

**STEM Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS: ENFOQUE PEDAGÓGICO PARA
POTENCIAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN ESTUDIANTES DE CONTEXTOS URBANOS
Y RURALES**

DIANA FLÓREZ SEGURA

KEVIN ANDREY CORREA CALLE

MARTÍN MOSQUERA HINESTROZA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN STEM PARA EL DESARROLLO SOCIAL

2025

Correo institucional: martinmosquera@usantotomas.edu.co;

CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002309415 ; **Google Scholar:**

<https://scholar.google.com/citations?user=SwZciw4AAAAAJ&hl=es>; **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-1501-7701>

Correo institucional: dianaforezs@usantotomas.edu.co; **CvLAC:** https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000080116;

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=qr9ZrHkAAAAAJ&hl=es>; **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-7091-1320>

Correo institucional: kevincorrea@usantotomas.edu.co; **CvLAC:** https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002434938;

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=V0ollkgAAAAAJ&hl=es>; **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0008-3593-8986>

Fecha de presentación del documento: 17-noviembre-2025

RESUMEN

El documento deja en evidencia la forma en que un proyecto investigativo permite diseñar estrategias de educación STEM, con el propósito de fomentar el pensamiento crítico en estudiantes de ciclo II y ciclo III en dos contextos, uno rural en la región de Antioquia y otro urbano en Bogotá, capital.

El contexto rural, involucra a la institución Zoila Duque Baena, ubicada en el municipio de Abejorral; vereda Chagualal, en el departamento de Antioquía. Esta institución es de escasos recursos, pero al tener un contexto natural, permite que una de las propuestas de esta investigación presente avances relevantes frente al contexto urbano. Ahora bien, la segunda institución, Colegio Provincia de Quebec, está ubicada en la localidad quinta de Bogotá, (Usme), de acceso y problemática social y ambiental, también permitió desarrollar estrategias STEM con estudiantes de primaria.

En el contexto rural, se desarrolló un biodigestor casero con la participación directa de los estudiantes y con el uso de materiales disponibles en el entorno escolar y de vivienda. Dicho biodigestor facilitó la transferencia de acciones pedagógicas hacia la institución urbana, quienes pudieron adquirir conocimientos y lograr el desarrollo de un videojuego educativo en el entorno Scratch, ubicando como eje principal, la problemática de gestión de los residuos orgánicos e inorgánicos.

El proyecto investigativo se orientó desde el objetivo de diseñar estrategias de educación STEM para fomentar el pensamiento crítico en estudiantes de cuarto, sexto y séptimo grado, en las instituciones Provincia de Quebec, en Bogotá contexto urbano y Zoila Duque Baena contexto rural en Antioquia, a través de la creación de un biodigestor casero y el diseño de un video juego educativo frente a la problemática: la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos. Este enfoque multidisciplinario (STEM) buscó eliminar las barreras entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, integrándose al mundo real a través de experiencias significativas. Es por eso que, a través del desarrollo de habilidades STEM como el pensamiento crítico, los estudiantes visualizaron una problemática en su contexto de tipo ambiental, que ayudó a promover las iniciativas y funciones de los objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en particular

el ODS 11 que pretende minimizar la huella ecológica por persona de los entornos urbanos y el ODS 12 que tiene como objetivo disminuir de manera significativa la producción de basura a través de acciones preventivas. La metodología adoptada se fundamentó en un enfoque cualitativo, permitiendo una comprensión profunda de las experiencias y percepciones de los participantes, el enfoque que se utilizará para abordar la pregunta de investigación es el estudio de caso, dado que esta técnica investigativa se aplica cuando lo que se examina es un fenómeno actual en un entorno real, así mismo, esta investigación es de carácter descriptivo, ya que, busca observar y recolectar datos, identificando patrones a partir de estadísticas descriptivas, realizando la recolección de la información seleccionada por medio de cuestionarios, diarios de campo y bitácoras, además del registro gráfico continuo del mismo. Los resultados obtenidos validan el hecho de que las estrategias de aprendizaje propuestas, permiten revelar la apropiación de habilidades de interpretación, argumentación y toma de decisiones, logrando impactos positivos y replicables en el correcto manejo de residuos sólidos en ambas instituciones educativas.

Palabras clave: Pensamiento crítico, Estrategias STEM, Residuos sólidos, Compostaje escolar, Sostenibilidad.

ABSTRACT

The document highlights how a research project can be used to design STEM education strategies with the aim of promoting critical thinking among students in cycles II and III in two contexts: one rural in the Antioquia region and the other urban in Bogotá, the capital.

The rural context involves the Zoila Duque Baena institution, located in the municipality of Abejorral, Chagualal village, in the department of Antioquia. This institution has limited resources, but its natural setting allows one of the proposals of this research to present relevant advances compared to the urban context. The second institution, Colegio Provincia de Quebec, is located in the fourth district of Bogotá (San Cristóbal), which has access and social and environmental problems, and also allowed for the development of STEM strategies with primary school students.

In the rural context, a homemade biodigester was developed with the direct participation of the students and using materials available in the school and home environment.

This biodigester facilitated the transfer of educational activities to the urban institution, which was able to acquire knowledge and develop an educational video game in the Scratch environment, focusing on the issue of organic and inorganic waste management. The research project was guided by the objective of designing STEM education strategies to promote critical thinking in fourth, sixth, and seventh-grade students in the Provincia de Quebec institution in Bogotá (urban context) and the Zoila Duque Baena institution in Antioquia (rural context) through the creation of a homemade biodigester and the design of an educational video game addressing the issue of the management of organic and inorganic waste. This multidisciplinary approach (STEM) sought to eliminate the barriers between science, technology, engineering, and mathematics, integrating them into the real world through meaningful experiences. That is why, through the development of STEM skills such as critical thinking, students visualized an environmental problem in their context, which helped promote the initiatives and functions of the Sustainable Development Goals (SDGs), in particular SDG 11, which aims to minimize the ecological footprint per person in urban environments, and SDG 12, which aims to significantly reduce waste production through preventive actions. The methodology adopted was based on a qualitative approach, allowing for a deep understanding of the participants' experiences and perceptions. The approach used to address the research question is the case study, given that this research technique is applied when examining a current phenomenon in a real environment. Likewise, this research is descriptive in nature, as it seeks to observe and collect data, identifying patterns from descriptive statistics, collecting selected information through questionnaires, field journals, and logs, in addition to continuous graphic recording. The results obtained validate the fact that the proposed learning strategies reveal the acquisition of interpretation, argumentation, and decision-making skills, achieving positive and replicable impacts on the proper management of solid waste in both educational institutions.

Keywords: Critical thinking, STEM strategies, Solid waste, School composting, Sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso educativo se concibe como un ejercicio formativo permanente, personal, cultural y social, fundamentado en una visión integral de la persona humana, de su dignidad, sus derechos y deberes (Ley General de Educación, 1994, p. 1). Esta definición permite comprender al ser humano como un individuo en constante transformación, impulsado por el deseo de mejorar sus condiciones de vida y de desarrollarse de manera plena en todas sus dimensiones. A lo largo de la historia, la humanidad ha recurrido al proceso de enseñanza y aprendizaje como un pilar fundamental para ese desarrollo integral, un camino donde convergen dos componentes esenciales: la transmisión de información y la construcción activa del conocimiento. (Sánchez, 2003).

Los docentes, en su rol de orientadores pedagógicos, diseñan estrategias que buscan generar aprendizajes realmente significativos y fomentar la participación activa de sus estudiantes. Para lograrlo, recurren a diversas actividades didácticas, seleccionan de manera cuidadosa los recursos educativos más pertinentes y realizan un seguimiento continuo del progreso académico, asegurándose de que cada estudiante avance de manera coherente y pertinente en su proceso formativo. (Rueda & Puentes, 2024, pág.2). Para lograr el objetivo del proceso de enseñanza y aprendizaje, el hombre se ha valido de diferentes metodologías de aprendizaje; éstas han estado a disposición de los diversos sistemas educativos, con el fin de que sean apropiados y utilizadas como estrategias para mejorar las prácticas docentes y el rendimiento académico de los estudiantes al interior de las aulas de clase.

Escontrela Mao y Stojanovic Casas (2004) Sostienen que el aprendizaje ha atravesado transformaciones profundas en los últimos años, y entre los cambios más notorios se encuentra el creciente impacto que han tenido las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos educativos. (Tecnologías de la Información y la Comunicación). En Colombia, la enseñanza de la tecnología ha tenido un avance notable en años recientes, ya que se centra en cultivar habilidades y

competencias tecnológicas en los estudiantes desde una edad temprana, con el fin de preparar a las personas para el ámbito laboral y promover la innovación.

En el ámbito educativo colombiano, se observa una evidente urgencia por fortalecer las habilidades vinculadas al pensamiento crítico, lo que facilita la creación de capital humano en estos campos para atender las exigencias del siglo XXI, especialmente debido a su íntima conexión con el desarrollo económico y la resolución de desafíos sociales y ambientales. (Becerra et al., 2024)

Dando respuesta a los desafíos actuales en la educación surge el enfoque educativo STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), definido por Domènech (2019) como: “el movimiento formativo que busca incrementar las vocaciones científico-tecnológicas de los estudiantes, a través de la conexión de herramientas, perspectivas y metodologías didácticas” (p.2). Este enfoque STEM busca consolidar, la articulación del sistema educativo y las escuelas con diferentes actores de la sociedad. Esto tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes oportunidades para vivir experiencias de aprendizaje activo, integrar diversas áreas del conocimiento, desarrollar competencias para la vida y conectarse con las dinámicas y desafíos del contexto (MEN, 2022, p. 19).

Esta mirada multidisciplinaria permite reconocer que los desafíos a los que los docentes se enfrentan a diario requieren conocimientos provenientes de diferentes campos, especialmente en lo ambiental, social y cultural, así como habilidades de diseño y comprensión de diversos sistemas. En este sentido, la educación STEM, tal como señala Sánchez (2019), articula estas áreas del saber y promueve un conjunto de competencias que fortalecen una comprensión integral del mundo, favoreciendo que el estudiante participe activamente en la construcción de su propio aprendizaje.

Según Londoño (2010), la filosofía educativa del docente, es la que guía la didáctica del enfoque STEM, sus técnicas, el modelo pedagógico que emplea, su visión de la educación y las teorías curriculares que usa en su práctica, estas estrategias influyen directamente en los estudiantes, en su forma de aprender, la selección de los métodos y recursos, y la evaluación del aprendizaje. Cuando se da esa

relación entre hombre-naturaleza, esto tiene una connotación muy importante en la comprensión de nuestra responsabilidad de los efectos negativos que causan las actividades de consumo en nuestro entorno social.

Desarrollar STEM en el aula, va más allá de un enfoque educativo e interdisciplinar. Acevedo Andrade et al. (2023) señalan que tiene unos objetivos e intereses que trascienden las aulas, uno de ellos es la formación de una ciudadanía competente para aportar al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Dentro de estos ODS, se busca trabajar especialmente el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables).

La sostenibilidad es entendida como “la resiliencia socio ecológica de los sistemas y, por tanto, es la capacidad de estos para llevar a cabo cambios adaptativos frente a una perturbación para mantener unos atributos esenciales” (Salas et al., 2012, citados en Carreño y Carrasco, 2015, p72). El adecuado manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un eje fundamental dentro de los programas de sostenibilidad del sector productivo, ya que contribuye al bienestar comunitario, a la protección del ambiente en las distintas regiones y al cuidado de la salud pública. Además, este proceso impulsa la economía circular al favorecer sistemas de producción y consumo que optimizan el uso de materiales, energía y agua. A su vez, reconoce la capacidad de los ecosistemas para recuperarse y propone reintroducir los materiales en nuevos ciclos productivos mediante prácticas basadas en la creatividad, la innovación y el emprendimiento. (Londoño et al., 2010, p 8)

Ante lo presentado anteriormente, la presente investigación tiene como objetivo diseñar estrategias con metodologías STEM que potencien competencias de pensamiento crítico (interpretación, argumentación y toma de decisiones) con el fin de fomentar conciencia ambiental para la creación de soluciones sostenibles e innovadoras en el manejo de residuos sólidos de una población rural y urbana en instituciones educativas públicas.

Para lograr el objetivo mencionado con anterioridad, se empleará un enfoque cualitativo a través de la metodología de estudio de caso, dando un marco de investigación que sirve como una hoja de ruta para orientar a los estudiantes en el desarrollo de la estrategia STEM. Así mismo se desarrollarán los siguientes instrumentos para la recolección de datos: cuestionarios, diarios de campo y bitácoras, a través de los cuales, se puede obtener un enfoque claro de los factores que se pretende investigar en los entornos escolares en la comprensión de la problemática ambiental.

Con el desarrollo de esta estrategia STEM, se busca fomentar la competencia de pensamiento crítico, generando que el estudiante identifique problemáticas, proponga alternativas de solución, argumente y tome decisiones frente a situaciones cotidianas en búsqueda de una solución viable para él y su entorno; todo lo anterior haciendo uso de metodologías STEM frente a la comprensión y el correcto manejo de los residuos sólidos dentro de la institución, generando impacto social y ambiental.

