	Se establecen mecanismos claros para evaluar el impacto y efectividad de la transferencia.	Se realiza una evaluación, aunque podría ser más rigurosa y detallada.	La evaluación es básica y poco estructurada.	No se realiza ninguna evaluación sobre la transferencia del conocimiento.
Sostenibilidad y continuidad de la transferencia	La estrategia contempla acciones para garantizar la sostenibilidad y continuidad de la transferencia.	Se identifican algunas acciones, aunque podría haber mayor claridad en su aplicación.	La sostenibilidad de la transferencia es incierta o poco estructurada.	No se consideran acciones para la sostenibilidad ni continuidad de la transferencia.
Difusión y socialización del conocimiento transferido	Se cuenta con estrategias efectivas para compartir y socializar el conocimiento transferido.	Se realizan esfuerzos de difusión, aunque podrían mejorarse los mecanismos.	La socialización del conocimiento es limitada y poco efectiva.	No se contempla la difusión ni socialización del conocimiento.

Observaciones:

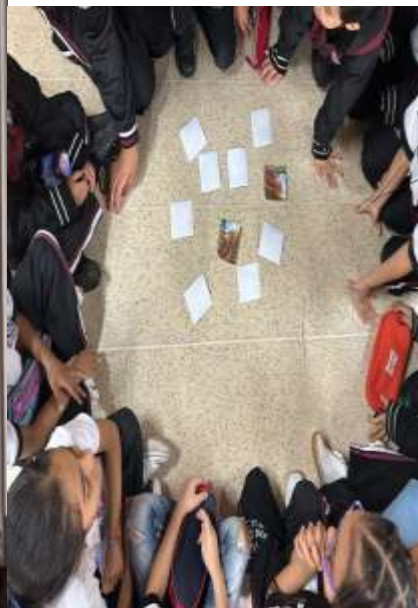
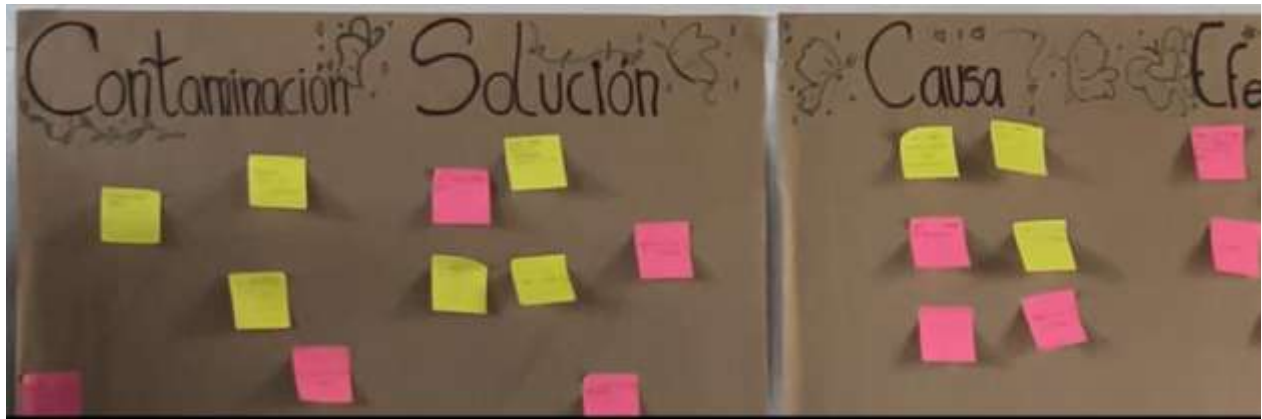
Calificación Final: ____/32

Comentarios del Evaluador:

Anexo 4. Evidencia fotográfica de la ejecución de la estrategia











Anexo 5. Imagen referencial de diarios de Campo.