2. JUSTIFICACIÓN

La educación STEM en Colombia tuvo un precursor clave con el programa Pequeños Científicos, centrado en el campo de las ciencias, y a partir del año 2018, STEM Academia ha agrupado diversas iniciativas educativas, sin embargo, aún no se realiza una implementación amplia y sistemática de este enfoque en instituciones oficiales, pese a que el Ministerio de Educación, a través del proyecto STEM+, ha involucrado a cerca de 185 entidades educativas, según lo planteado por Marín et al., (2023), lo cual deja ver que aunque se han generado avances importantes, persiste un vacío en la integración plena de STEM en la educación pública, especialmente en lo relacionado con la construcción de estrategias pedagógicas contextualizadas a las realidades de los estudiantes.

El enfoque STEM es particularmente relevante para este trabajo de investigación porque no sólo articula la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en procesos de enseñanza y aprendizaje,

sino que también, impulsa el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones fundamentadas en evidencia (Bybee, 2013; Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014).

Estas competencias son esenciales para enfrentar los retos del siglo XXI y vincular el aprendizaje escolar con la vida cotidiana. Por ese motivo, el presente trabajo busca implementar la interdisciplinariedad mediante estrategias basadas en metodologías STEM, aplicadas a una problemática ambiental concreta: el inadecuado manejo de los residuos sólidos en dos instituciones educativas de contextos diferentes, el Colegio Provincia de Quebec (IED) en Bogotá y la Institución Educativa Rural Zoila Duque Baena en Antioquia.

La gestión adecuada de los residuos sólidos ha adquirido una importancia cada vez mayor en el mundo, impulsada por la necesidad de construir entornos verdaderamente sostenibles que favorezcan un desarrollo socioeconómico equilibrado, respetuoso del ambiente y centrado en el bienestar colectivo. En esta misma línea, Serna (2022) destaca que el aumento de la población genera, de manera exponencial, una mayor cantidad de residuos, y a su vez la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático (p. 397), lo cual evidencia la urgencia de implementar prácticas responsables que mitiguen estos impactos.

En este sentido, trabajar esta problemática en escenarios educativos permite a los estudiantes identificar y analizar situaciones reales que afectan su entorno inmediato, como el desperdicio de alimentos en el restaurante escolar o la acumulación de residuos inorgánicos en el colegio urbano. Este primer paso es fundamental en el desarrollo del pensamiento crítico, ya que sitúa a los estudiantes frente a una problemática tangible que requiere comprensión profunda y acción responsable (Facione, 2015).

Ante esta problemática ambiental, han emergido múltiples iniciativas orientadas a construir un planeta más saludable tanto para las generaciones actuales como para las futuras. Estas acciones se apoyan en la implementación de políticas locales, las cuales desempeñan un papel decisivo para impulsar

los cambios que la situación exige. En el aula, estas iniciativas se concretan en la capacidad de los estudiantes de cuestionar prácticas cotidianas y preguntarse, por ejemplo: ¿por qué se desperdicia tanta comida en la escuela?, ¿qué alternativas existen para aprovecharla?, ¿qué consecuencias tiene mezclar plásticos con residuos orgánicos? Este tipo de cuestionamientos son esenciales para que los aprendizajes no se limiten a lo teórico, sino que se traduzcan en reflexión y acción concreta (Paul & Elder, 2014).

Por ello es pertinente “reconocer la importancia de abordar los problemas ambientales mediante el enfoque interdisciplinario STEM, dado que esta estrategia no solo proporciona soluciones a desafíos contextualizados, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades propias del siglo XXI” (Agudelo-Agudelo & Prada-Perea, 2023, p. 45). Desde este enfoque, los estudiantes no solo observan y reflexionan, sino que también pueden comparar datos antes y después de la implementación de estrategias, como medir la cantidad de residuos que se desperdician en el restaurante escolar antes y después de la puesta en marcha de una compostera. Este proceso les permite evidenciar el impacto de sus acciones y tomar decisiones basadas en evidencia.

Las disciplinas STEM favorecen el desarrollo de habilidades científicas esenciales, orientadas a fortalecer estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan a los estudiantes adquirir conocimientos tanto teóricos como prácticos, útiles para afrontar los desafíos de la vida cotidiana. En esta línea, Peeters y Boddu (2016) señalan que la capacidad de pensar y reflexionar sobre los propios procesos de aprendizaje se ha convertido en una competencia superior imprescindible, que los estudiantes deben ejercer de manera consciente para alcanzar el éxito en ámbitos académicos, profesionales, familiares y sociales, contribuyendo así al progreso social y económico de la comunidad (p. 14).

3. DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD

3.1 Identificación y descripción

La enorme acumulación de desechos sólidos en los principales vertederos del mundo es un reflejo directo de las acciones humanas a lo largo de la historia y de sus consecuencias en el planeta. Esta realidad pone en evidencia que la problemática ambiental derivada de la producción desmedida de residuos y su inadecuado manejo exige una atención urgente y soluciones responsables que mitiguen su impacto. (Fajardo et al., 2024) Es por tal motivo que esta investigación busca no solo diagnosticar las condiciones actuales medioambientales de las instituciones a trabajar, sino también proponer estrategias pedagógicas que impulsen el aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un enfoque interdisciplinario y fomentar el pensamiento crítico. Así mismo, se pretende fomentar habilidades científicas y de sostenibilidad en los estudiantes, aprovechando su interacción directa con el entorno natural y superando las barreras de infraestructura mediante metodologías innovadoras y contextualizadas.

La población con la que se desarrollaran las estrategias, pertenece a dos instituciones educativas distritales de Colombia, una ubicada en el sector urbano: Colegio Provincia de Quebec, ubicada en la localidad de Usme, en el sur-orienté de Bogotá; la otra institución educativa, ubicada en zona rural: Zoila Duque Baena, ubicada en el municipio de Abejorral-Antioquia. La institución urbana, ofrece educación preescolar, básica y media desde los niveles de Pre-Jardín a undécimo a una población aproximada de 1.100 niños, niñas y jóvenes con Media Académica en las especialidades en Arte, Diseño Básico, y Bilingüismo, cuenta con dos jornadas, la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los estratos 1 y 2. Sin embargo, una de las problemáticas que se verá en el desarrollo de esta investigación, de manera práctica, es que la infraestructura del colegio no cuenta con zona verde, aunque tiene una sala de informática con portátiles para cada estudiante con acceso a internet, lo cual es muy importante para el desarrollo del proyecto, por que contribuye para que exista un ambiente sostenible y duradero para las generaciones venideras. El siguiente trabajo cuenta con la participación de 33 estudiantes del grado cuarto jornada tarde.

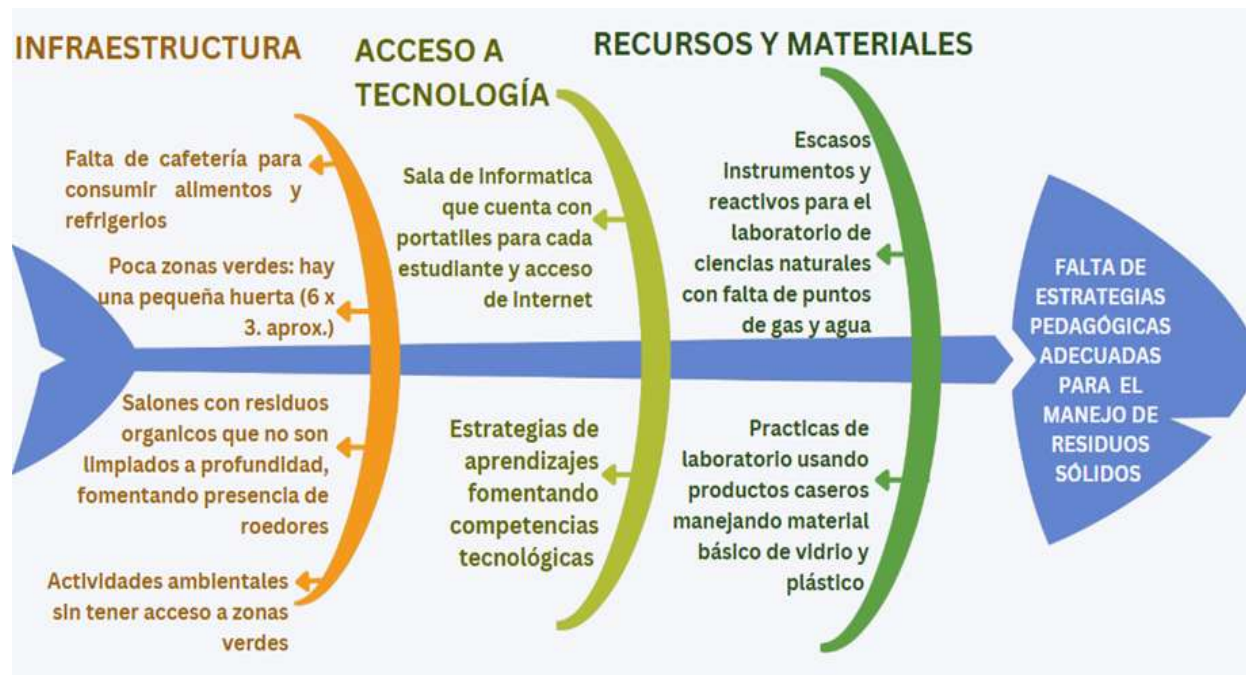
De otro lado, la institución rural, atiende a 311 estudiantes desde preescolar hasta grado once, en su mayoría provenientes de familias campesinas, lo que imprime un carácter práctico para su formación. Aunque se encuentra en un contexto caracterizado por su riqueza y acercamientos a todos estos privilegios naturales, las limitaciones acá son viceversa al anterior colegio, hay una limitación tecnológica. La infraestructura tecnológica de la institución es limitada: se dispone de 7 portátiles y algunas tabletas obsoletas. Aunque existe conexión a internet, la señal es inestable, una situación común en zonas rurales del territorio colombiano. Esta condición contrasta con la riqueza de recursos naturales disponibles, como una extensa zona verde, que constituye un escenario propicio para actividades de aprendizaje al aire libre y proyectos de sostenibilidad. El enfoque del estudio se centra en 26 estudiantes de los grados sexto y séptimo, adolescentes entre los 11 y 14 años.

Tanto en la institución urbana como en la rural se entregan alimentos preparados diariamente; en el caso urbano, mediante el consumo de alimentos calientes y refrigerios, y en el caso rural, a través de una cocineta escolar donde se elaboran las comidas de los estudiantes. En ambos contextos, estos servicios de alimentación escolar generan residuos orgánicos de manera constante, los cuales actualmente no cuentan con un proceso de aprovechamiento adecuado. Esta situación representa una oportunidad pedagógica para implementar proyectos diferenciados: compostaje y biodigestores en la institución rural, y manejo sostenible de residuos inorgánicos y prácticas de clasificación en la institución urbana. Ambas acciones resultan clave para fortalecer la educación ambiental y reducir el volumen total de desechos producidos.

La situación descrita en las dos instituciones constituye, además, un escenario propicio para desarrollar estrategias STEM orientadas a fortalecer las habilidades necesarias para comprender, analizar y evaluar problemáticas locales desde un enfoque experiencial. Cabe resaltar que el reto educativo en estos dos contextos implica diseñar estrategias que aprovechen los recursos disponibles y promuevan un aprendizaje significativo, articulando ciencia, tecnología y medio ambiente (Brunner, 2020).



Fuente: Diagrama espina de pescado: Relaciones causas y efectos Institución Educativa Rural Zoila Duque Baena. Elaboración propia.



Fuente: Diagrama espina de pescado: Relaciones causas y efectos institución: Provincia de Quebec. Elaboración propia.

3.2 Formulación

- ¿Cómo se pueden diseñar estrategias STEM que fomenten el desarrollo de competencias en pensamiento crítico en el manejo de residuos sólidos en entornos urbanos y rurales?
- ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades que presentan los contextos urbanos y rurales para la implementación de estrategias educativas en el manejo de residuos sólidos?
- ¿Qué impacto en la comunidad educativa se percibe tras la implementación de estrategias educativas STEM en el contexto rural y urbano?
- ¿Qué actividades propuestas en la estrategia STEM fomentaron el pensamiento crítico?
- ¿Cómo se llevó a cabo la interdisciplinariedad de las áreas STEM en el desarrollo de la estrategia?

4. OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN / ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Una importante oportunidad de innovación se basa en el desarrollo de un modelo de aprendizaje contextualizado, el cual usa metodologías del aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el trabajo colaborativo como base para promover competencias del presente siglo, las cuales permitirán a los estudiantes reflexionar sobre problemáticas actuales con el fin proponer alternativas de solución, mediante el diseño y construcción de prototipos que den respuesta a esos desafíos beneficiando a su entorno.

En este sentido, Quiceno (2017) sostiene que incluir la educación STEM en las aulas contribuye a preparar a los profesionales del mañana y refuerza la conciencia global sobre el entorno, la creatividad e innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, así como la comunicación y el trabajo en equipo.

En relación con lo anterior, la planeación e implementación de estrategias STEM permite acercarnos a la comprensión integral de una problemática en contexto; el inadecuado manejo de residuos sólidos en un contexto rural y uno urbano. Es importante resaltar que las alternativas de solución son diferentes en ambas instituciones, por un lado, en la población rural cuenta con amplios espacios de zona

verde que proporcionan la facilidad de planificar una instalación de biodigestores, para procesar los residuos orgánicos procedentes de los alimentos consumidos por la institución. Este resultado esperado tiene lugar a través de estrategias de planificación en el aula que permitan comprender los conceptos científicos, tecnológicos, matemáticos y de ingeniería necesarios para la ejecución de este. Por otro lado, las alternativas de solución planteadas para la comunidad urbana se centran en aspectos a nivel pedagógico, haciendo uso de recursos tecnológicos, mediante la creación de una animación en Scratch explicando el adecuado manejo de residuos sólidos, la cual pueda ser usada por diferentes cursos de manera interactiva, y así el docente podrá evaluar la comprensión de las temáticas presentes en torno a la gestión de residuos y al manejo de las herramientas tecnológicas, integrando de esa manera las áreas STEM.

Guzmán y López (2019) enfatizan que entender la lógica detrás de los algoritmos y la programación ayuda a desarrollar capacidades como el razonamiento matemático y la solución de problemas, destacando la relevancia de realizar actividades creativas y motivadoras. Para Cabra y Ramírez (2022) aplicar la metodología pedagógica Scratch potencia las habilidades matemáticas y el pensamiento computacional. El estudio corrobora que integrar metodologías STEAM mejora las prácticas educativas.

5. PROPÓSITO Y OBJETIVOS

5.1 Propósito

El proyecto actual se soporta en el hecho de que la enseñanza es un medio fundamental para abordar los problemas socioambientales actuales, particularmente en lo relacionado con la gestión de desechos, el propósito central de esta investigación es; diseñar e implementar estrategias educativas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con el fin de fomentar el pensamiento crítico, frente al manejo de residuos orgánicos e inorgánicos, en estudiantes de primaria y secundaria de contextos urbanos y rurales. La importancia de este proyecto se centra en la intencionalidad de desarrollar en los alumnos habilidades de análisis, interpretación, argumentación, evaluación y toma de decisiones en

relación con la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos, de manera que los estudiantes reflexionen y comprendan el impacto de los residuos, desarrollen argumentos lógicos para justificar la importancia de la reducción y el reciclaje, y finalmente tomen decisiones sobre cómo aplicar estos conocimientos en sus entornos cotidianos. De acuerdo con Celis y González (2021), el aprendizaje de estas habilidades estimula la creatividad mediante la creación y el diseño, promueve las destrezas tecnológicas que son esenciales en la actualidad; favorece las habilidades interpersonales y apoya la individualidad del individuo.

5.2 Objetivo General

Diseñar estrategias educativas STEM para fomentar el pensamiento crítico frente al manejo de residuos orgánicos e inorgánicos, en estudiantes de primaria y secundaria de contextos urbanos y rurales.

5.3 Objetivos específicos.

1. Promover el pensamiento crítico desde la interpretación, argumentación y toma de decisiones por medio de estrategias educativas STEM en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos.
2. Implementar alternativas sostenibles y herramientas innovadoras mediante la creación de un modelo de biodigestor para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el entorno rural, junto con una propuesta de gamificación que fortalezca el manejo adecuado de los residuos inorgánicos en el contexto urbano.
3. Identificar la efectividad de las estrategias educativas STEM a nivel cognitivo y procedimental en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos en un contexto urbano y uno rural.

5.4 Matriz de medición de impacto educativo y social

Objetivo Específico	Contexto del Impacto	Indicadores de Cumplimiento e Impacto	Medios de Verificación
----------------------------	-----------------------------	--	-------------------------------

Diagnosticar las prácticas actuales de manejo de residuos sólidos en instituciones educativas urbanas y rurales, identificando sus necesidades y oportunidades para la intervención educativa.	Contexto urbano y rural de las instituciones educativas. Evaluación de las prácticas actuales de manejo de residuos.	- Identificación de las prácticas actuales de manejo de residuos sólidos. - Registro de las necesidades. - Registro de oportunidades para la intervención educativa.	- Cuestionarios y cuestionarios a estudiantes. - Observación directa de las prácticas en las instituciones. - Registro videográfico - Diarios de campo - Bitácoras
Diseñar una estrategia educativa STEM que promueva el pensamiento crítico para la creación de soluciones sostenibles en el manejo de residuos sólidos.	Diseño de la estrategia educativa adaptada a los contextos urbano y rural, teniendo en cuenta los recursos disponibles y las necesidades de los estudiantes.	- Desarrollo de una estrategia educativa que combine STEM con la gestión de residuos sólidos. - Integración de actividades que promuevan el pensamiento crítico.	- Documentación de la estrategia diseñada. - Planificación de las actividades propuestas.

Comparar la efectividad de las estrategias educativas STEM en el manejo de residuos sólidos en instituciones urbanas y rurales, identificando los desafíos y oportunidades que cada contexto presenta para la adaptación y optimización de los recursos educativos.	Comparación de los resultados obtenidos en la implementación de las estrategias en ambos contextos, de manera cualitativa y cuantitativa.	- Análisis comparativo de los resultados de las estrategias en ambos contextos. - Identificación de las principales diferencias y similitudes en la implementación.	- Resultados de la implementación de cuestionarios . - Reportes de observación en el aula. - Análisis de documentos y materiales educativos utilizados.
Evaluar el impacto de la estrategia educativa en el desarrollo de competencias en pensamiento crítico entre los estudiantes de ambos contextos.	Evaluación del impacto de la estrategia educativa en los estudiantes, considerando su capacidad para generar soluciones sostenibles y aplicar prácticas responsables.	- Nivel de desarrollo de competencias en pensamiento crítico en los estudiantes. - Implementación de prácticas sostenibles en el manejo de residuos sólidos.	- Pruebas y cuestionarios de evaluación de competencias. - Observación de proyectos y actividades realizadas por los estudiantes. - Encuestas de autoevaluación a los estudiantes.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 Marco contextual

El contexto actual del siguiente trabajo se ubica en dos instituciones educativas en dos contextos una en un entorno urbano y otra en un entorno rural. Por un lado, el Colegio Provincia de Quebec (IED),

ubicado en la localidad quinta de Usme, Bogotá, es un colegio de carácter público con modalidad de sector oficial y calendario A. Esta institución brinda educación a niños desde el grado preescolar hasta grado once en dos jornadas. Además, comprende un enfoque en artes, diseño básico, comunicación y bilingüismo.

En cuanto a la infraestructura, es un colegio pequeño sin espacios con zona verde para actividades al aire libre, cuenta con una sola cancha, hay una sala de sistemas con computadores portátiles y acceso de internet. Además, los salones están disponibles para aproximadamente 30 estudiantes por aula, son amplios y cuentan con televisión e internet. La institución dispone de una página web para comunicar eventos, y una plataforma digital básica para la gestión de notas y boletines. En términos socioeconómicos, las familias son de estratos 1 y 2, en su mayoría, los padres no son profesionales y un porcentaje mínimo es analfabeta. Los estudiantes que harán parte de la investigación pertenecen a la jornada tarde y cursan educación primaria (4°), con un total aproximado de 33 estudiantes.

Por otro lado, en un entorno rural, la Institución Educativa Rural Zoila Duque Baena, ubicada en el municipio de Abejorral-Antioquia brinda educación a 311 estudiantes desde preescolar hasta grado once con un solo grupo por grado, en su mayoría de familias campesinas. La principal actividad económica de la comunidad gira en torno al cultivo y comercialización de café, plátano y aguacate. En cuanto a infraestructura, esta institución carece de suficientes recursos tecnológicos y programas actualizados, están disponibles algunos portátiles y tabletas obsoletas. Aunque cuenta con servicio de internet, la señal no es constante, lo que limita el acceso fluido a herramientas digitales. No obstante, esta institución presenta una amplia zona verde, lo que permite la realización de actividades al aire libre. Además, cuenta con espacios adecuados para el aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de la cocineta, donde se preparan los alimentos para los estudiantes. Sin embargo, no se presentan procesos de formación ambiental, con estudiantes ni docentes, lo que repercute en prácticas poco sostenibles dentro de la institución. La institución rural tendrá la participación de 26 estudiantes de los grados 6° y 7°.

En el ámbito ambiental y cultural, la institución de contexto urbano, tiene acceso a servicios públicos, incluyendo recolección formal de residuos por parte del operador oficial de aseo. A pesar de esto, al igual que en muchos colegios públicos de la capital, se presentan falencias en la gestión de residuos sólidos: ya que, en la práctica los residuos terminan siendo mezclados por el personal de aseo. Esta institución, cuenta con dos puntos de recolección de residuos sólidos y una caneca por cada salón donde se deposita el PAE que reciben los estudiantes durante su jornada, puesto que no se cuenta con un espacio de cafetería para el consumo de estos, por último, hay una bodega de reciclaje cerca a la cancha del colegio. De otra manera, en la institución rural se disponen los residuos sólidos en huecos excavados en el suelo, donde posteriormente son quemados. Los residuos orgánicos, en algunos casos, se depositan directamente en potreros, jardines o huertas. Si bien se cuenta con un par de puntos ecológicos, no existe una cultura de separación efectiva, y cuando esta se realiza, los residuos terminan mezclados y siendo incinerados, lo cual evidencia una ausencia de conciencia ambiental y de estrategias educativas funcionales en este ámbito.

6.2 Revisión del estado del arte

El presente ejercicio investigativo contiene diferentes bases de datos, los cuales permitieron identificar las siguientes experiencias académicas científicas en torno al manejo de residuos con enfoque de STEM.

Según Arabit et al, (2023), en su investigación titulada “Recursos Educativos Abiertos y metodologías activas para la enseñanza de STEM en Educación Primaria”, el autor busca mostrar los resultados obtenidos al implementar metodologías activas para fortalecer la enseñanza de STEM en este nivel educativo. Para ello, desarrolló un estudio de caso único en un colegio público, en el que participaron 5 docentes, 117 estudiantes y 55 familiares. Tras analizar la experiencia, se evidenció una valoración ampliamente positiva por parte de maestros y alumnos. La mayoría destacó la calidad, creatividad, variedad, originalidad y pertinencia de los recursos empleados, así como los aprendizajes logrados mediante las

metodologías activas. De igual manera, la mayoría de los familiares coincidió en que la enseñanza STEM contribuye al desarrollo de habilidades para resolver problemas reales y aumenta la motivación de los estudiantes, resultados que coinciden con lo reportado en investigaciones previas.

De manera semejante, Buitrago et al. (2022), en su artículo “Pensamiento computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas”, muestran cómo la metodología STEM puede transformar positivamente las aulas de primaria, incluso aquellas donde hay un alto número de estudiantes con discapacidad, destacando que la diversidad no limita el desarrollo del pensamiento computacional, sino que lo enriquece. Para ello, los autores propiciaron diálogos con los docentes sobre sus prácticas diarias, realizaron actividades desconectadas y emplearon herramientas tecnológicas, acciones que sensibilizaron al profesorado sobre la importancia de integrar recursos innovadores y los motivaron a incluir estas estrategias en el currículo institucional reconociendo la riqueza de la diversidad presente en el aula. Los resultados señalan que las estrategias STEM, además de fortalecer el pensamiento computacional, potencian competencias clave del siglo XXI; que los estudiantes con discapacidad participan con motivación y responden de forma positiva; que el trabajo colaborativo entre pares enriquece los aprendizajes individuales y colectivos; y que, a medida que más docentes se suman, el proyecto logra un mayor alcance e impacto. Este estudio se convierte así en un referente inspirador para quienes desean integrar prácticas innovadoras y tecnologías en contextos educativos diversos, contribuyendo a desmitificar temores y barreras infundadas sobre el trabajo con población con discapacidad y demostrando que la inclusión y la innovación pueden avanzar juntas para transformar profundamente la experiencia educativa.

Por su parte, Serna et al. (2022), en el artículo “Residuos sólidos y cambio climático”, identificaron una problemática significativa relacionada con el manejo de los residuos sólidos inorgánicos en el municipio de Fusagasugá. Frente a esta situación, los autores diseñaron estrategias pedagógicas orientadas a que los estudiantes de educación básica desarrollarán hábitos de reducción, reutilización y reciclaje. El estudio se desarrolló bajo un paradigma sociocrítico, con un enfoque cualitativo y un diseño de

investigación-acción. Para la recolección de información se emplearon diversas técnicas, como la revisión documental, talleres de investigación y entrevistas en grupos focales, aplicadas a una muestra intencional de 15 estudiantes. Los hallazgos mostraron que, aunque la institución había puesto en marcha acciones para mejorar el manejo de los residuos, estas se mantenían principalmente en el ámbito del currículo formal y no trascendía a la práctica cotidiana. Tras la puesta en marcha de las estrategias pedagógicas, se evidenció que es posible fortalecer la conciencia ambiental y el sentido de responsabilidad de los estudiantes, promoviendo actitudes más comprometidas frente al cuidado del entorno.

Por otro lado, Casado y Checa (2020), en su artículo Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria, se propusieron demostrar, con evidencia empírica, cómo la metodología STEM puede potenciar la creatividad de los estudiantes de 5.º y 6.º de primaria. Para ello desarrollaron un taller dividido en dos fases: en la primera, los proyectos STEAM y la robótica fueron incorporados como herramientas de aprendizaje dentro del aula, poniendo especial atención en la variable de la creatividad; en la segunda fase, los estudiantes participaron en una competencia donde tuvieron la oportunidad de presentar sus proyectos y los robots que ellos mismos construyeron y programaron ante un comité de expertos. Este comité evaluó cada propuesta a partir de criterios de creatividad. Los resultados fueron contundentes: se evidenció un incremento notable en la creatividad de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades STEM, acompañado de una valoración muy favorable por parte de los evaluadores, quienes destacaron que los productos finales creados por los niños alcanzaron niveles sobresalientes de originalidad y creatividad.