DIARIO DE CAMPO 1 sesión 1		
	Acuerdo de colaboración ITDM para el desarrollo social	
Título del proyecto de investigación	Diseño de una Estrategia (TEMA) a partir del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad de Bogotá	
Institución educativa	Instituto Educativo José Miguel de la Cruz	
Nombre del observador	Rodrigo José Cárdenas	
Fecha del observatorio	Investigación 12 Diciembre 12	
País de la estrategia	Investigación	
Fecha de aplicación	Nombre de sesiones	Nombre de participantes
12/12/2012	2	10
Descripción general del desarrollo de la fase		
Durante esta fase inicial, los estudiantes participaron en la actividad "Exploración de la ciudad", cuyo objetivo fue fomentar la observación contextual del entorno urbano, promoviendo la identificación de áreas y zonas de intervención, así como la identificación de actores (Estado, Ciudadanos, Empresas). Cada estudiante realizó la exploración de forma individual y posteriormente, compartió sus hallazgos con el grupo para integrarlos en una presentación colaborativa.		
Se planteó el desarrollo de esta presentación. En la primera, los estudiantes realizaron intervenciones y escucharon diálogos sobre la actividad. En la segunda, compartieron sus resultados, y posteriormente en la tercera se realizó la presentación y la cuarta se realizó la presentación de los hallazgos, reflexiones, conclusiones y una retroalimentación de los estudiantes, profesores y investigadores.		

Categorías de observación			
Categorías	Criterios	Preguntas orientadoras	Observaciones del observador
Presencia de actores	Capacidad para analizar, interpretar, explicar y generar ideas a partir de la experiencia directa.	¿Cómo se relacionan los actores en el entorno urbano de desarrollo urbano?	Los estudiantes realizaron observaciones, interpretaciones, explicaciones y generación de ideas a partir de la experiencia directa.
Estrategia ITDM	Integración de Datos, Tecnología, Ingeniería, Investigación y Arte en la actividad.	¿Qué dimensiones del enfoque ITDM se evidencian en el desarrollo de la actividad?	Se evidencian las dimensiones del enfoque ITDM en el desarrollo de la actividad. • Diseño : Identificación de actores y comprensión del entorno. • Tecnología : Uso de aplicaciones móviles para el desarrollo de la fase y la fase. • Arte : Elaboración de los espacios urbanos. • Ingeniería : Integración de los espacios urbanos de desarrollo urbano como resultado de la actividad. • Investigación : Integración de los espacios urbanos de desarrollo urbano como resultado de la actividad. • Investigación : Integración de los espacios urbanos de desarrollo urbano como resultado de la actividad. • Investigación : Integración de los espacios urbanos de desarrollo urbano como resultado de la actividad.

DIARIO DE CAMPO 1 sesión 1			
	Acuerdo de colaboración ITDM para el desarrollo social		
Título del proyecto de investigación	Diseño de una Estrategia (TEMA) a partir del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad de Bogotá		
Institución educativa	Instituto Educativo José Miguel de la Cruz		
Nombre del observador	Rodrigo José Cárdenas		
Fecha del observatorio	Investigación 12 Diciembre 12		
País de la estrategia	Investigación		
Fecha de aplicación	Nombre de sesiones	Nombre de participantes	
12/12/2012	2	10	
Descripción general del desarrollo de la fase			
Durante esta fase inicial, los estudiantes participaron en la actividad "Exploración de la ciudad", cuyo objetivo fue fomentar la observación contextual del entorno urbano, promoviendo la identificación de áreas y zonas de intervención, así como la identificación de actores (Estado, Ciudadanos, Empresas). Cada estudiante realizó la exploración de forma individual y posteriormente, compartió sus hallazgos con el grupo para integrarlos en una presentación colaborativa.			
Se planteó el desarrollo de esta presentación. En la primera, los estudiantes realizaron intervenciones y escucharon diálogos sobre la actividad. En la segunda, compartieron sus resultados, y posteriormente en la tercera se realizó la presentación y la cuarta se realizó la presentación de los hallazgos, reflexiones, conclusiones y una retroalimentación de los estudiantes, profesores y investigadores.			

DIARIO DE CAMPO 1 sesión 1			
	Acuerdo de colaboración ITDM para el desarrollo social		
Título del proyecto de investigación	Diseño de una Estrategia (TEMA) a partir del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad de Bogotá		
Institución educativa	Instituto Educativo José Miguel de la Cruz		
Nombre del observador	Rodrigo José Cárdenas		
Fecha del observatorio	Investigación 12 Diciembre 12		
País de la estrategia	Investigación		
Fecha de aplicación	Nombre de sesiones	Nombre de participantes	
12/12/2012	2	10	
Descripción general del desarrollo de la fase			
Durante esta fase inicial, los estudiantes participaron en la actividad "Exploración de la ciudad", cuyo objetivo fue fomentar la observación contextual del entorno urbano, promoviendo la identificación de áreas y zonas de intervención, así como la identificación de actores (Estado, Ciudadanos, Empresas). Cada estudiante realizó la exploración de forma individual y posteriormente, compartió sus hallazgos con el grupo para integrarlos en una presentación colaborativa.			
Se planteó el desarrollo de esta presentación. En la primera, los estudiantes realizaron intervenciones y escucharon diálogos sobre la actividad. En la segunda, compartieron sus resultados, y posteriormente en la tercera se realizó la presentación y la cuarta se realizó la presentación de los hallazgos, reflexiones, conclusiones y una retroalimentación de los estudiantes, profesores y investigadores.			