6.3 Marco teórico

Bravo & Cáceres (2006) explican que en la mayoría de las aulas, los alumnos deben prestar atención constante al docente, quien posee el saber, y lo expone como certezas absolutas, dejando escaso espacio para que el alumno piense y encuentre respuestas por sí mismo. Esta visión resalta el enfoque

clásico de la educación como un proceso de una sola vía, lo que se opone a enfoques más colaborativos y dinámicos. (p.1)

El constructivismo en el proceso de enseñanza y aprendizaje

El enfoque constructivista surge de las ideas innovadoras sobre el aprendizaje presentadas por los psicólogos David Ausubel, Jean Piaget y Lev Vygotsky. Estos expertos ven el aprendizaje como una edificación mental que realiza el estudiante, basada en factores como los saberes anteriores, la interacción social, cultural e histórica con los objetos, las personas y el entorno, así como la resolución de dificultades.

David Ausubel creía que el aprendizaje tiene que ser una experiencia significativa para quien lo realiza. Aprender equivale a entender, por lo que lo que se entiende se retiene y se recordará con mayor facilidad ya que se integrará en nuestra red de conocimientos. Una de las contribuciones de Ausubel es que sugiere que la forma en que un profesor transmite el conocimiento puede ser un método apropiado y efectivo para fomentar el aprendizaje, siempre que se consideren los conocimientos previos del estudiante y su capacidad para comprender. (Michelena, 2016).

Ortiz sugiere que, de acuerdo con el enfoque constructivista de Piaget, las vivencias anteriores de un individuo son fundamentales para el desarrollo de nuevas ideas mentales en relación inmediata con el objeto a conocer. Por otro lado, Vygotsky enriquece este punto de vista al decir que el aprendizaje se produce a través de la socialización con otros, así como con el ambiente y la cultura.

El constructivismo y el enfoque STEM.

Para Rojas, (2023) fundadora y presidenta del movimiento STEM en México, la educación STEM está considerada como el enfoque transversal, el cual permite que haya un mayor dinamismo en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

Ella menciona que la educación en STEM se basa en un enfoque constructivista, lo que permite a los maestros desempeñar el papel de guías y facilitadores. Además, los docentes desarrollan habilidades que pueden aplicar en su enseñanza y en el aprendizaje de los alumnos. Para dominar las cuatro disciplinas, es esencial tener una mentalidad abierta y curiosa, lo que permite colaborar con otros maestros y especialistas, con el propósito de enriquecer el aprendizaje de los estudiantes

Este planteamiento resulta clave porque resalta el carácter constructivista y colaborativo del enfoque STEM, donde el docente deja de ser únicamente transmisor de contenidos y se convierte en mediador del aprendizaje. En este sentido, la cita evidencia cómo el modelo promueve tanto el desarrollo de competencias docentes como la autonomía de los estudiantes en su proceso formativo.

Al ser netamente constructivista la enseñanza de la educación STEM, la práctica docente cobra sentido, a la hora en que se incluyen pedagogías activas las cuales ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades y destrezas para la indagación y la resolución de problemas de la vida cotidiana.

Barron y Darling-Hammond (2008) señalan que las metodologías activas constituyen una estrategia educativa moderna que sitúa al alumno en el centro del proceso de aprendizaje, incentivando su implicación, comunicación y generación de saberes a través de vivencias reales y relevantes. Estas técnicas apoyan la integración de diversas disciplinas y el fomento de habilidades generales, tales como el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la creatividad y la capacidad de resolver problemas (Prince, 2004; Freeman et al., 2014).

En el ámbito de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), las pedagogías activas han demostrado ser especialmente eficaces. Freeman et al. (2014) realizaron un meta-

análisis que evidencia que el aprendizaje activo mejora el rendimiento en evaluaciones en cursos de STEM, reduciendo significativamente las tasas de reprobación. Investigaciones en educación superior muestran que los estudiantes en aulas que emplean estrategias activas de enseñanza consiguen mejores resultados y adquieren habilidades profundas de razonamiento crítico (Lau et al., 2024). Además, Newmann, Marks, & Gamoran (1996) afirman que establecer entornos, donde los estudiantes construyen y experimentan aprendizaje auténtico, permite una vinculación directa con dinámicas reales que fortalecen el aprendizaje significativo.

Este conjunto de pruebas respalda la implementación de métodos de enseñanza activos en esta investigación, ya que proporcionan la base adecuada para crear y poner en práctica estrategias STEM adaptadas a contextos tanto urbanos como rurales, dirigidas al estudio, solución y cambio de problemas específicos. A continuación Rojas (2023, pp. 38-42) describe estas metodologías:

- *La indagación.* Es una actividad diversa que consiste en realizar observaciones; formular interrogantes; investigar libros y otras referencias para entender el conocimiento científico desarrollado a lo largo del tiempo en la historia de la humanidad; organizar investigaciones; evaluar lo que ha sido comprobado a través de la evidencia experimental; emplear herramientas para recopilar, examinar e interpretar información; sugerir soluciones, explicaciones y previsiones; y compartir los hallazgos.
- *El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).* Se describe como un enfoque educativo en el que se lleva a cabo la investigación, estableciendo de este modo una base teórica que proviene de la colaboración grupal, una técnica que orienta y activa una de las competencias STEAM relacionada con la resolución de problemas y la cooperación.
- *Aprendizaje basado en diseño.* Su objetivo es desarrollar nuevas herramientas, procedimientos, servicios, materiales y artículos. Se trata de un ciclo sistemático y repetitivo de elección que implica adquirir conocimientos a través del diseño. Puede parecerse al aprendizaje a través de proyectos, pero,

aunque algunos de sus pasos son parecidos, su esencia y finalidad son diferentes, aunque se complementan entre sí. Ambos fomentan la integración en STEM.

- *Aprendizaje contextualizado.* permite presentar oportunidades de aplicar las habilidades y el conocimiento en contextos reales.
- *Aprendizaje situado.* Es el proceso a través del cual la comunidad local y el medio ambiente son la base de partida para abordar los conceptos de las diferentes disciplinas, construyendo compromiso e interés por servir la población, para convertirse en ciudadanas y ciudadanos activos.
- *Aprendizaje colaborativo.* La Educación STEM tiene como principal objetivo, trabajar en equipo para poder buscar la solución a las problemáticas del contexto.
- *Aprendizaje para la participación-acción.* Busca que en las experiencias educativas los estudiantes elaboren propuestas concretas en cuanto la educación ambiental y el cambio climático.
- *Aprendizaje por experiencia.* Contempla prácticas profesionales, excursiones educativas y el aprendizaje a través de la exploración, el aprendizaje fundamentado en el juego, sobre todo en educación infantil y primaria, el aprendizaje centrado en la resolución de problemas; educarse en el entorno natural; aprendizaje por medio del servicio.

Según Rojas, (2023) hay expertos que concuerdan en que una implementación integral de la Educación STEM en la educación primaria o secundaria puede ayudar a los estudiantes a establecer conexiones relevantes que les permitan cultivar habilidades del siglo XXI y edificar su confianza en sí mismos; además, cuando se incorpora de manera indagatoria, ha mostrado mejorar las capacidades de autorregulación y la comprensión y adquisición de conceptos de STEM a lo largo de su proceso educativo. Igualmente, se presentan razones que sugieren que este tipo de enseñanza apoya a los estudiantes con habilidades excepcionales a identificar y potenciar sus talentos de manera más efectiva.

6.4 Marco conceptual

Proceso de enseñanza aprendizaje

Teniendo en cuenta las palabras de Contreras citado por Benítez (2007), el proceso de enseñanza – aprendizaje es un proceso simultáneo, situaciones que viven sus actores desde adentro, lo cual se ve representado, en la manera como interactúan e intercambian información, esto con el único fin de hacer posible el aprendizaje.

Educación STEM

La metodología STEM es una estrategia que ha sido adoptada en el campo educativo muy recientemente, lo cual no ha permitido que, por parte de la comunidad científica académica, surja un concepto que describa a ciencia cierta lo que sucede con este fenómeno. Existen aproximaciones y concepciones emitidas por entidades, y personas como lo es la de Rojas y Gras, (2023) las cuales dicen que “la Educación STEM es el proceso que “promueve el aprendizaje integrado e interdisciplinario de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (por sus siglas en inglés) como pilares para el desarrollo sostenible y el bienestar social”.

De la misma manera los autores mencionan las siguientes características de la educación STEM:

- Integración de disciplinas STEM (al menos dos).
- Los problemas y las lecciones deben estar basadas en el mundo real.
- Las disciplinas están conectadas mediante ideas (de cada disciplina, que son transferibles, ideas cross-disciplinares e ideas abarcadoras).
- Para que sea de calidad, la Educación STEM descansa sobre la sólida mediación del aprendizaje de las disciplinas que la conforman.

Residuos sólidos

Se refiere a cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que surge como resultado del consumo o uso de un bien en contextos domésticos, industriales, comerciales, institucionales o de servicios. Este tipo de residuos corresponde a aquellos materiales que el generador decide abandonar, rechazar o entregar, y que poseen potencial para ser aprovechados o transformados en un nuevo bien. Dichas transformaciones pueden otorgarles un valor económico o conducirlos, según su naturaleza, hacia una disposición final adecuada (Ministerio de Desarrollo Económico, 2005).

Resolución de problemas

Es un principio fundamental del enfoque STEM, que promueve un aprendizaje activo y práctico en lugar de la simple memorización de hechos o fórmulas. Desafía a los estudiantes a emplear sus conocimientos para abordar problemas reales y complejos. Este enfoque no se limita a buscar una única solución correcta, sino que fomenta el desarrollo de múltiples alternativas. Este proceso estimula la innovación y capacita a los estudiantes para aplicar su conocimiento de manera flexible, preparándose así para enfrentar problemas en situaciones del mundo real. (Herrera et al, 2024).

Indagación guiada

Es una estrategia pedagógica que permite a los estudiantes investigar y resolver problemas mediante observación y experimentación. Martin-Hansen (2002) destaca que fomenta la curiosidad y la comprensión profunda de los conceptos STEM al trabajar en colaboración con orientación estructurada.

Pensamiento crítico

Franco et al. (2018) plantean que el pensamiento crítico o reflexivo es una modalidad que implica comprender y organizar un conjunto de ideas de manera sistémica, a partir de los procesos que desarrollan los estudiantes en función de sus habilidades de indagación, análisis y reflexión. Esto les permite definir y construir conceptos válidos a partir de la información disponible. En este sentido, puede afirmarse que los estudiantes encuentran motivaciones para pensar su práctica escolar desde posturas objetivas que

favorecen la resolución de dificultades, la toma de decisiones acertadas y la formulación de propuestas e iniciativas orientadas a soluciones asertivas.

El pensamiento crítico es la capacidad de analizar las situaciones y problemas que surgen en la vida cotidiana, permitiendo razonar con claridad y tomar decisiones acertadas. Según Pithers y Soden (2000), esta habilidad integra aspectos comunes que caracterizan a un buen pensador crítico, como la capacidad de hacer inferencias, analizar argumentos, evaluar información, tomar decisiones y resolver problemas. Por su parte, Ennis (1985) plantea que el pensamiento crítico se orienta hacia la toma de decisiones fundamentadas sobre qué creer o qué hacer, enfatizando su naturaleza práctica y reflexiva.

Acevedo y García-Carmona (2015) consideran el pensamiento crítico como una forma de valorar la capacidad que tienen las personas para pensar y actuar de manera reflexiva. Desde esta perspectiva, el pensamiento crítico se comprende como una habilidad cognitiva de orden superior orientada a mejorar la calidad del razonamiento al emitir juicios y decidir qué creer y qué hacer para alcanzar con éxito las metas propuestas. En esta misma línea, Zohar y Schwartz (2005) señalan que el pensamiento crítico cumple un papel fundamental en la toma de decisiones y en la justificación de diversas situaciones, convirtiéndose en una herramienta esencial para interpretar la realidad y actuar con criterio propio.

Evaluación del desarrollo del pensamiento crítico

Según Facione (2007) el pensamiento crítico se define en las siguientes subcategorías: interpretación, análisis, inferencia, explicación, a través de estas habilidades los estudiantes logran los objetivos en el proceso de investigación Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1
Evaluación del desarrollo del pensamiento crítico

Categoría	Subcategoría	Descriptor
Pensamiento crítico	PC1: Interpretación	PC1.1: Comprende y expresa el significado o la relevancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, creencias, reglas, procedimientos o criterios.
	PC2: Análisis	PC2.1: Identifica las relaciones de inferencia reales y supuestas entre enunciados, preguntas, conceptos, descripciones u otras formas de representación que tienen el propósito de expresar creencia, juicio, experiencias, razones, información u opiniones
	PC3: Inferencia	PC3.1: Identifica y asegura los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables. PC3.2: Formula conjeturas e hipótesis. PC3.3: Considera la información pertinente y saca las consecuencias que se desprendan de los datos u otras formas de información PC3.4: Cuestionar la evidencia, proponer alternativas, y sacar conclusiones.
	PC4: Explicación	PC4.1: Presenta resultado del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente,

Nota. Facione (2007)

Interpretación: Se encarga del significado de la variedad de experiencias, datos, situaciones, juicios, eventos, reglas, procedimientos y creencias.

Análisis: Describe las inferencias reales y supuestas en preguntas, experiencias, opiniones creencias, juicios y conceptos.

Inferencia: Analiza los criterios necesarios para llegar a conclusiones razonables, crea hipótesis, se basa en la información pertinente y crea los datos a partir de esta.

Explicación: Presenta los resultados del razonamiento propio de forma reflexiva, detalla los métodos empleados y los hallazgos obtenidos, justifica los procedimientos aplicados y expone argumentos sólidamente fundamentados.

Interdisciplinariedad en STEM

La interdisciplinariedad implica la integración de diversos conocimientos en múltiples disciplinas con el fin de resolver un problema complejo. Este enfoque, de acuerdo con Fazenda (2013), promueve una comprensión integral, a su vez posibilita opciones significativas entre los sectores y la innovación de la educación en las escuelas. En cuanto a la escuela primaria, el enfoque STEM se adapta a las características de los alumnos en entrevistas, juegos interactivos y herramientas tecnológicas simples. Como se indica en Frykholm y Glasson (2005), el aprendizaje interdisciplinario basado en la realidad mejora el pensamiento crítico y la retención de conocimientos en esta etapa de educación.

Los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por las Naciones Unidas en 2015, representan la agenda global más ambiciosa formulada para movilizar acciones colectivas en torno a metas compartidas. Aunque su propósito central es combatir la pobreza extrema, estos objetivos articulan y equilibran tres dimensiones esenciales del desarrollo sostenible: la económica, la social y la ambiental, reconociendo que solo a través de su integración será posible avanzar hacia un futuro verdaderamente justo, próspero y sostenible para todas las comunidades.

En cuanto a lo ambiental, se manejan dos objetivos específicos:

EL ODS 12, Producción y Consumo Responsable, el cual busca concientizar a la población para que adopten procesos que contribuyan a la producción y el consumo de una forma responsable y así promover el uso del recurso, la energía y la infraestructura para mejorar la calidad de vida y garantizar un futuro sostenible para todos.

El ODS 13, Acción por el clima, la educación ambiental busca que tengamos una conciencia ecológica, para poder mitigar todos los daños que le ocasionamos al medio donde vivimos, para que futuras generaciones puedan disfrutar sin problemas.

Por su parte, en la Educación Primaria es posible impulsar proyectos interdisciplinarios que motiven a los estudiantes a participar activamente en la búsqueda de soluciones a problemáticas tanto locales como globales, integrando los ODS y la Agenda 2030 dentro de las dinámicas del aula. En esta línea, el estudio de Blanco Fontao et al. (2023) destaca el potencial de la metodología del Aprendizaje-Servicio (APS), la cual se basa en el diseño y ejecución de situaciones de aprendizaje en contextos reales, permitiendo que los niños y niñas aprendan mientras contribuyen de manera significativa a su comunidad.

Gamificación

La gamificación se entiende como la incorporación de elementos propios del juego en contextos que no son lúdicos, especialmente en entornos laborales o educativos, con el fin de aumentar la motivación y el compromiso de quienes participan. En esta línea, Werbach y Hunter (2012) explican que este enfoque combina técnicas y dinámicas del diseño de juegos para aplicarlas en situaciones donde tradicionalmente no se juega. De manera complementaria, Kapp (2012) señala que gamificar implica emplear mecánicas, estéticas y estrategias que incentiven la participación y faciliten la resolución de problemas. A su vez, Marín y Hierro (2013) describen la gamificación como un proceso que identifica, dentro de cualquier actividad o tarea cotidiana, aquellos elementos que pueden transformarse en dinámicas lúdicas con el propósito de generar experiencias más significativas y motivadoras, fortalecer la conexión con los usuarios, promover cambios de comportamiento y comunicar contenidos de manera más efectiva.

Scratch

“Scratch Foundation (2025) menciona que el nombre proviene de la palabra: “Scratching” que, en los lenguajes de programación, quiere decir, aquellos trozos de código que pueden ser reutilizados, fácilmente combinables y adecuados para nuevos usos”. Scratch es la mayor comunidad de programación para niños y niñas a nivel mundial, así como un lenguaje de programación que presenta una interfaz fácil de usar, lo que permite a los jóvenes desarrollar historias digitales, videojuegos y animaciones. Scratch ha sido ideado, creado y supervisado por la Fundación Scratch, una entidad sin fines de lucro.

Esta aplicación fomenta el razonamiento computacional y las destrezas para resolver problemas; la enseñanza y el aprendizaje de forma creativa, la autoexpresión y la colaboración; y la igualdad en el ámbito de la informática. Scratch es gratuita y libre, y se encuentra disponible en más de 70 idiomas.

6.5 Marco legal y normativo

Ley o Norma	Año	Descripción General	Artículo(s) que Aplica(n)	Aplicabilidad para el Proyecto
Ley 99 de 1993 - Ley General Ambiental (Congreso de la República de Colombia, 1993).	1993	Establece las normas básicas para la protección del medio ambiente en Colombia.	Art. 1, Art. 2, Art. 4	Establece los lineamientos para la educación ambiental, relevante para el manejo de residuos sólidos.
Ley 115 de 1994 - Ley General de Educación (Congreso de la República de Colombia, 1994).	1994	Regula el sistema educativo colombiano, enfocándose en la calidad y accesibilidad de la educación.	Art. 13, Art. 28, Art. 34	Promueve la integración de la educación ambiental dentro del currículo educativo, lo que es fundamental para el proyecto.
Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente (Presidencia de la República de Colombia, 2015).	2015	Reglamenta la política ambiental en Colombia, buscando la conservación del ambiente y la gestión integral de residuos.	Art. 2, Art. 3, Art. 32	Define la gestión y el manejo de residuos sólidos en el país, directamente aplicable a la temática del proyecto.
Ley 1712 de 2014 - Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública (Congreso de la República de Colombia, 2014).	2014	Regula el derecho de acceso a la información pública, promoviendo la participación ciudadana en la toma de decisiones.	Art. 1, Art. 5, Art. 6	Facilita el acceso a la información sobre prácticas sostenibles y gestión de residuos para la comunidad educativa.

Ley 1740 de 2014 - Ley de Residuos Sólidos (Congreso de la República de Colombia, 2014).	2014	Establece normas para la gestión integral de los residuos sólidos en Colombia.	Art. 2, Art. 6, Art. 10	Regula la gestión de residuos sólidos en las instituciones educativas, esencial para la implementación de proyectos sostenibles.
Resolución 1444 de 2016 - Normas Ambientales en Instituciones Educativas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016).	2016	Define las normas y estrategias para el desarrollo de proyectos educativos ambientales en las escuelas.	Art. 2, Art. 4, Art. 5	Específicamente orientada a la educación ambiental en las instituciones educativas, fundamental para el proyecto.
Decreto 1077 de 2015 - Nuevo Código de Colores para la Clasificación de Residuos Sólidos (Presidencia de la República de Colombia, 2015).	2015	Regula la clasificación de residuos sólidos mediante un código de colores, buscando la correcta disposición y manejo de los residuos en Colombia.	Art. 1, Art. 4, Art. 7	Establece las pautas para el manejo adecuado de residuos en las instituciones, facilitando la implementación de prácticas de separación y reciclaje en las escuelas.

7. MARCO METODOLÓGICO

Este trabajo se sustenta en el enfoque cualitativo enfatizado por su profundidad contextual, conectando la investigación con problemas del mundo real, y promoviendo la reflexión desde todos los actores del proceso. Es decir, fomenta la reflexión crítica continua de los investigadores y de la comunidad estudiantil en el proceso de investigación. Así mismo es riguroso en la recopilación y el análisis cuidadoso y sistemático de datos. (Lim, W. 2024)

Una de las principales características de este enfoque está basada en la observación específica, reflejando las complejidades que genera el mal manejo de residuos sólidos en la institución y para la

comunidad. Así mismo, el tipo de investigación a trabajar es el caso de estudio, ya que, proporciona un camino accesible que guía tanto los aspectos prácticos de la investigación como los problemas más profundos que la rodean, enfocándose en la comprensión de este fenómeno dentro de su contexto real, lo que permite una interpretación clara y significativa. Igualmente, se fomenta el autoaprendizaje y la autoformación, a partir de la selección de la problemática cercana al contexto de las instituciones, en donde se aplican los conocimientos adquiridos para poder desarrollar estrategias que puedan resolver la cuestión presentada. (Hamilton, L. 2013).

De la misma manera, el tipo de estudio que se usará es la investigación-acción participativa como metodología, que se distingue dentro del enfoque cualitativo. Este permite la expansión del conocimiento y genera respuestas concretas a problemáticas que se plantean los investigadores aportando alternativas de cambio. Esta debe tener en cuenta las siguientes fases: La delimitación de objetivos, elaboración de un diagnóstico y recoger posibles propuestas obtenidas, iniciar un proceso de apertura utilizando métodos cualitativos y participativos, desarrollo de actividades, análisis y discusión de estas y por último concluir y elaborar propuestas concretas. (Guevara et al., 2020)

Este tipo de estudio, se complementa con el tipo de investigación porque se enfoca en estudiar casos en contextos específicos, dando un marco de investigación que sirve como una hoja de ruta para orientar a los estudiantes en el desarrollo de la estrategia STEM.

Por otro lado, se propuso implementar una metodología de acompañamiento pedagógico in situ, diseñado como una forma de brindar una asesoría planificada, contextualizada, continua y participativa, con el objetivo de potenciar habilidades científicas en los estudiantes. Por consiguiente, las técnicas de recolección de información seleccionadas para esta estrategia son; la observación, los cuestionarios, los diarios de campo y las bitácoras. En cuanto a la observación, se busca realizar un análisis de manera directa y completa, en todos los procesos del desarrollo de la estrategia. La implementación de un cuestionario individual a inicio y final que permita recoger las características observadas para cada una de

las unidades estadísticas de la colectividad del estudio. La clasificación de las preguntas a realizar será abiertas y cerradas y la función de su contenido es de tipo: identificación, información, acción y opinión. De la calidad de estas observaciones y cuestionarios dependerá, en muy amplia medida, el valor de los resultados.

Por su lado, en la entrevista además de obtener los resultados subjetivos del encuestado acerca de las preguntas del cuestionario, se puede observar la realidad circundante. Este es un método para obtener datos referentes a la población, facilitados por individuos y que nos sirven para conocer la realidad social. (Torres et al., 2019)

El diario de campo es un instrumento diseñado para registrar de forma sencilla y constante las experiencias, percepciones y reflexiones de cinco sesiones de capacitación sobre residuos sólidos, separación en la fuente, compostaje y aprovechamiento de residuos orgánicos. Estos registros cualitativos se complementaron con bitácoras de caracterización de residuos, en las que se documentó diariamente el tipo y peso de los desechos producidos en la cocina escolar y por los estudiantes, permitiendo dimensionar la magnitud del problema.

Como estrategia práctica, los estudiantes participaron en la elaboración de biodigestores y composteras caseras con canecas y tubos de PVC, aplicando conocimientos interdisciplinarios y proponiendo soluciones sostenibles con los recursos disponibles en la institución.

Para evaluar los aprendizajes, se aplicaron distintos instrumentos digitales. En primer lugar, se diseñaron tres cuestionarios en Google Forms: uno diagnóstico para conocer los saberes previos, otro durante el proceso para identificar avances, y un tercero al finalizar, luego de la construcción de las composteras, con el fin de medir el impacto de la estrategia.

En conjunto, esta metodología se caracterizó por su carácter participativo y contextualizado, fortaleciendo competencias en pensamiento crítico, resolución de problemas y sostenibilidad ambiental, en coherencia con el enfoque STEM y con las necesidades de la comunidad educativa.

Este registro facilita el análisis de categorías como tipo de residuos, hábitos alimentarios, prácticas sostenibles y condiciones del entorno, ayudando a entender cómo se puede mejorar el manejo de residuos desde la realidad cotidiana. Además, promueve una reflexión activa por parte de la comunidad educativa, fortaleciendo la conciencia ambiental desde el contexto rural.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La presentación de los resultados, se estructura en cuatro etapas, que muestran el proceso metodológico de la investigación, desde la identificación inicial del problema hasta la obtención de los productos finales. Este diseño permitió documentar el avance a nivel conceptual y práctico de los estudiantes en el tema de gestión y aprovechamiento de residuos sólidos.

Etapas 1: Identificación y delimitación del problema de investigación

Esta etapa se centró en reconocer y delimitar las problemáticas en cada institución frente al manejo de residuos sólidos. Se llevó a cabo un recorrido guiado por las instalaciones, donde los estudiantes de cuarto grado (colegio urbano) y sexto y séptimo grado (colegio rural), acompañados por su director de grupo, aplicaron una guía con preguntas orientadoras. El objetivo fue que los equipos de estudiantes identificaran y evaluaran las características físicas de los espacios y propusieran posibles mejoras o adecuaciones relacionadas con el manejo de residuos.