Referencias bibliográficas

- Arévalo, J. A., & Gamboa, L. F. (2015). Innovación educativa con enfoque STEM en contextos escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, 27(69), 115–130.
- Beers, S. Z. (2011). *21st century skills: Preparing students for their future*. Education Week Press.
- Beltrán Delgado, S. P., & Enciso Torres, M. A. (2019). *Implementación de un recurso educativo digital para mejorar el desarrollo de proyectos de investigación en los estudiantes de grado noveno en la IED La Paz, municipio de Guaduas* [Tesis de posgrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/14599>
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining twenty-first century skills*. En P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Chavarría, C., & Guede-Cid, R. (2023). La educación STEM como práctica transdisciplinar en educación secundaria y bachillerato. *Revista Iberoamericana de Educación*, 92(1), 61–70.
<https://doi.org/10.35362/rie9215804>
- CONEVAL. (2011). *Elaboración del árbol del problema y del árbol de objetivos*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.



<https://www.coneval.org.mx/coordinacion/Documents/monitoreo/normativa/problemayobjetivos.pdf>

Darling-Hammond, L., Ancess, J., & Falk, B. (1995). *Authentic assessment in action: Studies of schools and students at work*. Teachers College Press.

Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE Publications.

González, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *STEM education: A primer*. Congressional Research Service. <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>

Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill Education.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (2016). *Cooperation in the classroom* (9th ed.). Pearson Education.

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 K–12 Edition*. New Media Consortium.

<https://library.educause.edu/resources/2016/5/2016-nmc-horizon-report-k12-edition>

Macanchí Pico, L., Orozco Castillo, E., & Campoverde Encalada, G. (2020). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo en estudiantes de

educación básica. *Revista Conrado*, 16(75), 161–167.

<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1407>

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.

Monroy Romero, N., & Gómez López, C. (2023). Integración de metodologías activas en educación secundaria para la sostenibilidad ambiental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 92(1), 33–48. <https://rieoei.org/RIE/article/view/5585>

ONU. (2014). *Educación para el desarrollo sostenible: Guía para responsables de formular políticas*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224114>

Partnership for 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions*.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.

Referencias normativas y jurídicas

Congreso de Colombia. (1994). *Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la Ley General de Educación*. Diario Oficial No. 41.214, del 8 de febrero de 1994.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=286>

Congreso de Colombia. (1994). *Decreto 1860 de 1994. Por el cual se reglamenta la organización de la jornada escolar, las actividades curriculares y el uso del tiempo libre.*

Diario Oficial No. 41.449, del 3 de agosto de 1994.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2806>

Congreso de Colombia. (2013). *Ley 1620 de 2013. Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional de Convivencia Escolar y Formación para el Ejercicio de los Derechos Humanos, la Educación para la Sexualidad y la Prevención y Mitigación de la Violencia Escolar.* Diario Oficial No. 48.701, del 15 de marzo de 2013.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=52204>

Congreso de Colombia. (2009). *Ley 1346 de 2009. Por medio de la cual se aprueba la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.* Diario Oficial No. 47.419, del 31 de julio de 2009.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37414>

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2010). *Guía No. 34. Orientaciones para la implementación de proyectos pedagógicos transversales.*

https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-240487_archivo_pdf_guia_34.pdf

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y educación ambiental.*

https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339974_recurso_1.pdf



Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2020). *Lineamientos para el fortalecimiento de la comprensión lectora en los establecimientos educativos.*

https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-394235_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2022). *Orientaciones para la educación inicial, preescolar, básica y media en el marco del enfoque de competencias.*

https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-417973_recurso_1.pdf

UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje.* <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>