Como resultado en el contexto urbano, se evidencia comentarios sobre, diferentes problemáticas frente a la infraestructura del colegio, al ser este pequeño y sin zonas verdes, lo que llevó a los estudiantes a reflexionar sobre cómo algunos papeles en los corredores y patio se ven fácilmente desde cualquier parte del colegio por ser este pequeño, siendo esta una problemática recurrente en la salida y en los

descansos, allí se orientan preguntas como: ¿qué acciones se deberían tomar para que esta problemática disminuya? ¿Por qué crees que es importante sentirse en un lugar limpio? ¿Sabes porque las canecas tienen diferentes colores? lo que permitió que los estudiantes, hablarán sobre términos de contaminación, reciclaje, campañas de aseo, inicialmente de manera general y sin profundidad, destacando una habilidad de pensamiento crítico; la argumentación, demostrando así, la necesidad de indagar sobre este problema y poder tomar decisiones particulares y grupales, así mismo, se desarrolla la reflexión, frente a su responsabilidad ambiental e interpretar las consecuencias de algunas acciones incorrectas. cómo arrojar papeles al suelo o no importar en qué caneca se depositan.

En la zona rural, la identificación del problema surgió durante una clase de matemáticas cuando los estudiantes de 6° y 7°, al regresar del restaurante escolar, observaron la gran cantidad de comida sobrante en los baldes y formularon preguntas como: “¿Por qué se bota tanta comida?”, “¿No se podría usar esa comida para algo?” y “¿Eso sirve para las plantas o para una huerta?”. Estas inquietudes motivaron el análisis sistemático del manejo de residuos, evidenciándose en las bitácoras que la institución genera diariamente entre 9 y 13 kg de residuos orgánicos que, pese a disponer de amplias zonas verdes, no cuentan con ningún sistema de aprovechamiento. Los diarios de campo permitieron delimitar que la problemática incluye tanto una dimensión ambiental, acumulación de residuos, malos olores y ausencia de procesos de transformación, como una dimensión formativa, dada la falta de estrategias pedagógicas que integren este material en procesos productivos o de aprendizaje STEM. Así, el problema se define como la generación continua de residuos orgánicos en el restaurante escolar sin un sistema de gestión y aprovechamiento que permita convertirlos en un recurso educativo y productivo dentro del contexto rural.

Etapas 2: Aplicación y análisis de cuestionarios de diagnóstico y final

Se diseñaron y aplicaron dos cuestionarios de diagnóstico adaptados a cada contexto, buscando establecer las diferencias y similitudes en la apropiación conceptual y las acciones en la gestión de residuos.

El cuestionario se dividió en tres fases para la institución urbana: (Ver [Anexo A](#))

1. Conceptual: Conocimiento sobre el manejo de residuos sólidos y reciclaje.
2. Opinión: Percepción sobre la disposición, cantidad y manejo de los puntos ecológicos en la institución.
3. Social/Actuación: Identificación de los procesos de reflexión y acción del estudiante frente al reciclaje y uso de residuos sólidos, tanto en el colegio como en el hogar.

El cuestionario se centró en tres fases para la institución rural: (Ver [Anexo B](#))

1. Conceptual: Diferencia entre residuos orgánicos e inorgánicos y fundamentos del compostaje.
2. Opinión: Percepción sobre la disposición, cantidad y manejo de los residuos orgánicos producidos en el restaurante escolar.
3. Actuación: Identificación de las acciones concretas de los estudiantes en el manejo de residuos orgánicos en la institución y sus hogares.

El análisis de los cuestionarios aplicados a estudiantes de cuarto grado (ver [Anexo C](#)) mostró su comprensión sobre la gestión de residuos en dos contextos educativos. En la institución urbana, los estudiantes tienen conocimientos básicos sobre residuos sólidos y reciclaje, pero sus opiniones sobre los puntos ecológicos son mixtas, coincidiendo con la presencia de desechos en áreas comunes. Los datos cuantitativos muestran que el 50% entiende que el reciclaje transforma materiales usados en nuevos productos, mientras que el 27% confunde el concepto con la recolección sin clasificar. El 80% identifica bien los colores de las canecas de reciclaje, aunque un 10% tiene dudas. También, el 57% reconoce correctamente los residuos orgánicos, y el 97% afirma que pueden reciclar y separar residuos en el

colegio. Aunque muestran actitudes positivas hacia el cuidado del medio ambiente, hay confusiones que necesitan atención. En general, tienen nociones básicas, pero requieren más apoyo educativo para alinear su conocimiento, opinión y práctica. Además, aunque reconocen la problemática ambiental, sus acciones deben reforzarse para lograr coherencia entre lo que saben y lo que hacen. Esto resalta la importancia de seguir implementando estrategias pedagógicas que fomenten la reflexión y acción responsable sobre el manejo de residuos.

Frente al cuestionario final, los resultados muestran un avance significativo en los estudiantes sobre el manejo de residuos, comparando con un cuestionario inicial. La mayoría (60%) entiende que el reciclaje transforma materiales usados en nuevos productos. En cuanto al reciclaje de plásticos, el 80% identifica el PET como el más fácil de reciclar, indicando que las lecciones sobre clasificación de residuos tuvieron un impacto positivo.

Respecto al reconocimiento de colores de las canecas en la escuela, el 89% lo hizo correctamente, lo que refleja que la práctica guiada ayudó a aplicar lo aprendido. En la clasificación, el 70% logró identificar correctamente los residuos orgánicos, mostrando que pueden diferenciar entre materiales biodegradables y no biodegradables. Finalmente, el 99% afirma separar y disponer adecuadamente sus residuos, indicando adopción de hábitos sostenibles. Además, el 98% opina que hay suficientes puntos ecológicos en la escuela, evidenciando un uso activo de estos espacios tras las actividades prácticas.

Los resultados de los cuestionarios aplicados a los estudiantes de grado 6° y 7° del área rural ([ver Anexo D](#)) evidenciaron un cambio significativo entre el diagnóstico inicial, la evaluación intermedia y el cuestionario final. En la primera aplicación, los estudiantes demostraron un conocimiento limitado sobre la diferenciación de residuos y las prácticas de aprovechamiento: sólo un 35% reconocía correctamente qué residuos correspondían a la categoría orgánica, mientras que menos del 30% identificaba el propósito de una compostera. Esta información coincidió con lo observado en los diarios de campo, donde los

estudiantes expresaban dudas frecuentes y evidenciaban prácticas poco sostenibles en el restaurante escolar.

Sin embargo, tras las clases teórico-prácticas y la elaboración de composteras y biodigestores caseros, se identificó un avance conceptual notable. En la evaluación intermedia, más del 60% de los estudiantes logró diferenciar los residuos orgánicos de los inorgánicos, y un 55% explicó adecuadamente el proceso básico de descomposición. Este progreso estuvo acompañado del desarrollo de habilidades del pensamiento crítico: los estudiantes comenzaron a identificar la problemática (“¿por qué tiramos tanta comida?”), analizar sus causas (tamaño de las porciones, rechazo a ciertos alimentos) y tomar decisiones iniciales como proponer mejoras en la separación o reducción del desperdicio.

La evaluación final consolidó este proceso. Más del 85% de los estudiantes clasificó correctamente los residuos, 82% explicó la función de las composteras, y cerca del 80% relacionó directamente el manejo de residuos orgánicos con la sostenibilidad escolar y familiar. Además, el 75% afirmó que implementó al menos una acción de separación en sus hogares, demostrando transferencia del aprendizaje a su contexto cotidiano.

Estos resultados reflejan un fortalecimiento claro de las habilidades de pensamiento crítico:

Identificación de problemáticas: Los estudiantes reconocieron el desperdicio del restaurante como un problema ambiental real en el contexto rural y en el contexto urbano, la incorrecta disposición de los residuos en los puntos de recolección generando mayor acumulación de basuras, sin tener en cuenta el proceso de reciclaje.

Análisis y argumentación: Comprendieron las causas y efectos del mal manejo de residuos, utilizando datos de las bitácoras y pesajes en el contexto rural y en el contexto urbano a través de actividades expositivas y prácticas en el aula, que fueron puestas a prueba en la creación de una animación en Scratch

Toma de decisiones: Propusieron soluciones como mejorar la separación, ajustar las porciones y aprovechar el compost en la huerta escolar en el contexto rural y en el contexto urbano al proponer la animación como metodología para concientizar sobre el correcto manejo de residuos sólidos, no solo a los compañeros de su curso, sino a otros niveles del colegio.

En conjunto, la apropiación conceptual y el desarrollo de estas habilidades posicionan el proyecto como una experiencia transformadora que no solo modificó prácticas escolares, sino que fortaleció la conciencia ambiental y el sentido de corresponsabilidad comunitaria.

Etapas 3: Desarrollo conceptual y actividades educativas STEM

Esta fase presenta la conceptualización y la intervención pedagógica mediante actividades STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) propuestas por el docente, tanto dentro como fuera del aula. Se registraron los avances en bitácoras (ver [Anexo E](#)), diarios de campo (ver [Anexo F](#) y [Anexo G](#)), fotografías y videos (ver [Anexos H](#) y [Anexo I](#)). Los temas conceptuales y prácticos abordados incluyeron:

- Gestión de Residuos: Códigos de colores para el reciclaje, materiales reciclables, diferenciación orgánica/inorgánico, compostaje, uso de composteras y botellas ecológicas.
- Impacto Ambiental: Conceptos de huella hídrica y huella de carbono.
- Tecnología/Programación: Introducción a la programación básica y conceptos específicos del software Scratch.

Durante la implementación de las actividades STEM se evidenció un progreso significativo en la comprensión conceptual y en la participación activa de los estudiantes de cuarto grado. Los registros en diarios de campo mostraron, que los niños lograron identificar con mayor precisión los códigos de color del reciclaje, visualizados en (DC2-402) diferenciar materiales orgánicos e inorgánicos y aplicar estos conocimientos en acciones concretas como el uso de botellas ecológicas, las fotografías se encuentran en

(DC4-402), resolución de talleres, socialización de los mismos. Asimismo, los estudiantes demostraron comprensión inicial de conceptos ambientales complejos, como la huella hídrica y la huella de carbono, expuestos en el (DC3-402) relacionándolos con situaciones de su vida cotidiana. En el componente tecnológico, la animación en Scratch sobre el manejo de residuos sólidos, permitió fortalecer habilidades de pensamiento crítico, como la argumentación y la toma de decisiones, frente a la programación, evidenciando destrezas para secuenciar instrucciones y resolver problemas a nivel tecnológico y de carácter ambiental. Los estudiantes reflejan una apropiación progresiva de conocimientos científicos y tecnológicos, al explicar el funcionamiento del video juego a través de bloques, códigos, objetos y animaciones, evidenciados en el (DC7-402).

Agudelo y Prada (2023) destacan los retos propios de las áreas STEM para aprender a identificar, organizar y analizar información digital, así como para crear y comunicar contenidos digitales. Y es por ello que las metodologías en el desarrollo de la animación contienen los elementos anteriormente mencionados, los estudiantes identificaron una problemática, comprendieron los conceptos ambientales e informativos para organizar y analizar cómo ejecutar la animación, posteriormente comunicar a otros compañeros.

Es por ello que, Domènech et al. (2016), apuntan a comunicar los resultados de un proyecto digital dentro del aula para promover las habilidades y competencias comunicativas con soporte digital, una de las piezas clave identificadas por todos los referentes sobre educación digital.

La información consignada en los diarios de campo (ver [Anexo G](#)) permitió evidenciar la evolución de los estudiantes en términos de pensamiento crítico y resolución de problemas. En particular, los estudiantes de los grados 6° y 7° asumieron roles diferenciados en la recolección, clasificación y disposición de residuos, lo cual fortaleció la argumentación, la toma de decisiones y la reflexión colectiva. El trabajo en grupos con nombres de letras griegas, documentado en varias sesiones, favoreció el aprendizaje colaborativo y permitió una integración más clara de las ciencias (medición y caracterización

de residuos evidenciados en el [Anexo Q](#)), las matemáticas (cálculo de pesos evidenciados, proyecciones y porcentajes de aprovechamiento evidenciados en el [Anexo Q](#)), la tecnología (uso de herramientas digitales Google Forms para la evaluación evidenciados en el [Anexo B](#)) y la ingeniería (ensamblaje de biodigestores o composteras caseras, como se puede observar en la figura 2). Esto demostró cómo un enfoque STEM interdisciplinario potencia tanto el aprendizaje conceptual como el desarrollo de habilidades prácticas aplicables a la vida cotidiana.

Figura 2

Esquema para la elaboración de las composteras caseras o biodigestor



Nota. Elaboración propia.

Las bitácoras de registro de residuos del restaurante escolar (ver [Anexo E](#)) aportaron información cuantitativa relevante para dimensionar la magnitud del problema y su potencial de aprovechamiento. Se encontró que, durante el periodo lectivo de 2025, se generaron aproximadamente 1.337 kg de residuos orgánicos que fueron incorporados al sistema de composteras, lo que equivale a 1,3 toneladas en un año escolar. Este dato permitió establecer una línea base de aprovechamiento y proyectar, con un crecimiento estudiantil estimado del 3,6% anual, que para 2030 podrían estar aprovechándose más de 1,5 toneladas de residuos orgánicos en la institución (ver [Anexo Q](#)). Dichos resultados, además de ofrecer un panorama claro del impacto ambiental positivo, muestran la necesidad de planear la capacidad instalada de composteras para evitar que, como ocurrió en noviembre de 2025, todas las canecas estuvieran llenas y no hubiera espacio disponible para nuevos residuos.

Etapas 4: Presentación de los productos finales

La etapa final consistió en la materialización de los productos finales obtenidos por cada institución, demostrando la aplicación práctica de lo aprendido a lo largo de las fases:

- Zona Rural: Elaboración de un biodigestor casero, a partir de la recolección del material necesario y la aplicación de los conceptos sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos, teniendo en cuenta el menú anual del Programa de alimentación escolar (PAE) (ver [Anexo J](#)) y el calendario académico del 2025 (ver [Anexo K](#))
- Zona Urbana: Creación de una animación en Scratch sobre el correcto manejo de residuos sólidos (ver [Anexo L](#)). Esta animación, guiada por la directora de grupo, fue posteriormente recopilada y explicada por algunos estudiantes a través de un video (ver [Anexo M](#))

Codificación de la información de resultados

Para sintetizar y analizar la información cualitativa recopilada, se procedió a la codificación de los resultados contenidos en los diarios de campo y las bitácoras, realizadas en cada fase de la

metodología. Estos datos fueron organizados en una matriz de síntesis en Excel (ver [Anexo N](#)), diseñada para sistematizar las observaciones en función de los objetivos de la investigación. La matriz contiene los siguientes apartados para el análisis: el objetivo de la estrategia implementada; el objetivo que desarrolla (objetivos específicos del trabajo de grado); los resultados obtenidos a partir de la implementación; la identificación de las habilidades de pensamiento crítico que fueron promovidas o evidenciadas; y la especificación de la estrategia STEM utilizada en cada intervención.

Figura 1

Matriz de análisis de resultados de diarios de campo y bitácoras.

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RESULTADOS						
CODIGO	URL	OBJETIVO DE LA ESTRATEGIA	OBJETIVO QUE DESARROLLA	RESULTADOS OBTENIDOS	HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO	ESTRATEGIA STEM
DC1-402	https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4eSeAOcNlwsqi2xjqR	Identificar y delimitar el problema de investigación.	1. Implementar soluciones sostenibles en el manejo de residuos orgánicos e inorgánico mediante estrategias educativas STEM que promuevan competencias en pensamiento crítico.	Se organizan roles en cada equipo en donde, identifican las zonas que deben ser mejoradas o adecuadas según su función, llegando a la conclusión que hay muchos papeles en el suelo en descanso y al finalizar la jornada que pueden causar contaminación dentro y fuera del colegio.	Reflexionan en la responsabilidad ambiental entre los estudiantes e interpretan cuando, argumentan que los papeles en el suelo contribuye a la contaminación del colegio.	• Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Basado en Problemas
DC2-402	https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4eSeAOcNlwsqi2xjqR	Reconocer las ideas previas de los estudiantes frente al reciclaje, comprender qué materiales se reciclan y en qué tipo de caneca se depositan diferentes residuos sólidos.	1. Implementar soluciones sostenibles en el manejo de residuos orgánicos e inorgánico mediante estrategias educativas STEM que promuevan competencias en pensamiento crítico.	El cuestionario de diagnóstico muestra que, un 30% de los estudiantes reconocen los materiales que se reciclan y las canecas en dónde se depositan, después de explicar la legislación de los colores de las canecas y el uso de estas, se pone en práctica lo aprendido por grupos los estudiantes, clasifican y depositan el residuo sólido en la caneca correcta según su uso.	Argumentan y toman decisiones al permitir evidenciar que la enseñanza no solo quedó en el nivel teórico, sino que se tradujo en una acción concreta y consciente por parte de los estudiantes.	• Integración de las ciencias (comprende, analiza, compara y clasifica)
DC3-402	https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4eSeAOcNlwsqi2xjqR	Comprender los términos relacionados con la huella hídrica y huella de carbono y cómo poner en práctica algunas acciones para disminuir esas huellas.	1. Implementar soluciones sostenibles en el manejo de residuos orgánicos e inorgánico mediante estrategias educativas STEM que promuevan competencias en pensamiento crítico.	Los estudiantes reflexionan sobre la importancia del agua sugiriendo formas de ahorrarla. Se proyecta un video sobre huella de carbono y cada estudiante hace un test de huella virtual anotando el resultado y analizándolo con el de sus compañeros. Se resumen los aportes dados por medio del video "Homo Consumus" resaltando los errores del personaje principal y cómo los corrige, sintiéndose así algunos estudiantes identificados o rechazando las acciones del personaje animado.	Reflexionan colectivamente sobre la importancia del agua como recurso vital, identificando prácticas cotidianas que contribuyen a su desperdicio y proponiendo acciones concretas para su ahorro. Así como identifican hábitos comunes que elevan la huella y se discuten posibles cambios personales para reducirla.	• Integración de las ciencias (comprende, analiza, compara y realiza conclusiones) • Integración de la Tecnología (uso de calculadoras digitales)

Nota. La figura 1 corresponde al fragmento inicial, del proceso de análisis de datos en Excel. Recuperado de <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fMjnbvXN5sUb1ReBVvQ9Id2KHcPa7rzY/edit?gid=542601628#gid=542601628>

Esta síntesis facilita la visualización y la discusión estructurada de los hallazgos, permitiendo identificar las fortalezas de las estrategias STEM en relación con las habilidades de pensamiento crítico observadas por los estudiantes durante el proceso de implementación.

Teniendo en cuenta el objetivo general; diseñar estrategias educativas STEM para fomentar el pensamiento crítico frente al manejo de residuos orgánicos e inorgánicos, en estudiantes de primaria y secundaria de contextos urbanos y rurales. Con el fin de definir el avance del pensamiento crítico, se tuvieron en cuenta varias de las subcategorías propuestas por Facione en 2007, las cuales fueron explicadas en el marco conceptual (ver Tabla 1).

A continuación, se presentan los análisis de las dos estrategias STEM a partir del desarrollo de los productos finales mencionados con anterioridad en ambos contextos.

Los resultados evidenciados en el contexto rural en la creación de la animación en Scratch permitieron a los estudiantes integrar de manera significativa los conceptos sobre el manejo adecuado de residuos sólidos (legalización de colores para los puntos de recolección de residuos, reducir, reutilizar y reducir) y las nociones básicas de programación. (códigos, comandos, bloques, interfaz, animaciones) Durante el desarrollo del producto final, los niños demostraron habilidades del siglo XXI, las cuales incluyen: pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, colaboración y comunicación demostradas en un nivel de comprensión creciente al diferenciar residuos orgánicos, inorgánicos y reutilizables, así como al aplicar criterios de clasificación en situaciones cotidianas. Paralelamente, pusieron en práctica conceptos propios de Scratch, como el uso de secuencia, eventos, variables y bloques de programación, para representar de forma dinámica y creativa los conceptos aprendidos en clase. La producción de la animación y su posterior explicación en video, no solo reflejó la apropiación conceptual en ambas áreas, sino que también evidenció la efectividad de la estrategia como un ejercicio de integración STEM, al combinar pensamiento lógico, creatividad digital, conciencia ambiental y habilidades comunicativas en un mismo proceso pedagógico.

Alvarado et al. (2024) resaltan que los resultados positivos obtenidos a través de las metodologías y evaluaciones permiten identificar habilidades de mejora que fortalecen el enfoque pedagógico y, a su vez, retroalimentan el proceso de enseñanza y aprendizaje en las nuevas tecnologías mediante el uso de Scratch como herramienta de programación.

Por otro lado, los resultados visualizados en el contexto rural evidenciaron un proceso de aprendizaje profundamente vinculado con la realidad inmediata de los estudiantes y con prácticas auténticas relacionadas con el manejo de residuos orgánicos. La elaboración y puesta en marcha de las composteras y biodigestores caseros se consolidó como el producto final más significativo de este contexto, pues permitió que los estudiantes no solo comprendieran conceptos teóricos sobre biodegradación, cadenas tróficas y ciclos de la materia, sino que participaran activamente en la gestión real de los residuos provenientes del restaurante escolar.

Durante este proceso, los estudiantes demostraron avances notables en pensamiento crítico y resolución de problemas: identificaron la problemática del desperdicio de alimentos, analizaron causas como el rechazo a ciertos menús y el exceso de porciones, y tomaron decisiones informadas sobre la mejor manera de aprovechar dichos residuos. El registro sistemático en las bitácoras, junto con la caracterización y pesaje semanal de los residuos, fortaleció el análisis de datos, la interpretación de evidencias y la toma de decisiones colectivas, habilidades profundamente vinculadas al enfoque STEM.

La construcción de las composteras implicó el uso integrado de conocimientos de ciencias (procesos de descomposición), tecnología (diseño elemental del sistema de aireación y recolección de lixiviados), ingeniería (ensamble de las canecas, perforaciones, instalación de tubos PVC) y matemáticas (cálculo de proporciones, medición de pesos y tiempos de maduración). Este enfoque interdisciplinario permitió que los estudiantes comprendieran el funcionamiento del sistema desde una perspectiva técnica y ambiental.

Asimismo, los resultados finales mostraron una apropiación conceptual sólida, reflejada en el cuestionario final donde más del 85% de los estudiantes clasificó correctamente los residuos y explicó la función de las composteras; y una transformación actitudinal, evidenciada en prácticas como la separación de residuos en sus hogares, la reducción del desperdicio y la participación activa en la zona de aprovechamiento escolar.

Finalmente, el impacto de la estrategia en la zona rural se extendió más allá del aula: los estudiantes reconocieron el potencial productivo del abono generado y reflexionaron sobre su posible comercialización, lo que abre la puerta a futuros proyectos pedagógicos productivos. En conjunto, el producto final rural demostró que la integración STEM mediante experiencias prácticas y contextualizadas tiene un potencial significativo para fortalecer aprendizajes, promover cambios de comportamiento y consolidar una cultura ambiental en territorios rurales.

Visión prospectiva del proyecto

Comenzando por los resultados que se tienen del análisis realizado , se definen aspectos significativos que permiten introducir mejoras y proyecciones. En ese sentido, el siguiente conjunto de sugerencias permite robustecer el alcance de la estrategia propuesta. Involucrar de manera muy activa a otros miembros de la comunidad educativa, es decir , docentes de otras áreas, coordinadores, directivos de tiempo y espacios de divulgación y de socialización del proceso y de los resultados obtenidos como podría ser el día pedagógico , la feria científica , eventos institucionales y redes sociales institucionales para compartir vivencias , aprendizajes. Implementar procesos de formación docente en el enfoque STEM, orientados al diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la innovación docente. Frente al impacto que se ha manifestado en el desarrollo de la estrategia propuesta, a continuación se mencionan las proyecciones que permitirán la consolidación y su sostenibilidad en el tiempo.

Se plantea continuar fortaleciendo iniciativas que vinculan la educación con el contexto ambiental, permitiendo que los estudiantes desarrollen competencias científicas y tecnológicas aplicadas a su entorno, por su lado, los estudiantes de zona urbana en el año 2026, podrán exponer y socializar los aprendizajes en ciencias y tecnología, obtenidos a través del desarrollado del video juego a compañeros de diferentes niveles, así mismo podrán evidenciar las habilidades de pensamiento crítico fomentadas (reflexión, argumentación, trabajo colaborativo, creatividad, toma de decisiones) que les permitió recordar y aprender la adecuada disposición de los residuos sólidos en su colegio y con eso fortalecer los procesos que cada estudiante lleva frente al cuidado ambiental, además de ilustrar algunas de las estrategias STEM que otros docentes pueden vincular en sus áreas.

Por otro lado, los estudiantes de la zona rural continuarán en 2026 con la estrategia mediante la implementación de un Proyecto Pedagógico Productivo (PPP), orientado al aprovechamiento total de los residuos orgánicos generados en el restaurante escolar. Este PPP permitirá consolidar el uso de las seis canecas tipo compostera instaladas durante el 2025, garantizando que la institución pueda transformar de manera permanente el 100% de los residuos orgánicos en abono sólido y líquido (lixiviados). De este modo, los estudiantes seguirán apropiándose del proceso de compostaje desde una perspectiva científica y productiva, fortaleciendo habilidades de pensamiento crítico como la identificación de problemáticas ambientales, el análisis de datos registrados en las bitácoras, la toma de decisiones sobre tiempos de maduración, proporciones de mezcla y manejo del material, además de proyectar alternativas de sostenibilidad para su institución.

El PPP también permitirá avanzar hacia una segunda fase de aplicación productiva: la utilización del abono generado en futuras huertas escolares, potenciando prácticas agroecológicas propias del territorio rural y articuladas con los saberes campesinos de la comunidad. Asimismo, se contempla una fase de emprendimiento donde los estudiantes, guiados por los docentes, podrán organizar jornadas de venta del abono orgánico en el casco urbano del municipio, generando pequeños ingresos para la institución y promoviendo el reconocimiento del trabajo ambiental realizado por los estudiantes. Esta

posibilidad de comercialización no solo fomenta competencias matemáticas, empresariales y de resolución de problemas, sino que convierte la estrategia en un modelo autosostenible que beneficia tanto a la escuela como a la comunidad.

En conjunto, la continuidad del proyecto en la zona rural no solo garantiza la sostenibilidad del proceso formativo iniciado en 2025, sino que proyecta una experiencia educativa integral en la que los estudiantes desarrollan conocimientos científicos, capacidades productivas y una conciencia ambiental profunda, mientras contribuyen de manera concreta a la gestión sostenible de los residuos orgánicos en su institución y su territorio.

Del mismo modo, se previó establecer una red de experiencias de la institución rural y urbana a partir de la recopilación de los videos de los productos finales, los cuales dan cuenta de cómo estas mismas estrategias STEM propiciaron las mismas habilidades de pensamiento crítico y de apropiación de contenido en STEM, el trabajo en equipo y la evidenciada mitigación del problema en común que se observó. De manera que el proyecto se visualice como una estrategia sostenible, replicable e impulsora del pensamiento crítico desde las estrategias STEM y que de cuenta de la conciencia ambiental y la participación activa de toda la comunidad educativa

CONCLUSIONES

- La aplicación de las estrategias educativas STEM en ambos contextos educativos fue un avance relevante y gradual en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, como la interpretación, la argumentación y la toma de decisiones, por su parte en el contexto urbano, la reflexión sobre los problemas ambientales visibles del colegio, en relación con las temáticas sobre la gestión de residuos consecuencia de la realización de una animación a partir del lenguaje de programación Scratch, que favoreció habilidades digitales y el desarrollo de la argumentación y la toma de

decisiones responsables; los alumnos concluyeron que era un medio creativo y divertido para comprender temáticas científicas; por otro lado, en el contexto rural, la identificación del desperdicio en la comida del comedor escolar y el estudio sistemático en la revisión de los residuos, promovieron un análisis profundo al evidenciar avances en los cálculos matemáticos aplicados, como el registro y la comparación del pesaje diaria de los residuos orgánicos y la exploración como medio para describir las clases y las cantidades de residuos generados.

Asimismo, los estudiantes fortalecieron la indagación al formular preguntas como “¿por qué ciertos alimentos se desperdician más que otros?” o “¿cómo reducir esta cantidad de residuos?”, lo que impulsó procesos de interpretación, argumentación y toma de decisiones. Estos elementos reflejan un progreso significativo en el desarrollo del pensamiento crítico, al permitir que los estudiantes analicen su contexto, cuestionen prácticas cotidianas y fundamenten alternativas sostenibles como el uso de composteras y biodigestores.

- La creación del biodigestor y las composteras en el entorno rural, junto con la animación digital sobre reciclaje en la zona urbana, demostraron que las soluciones sostenibles e innovadoras implementadas desde un enfoque STEM facilitaron una comprensión relevante sobre la gestión adecuada de los residuos orgánicos e inorgánicos. Estas iniciativas no solo favorecieron la apropiación de conceptos, sino que también incentivaron la participación activa de los estudiantes en situaciones reales, mostrando cómo la experimentación y la programación sirven como herramientas educativas para la sostenibilidad. En particular, la animación digital permitió fortalecer habilidades tecnológicas al integrar programación básica, diseño visual y pensamiento computacional en la creación de un recurso educativo. El uso de Scratch ha fomentado la lógica, la creatividad y la habilidad para resolver problemas al mostrar de forma dinámica los procesos de reciclaje. Esto demuestra que las herramientas digitales pueden enriquecer nuestra comprensión del medio ambiente y ayudar en el desarrollo de competencias digitales clave.

- Los datos, tanto cuantitativos como cualitativos, obtenidos en los diagnósticos iniciales y finales confirmaron la efectividad de las estrategias STEM en el crecimiento cognitivo y procedimental de los estudiantes. En las áreas urbanas, los alumnos mejoraron su comprensión sobre reciclaje, clasificación y huella ambiental; mientras que en las zonas rurales, se observaron aumentos de más del 80% en la diferenciación de residuos y en la comprensión del compostaje, además de evidencia sobre cómo el aprendizaje ha impactado en sus hogares.
- La interdisciplinariedad en ciencias, matemáticas, tecnología e ingeniería, al estar conectada con situaciones reales del entorno escolar, permitió crear experiencias significativas que promovieron la conciencia sobre el medio ambiente y la corresponsabilidad colectiva. Tanto el videojuego educativo urbano como el sistema de aprovechamiento rural demostraron que las estrategias STEM no solo refuerzan los aprendizajes académicos, sino que también generan cambios en actitudes y comportamientos que favorecen la gestión sostenible de residuos, cumpliendo así con el objetivo general del proyecto.
- Y por último en relación con los objetivos específicos, se logró identificar de manera efectiva las problemáticas ambientales en ambos contextos: en el área rural, el constante desperdicio de residuos orgánicos del restaurante escolar, y en el área urbana, las dificultades para clasificar los residuos inorgánicos. Además, la implementación de estrategias STEM, como composteras y biodigestores en el entorno rural, y la animación digital en Scratch en el urbano, mostró un alto nivel de éxito al promover un aprendizaje contextualizado y el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas. Por último, la evaluación de los avances conceptuales reveló progresos significativos: los estudiantes fortalecieron su pensamiento crítico, mejoraron en la identificación y clasificación de residuos, formularon soluciones sostenibles y demostraron una mayor conciencia ambiental, cumpliendo así con el objetivo general del proyecto al integrar ciencia, tecnología y resolución de problemas en situaciones reales.

9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Consideraciones éticas desde la toma de datos:

Inicialmente se presenta a los directivos de los colegios participantes, una carta para expresar la intencionalidad de la recolección de datos a estudiantes, con el fin de obtener el consentimiento por parte de los rectores y así poder presentar y entregar un formato de consentimiento informado, según términos de confidencialidad de la información a los acudientes de los estudiantes.

El consentimiento informado para los acudientes, explica los objetivos de la investigación, los tipos de instrumentos a usar para la toma de datos, los posibles riesgos y ventajas, la privacidad, el anonimato y la posibilidad de abandonar la investigación en cualquier instante sin consecuencias negativas. Para los estudiantes se realizará un asentimiento informado, explicando los mismos puntos del consentimiento informado del proyecto.

Así mismo, se realiza la entrega de los documentos solicitados por la Universidad Santo Tomás adicionales (confidencialidad manejo de datos, declaración de conflictos o no conflictos, formato Habeas Data, presentación del proyecto y hojas de vida de los integrantes de la investigación) para ser tenidos en cuenta en el comité de ética y así continuar con el desarrollo de la investigación.

Consideraciones éticas desde el tratamiento de datos:

El tratamiento de datos se realizará de manera transparente e imparcial, es decir; se establecerán los objetivos y alcances de la investigación desde el inicio, evitando influir en las respuestas e intervenciones de los estudiantes en cada instrumento.

En la redacción de los diarios de campo, las bitácoras, y la presentación de resultados, se tendrá en cuenta el uso de códigos o seudónimos, para no revelar la identidad de los participantes, por ejemplo; (el individuo 1, del grado X) Las fotografías anexadas evitarán no mostrar los rostros de los estudiantes y en caso de reflejarse, se pixelan en esa área. En las grabaciones de las entrevistas a realizar, se tendrá una

carpeta en drive con acceso restringido de manera que, solo los integrantes del grupo puedan acceder a la información encontrada allí.

Consideraciones éticas desde el análisis de los datos:

El análisis de datos, en cualquier disciplina, conlleva una responsabilidad ética significativa. Desde la recolección hasta la interpretación y difusión de resultados, es crucial garantizar el respeto por los derechos y la privacidad de los participantes, así como la integridad científica. Según Zook et al. (2017), la ética en el análisis de datos se sostiene en principios como la transparencia, la responsabilidad y la equidad, especialmente cuando se manejan datos sensibles o de poblaciones vulnerables.

Asimismo, la confidencialidad y el consentimiento informado deben estar en el centro del análisis de datos, tal como enfatizan Mittelstadt y Floridi (2016), quienes subrayan la necesidad de un enfoque ético proactivo que anticipe los riesgos de discriminación y mal uso de la información. Estos autores destacan la importancia de las regulaciones de protección de datos y la rendición de cuentas en cada etapa del proceso analítico.

10. REFERENCIAS

- Acevedo, J. A. y García-Carmona, A. (2015). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13(1), 3-19. [http:// dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.02](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.02)
- Agudelo, L y Prada Perea, K. (2023). Características de una estrategia STEAM enfocada en los

residuos electrónicos para el desarrollo de los pensamiento crítico y creativo. Universidad de Antioquia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10495/36531>

Alvarado González, E. A., Cardona Ocampo, J. C., & Durán Hilarión, L. M. (2024). *Scratch como estrategia didáctica para el fortalecimiento del aprendizaje sobre la sostenibilidad de las huertas escolares, basada en el aprendizaje por proyectos con los estudiantes de grado tercero de Innova Schools Mosquera* (Trabajo de grado de maestría). Universidad de Cartagena. <https://hdl.handle.net/11227/18889>

Arabit García, J., Prendes Espinosa,, M., & Serrano Sánchez, J. (2023). Recursos Educativos Abiertos y metodologías activas para la enseñanza de STEM en Educación

Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). Powerful learning: Studies show deep understanding derives from collaborative methods. Edutopia. <https://www.edutopia.org/pdfs/edutopia-powerful-learning.pdf>

Becerra, C. M., Calderón, F. J. & Jiménez, E. T. (2024). Reflexión sobre la implementación de la educación en tecnología con enfoque STEM a partir de la robótica educativa y la gamificación en la básica primaria. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/19953>

Benítez, G. (2007). El proceso de enseñanza- aprendizaje: el acto didáctico. Obtenido de <https://www.kimerius.es/:file:///C:/Users/Usuario/Downloads/El%20proceso%20de%20ense%C3%B1anza%20-%20aprendizaje.pdf>

Blanco Fontao, C., Lozano, A., y Blanco Fontao, B. (2023). ¿Conocen los futuros docentes de Educación ¿Primaria los ODS y están formados para implementarlos en las aulas de la LOMLOE?.

Bravo, G., & Cáceres, M. (2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(7), 1–7.

Buitrago, L., Laverde, G., & Amaya, L. (2022). Pensamiento computacional y educación STEM:

reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas. PANORAMA.
Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/343969897012.pdf.

Brunner, J. J. (2020). Educación y desarrollo en América Latina: una perspectiva de innovación. Fondo de Cultura Económica.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. National Science Teachers Association (NSTA) Press.

Cabra, M. y Ramírez, S. (2022). Desarrollo del pensamiento computacional y las competencias matemáticas en análisis y solución de problemas: una experiencia de aprendizaje con Scratch en la plataforma Moodle. Revista Educación, 46(1), <https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v46n1/2215-2644-edu-46-01-00180.pdf>

Careño, F. y Carrasco, R. J. (Coords.). (2015). Epistemología de la sustentabilidad. Universidad Autónoma del Estado de México.

Casado Fernandez , R., & Cehca Romero , M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. PIXEL-BIT.

Celis Cuervo, D. A. & González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. Revista Boletín Redipe, 10(8), 286-299. ISSN 2256-1536.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8116641>

Decreto 1076 de 2015, por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente. Presidencia de la República de Colombia. (2015).
https://www.minambiente.gov.co/images/Decretos/2015/DECRETO_1076_2015.pdf.

Decreto 1077 de 2015, por el cual se reglamenta la clasificación de residuos sólidos mediante un nuevo código de colores. Presidencia de la República de Colombia. (2015).
https://www.minambiente.gov.co/images/Decretos/2015/DECRETO_1077_2015.pdf.

Domènech Casal, J., Lopez, S., & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades

expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Obtenido de <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/21343/2203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational leadership*, 43(2), 44-48

Escontrela Mao, R., & Stojanovic Casas, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. *Revista de Pedagogía*, 25(74), 161–175. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922004000300006

Facione, P. A. (2015). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*.

Fajardo Flórez, A., Martínez Perlaza, C. y García Noguera, L. (2024). Creando

con-ciencia sobre el manejo de residuos sólidos inorgánicos: una experiencia en una institución educativa. *Inclusión y Desarrollo*, 11(1), pp. 39- 54 <http://revistas.uniminuto.edu/index.php/IYD>

Fazenda, I. (2013). *Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa*. São Paulo: Loyola.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127–141. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18163.x>

Gras, M. (coord) y C. Alí (2023). Educación STEM y su aplicación. Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria. *Movimiento STEM*, Ciudad de México. *Revista de medios y educación*, 2171-7976. Obtenido de <https://institucional.us.es/revistas/PixelBit/2020/73672.pdf>

Guevara G., Verdesoto A., Castro N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)
DOI:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173. RECIMUNDO

Guzman, E. y López, W. (2019) Implementación de una estrategia didáctica de programación para la formación de habilidades de resolución de problemas en niños. [Tesis de Maestría inédita, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14875/Guzm%El nTiqueElizabeth2019.pdf?sequence=1>

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/18612>

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.

Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193-212.

Kapp, K.M. (2012) *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*, San Francisco, CA: Pfeiffer.

Lau, A. C., Lee, T. Y., Leung, J. H., & Wong, K. M. (2024). Characteristics of departments with high-use of active learning instructional strategies. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1186/s40594-024-00470-x>

Ley 1712 de 2014, por la cual se regula el derecho de acceso a la información pública. Congreso de la República de Colombia. (2014).
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61151>

Ley 1740 de 2014, por la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los residuos sólidos.

- Congreso de la República de Colombia. (2014). https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-44139_Archivo.pdf
- Ley general de educación. (1994). Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-124745_archivo_pdf9.pdf
- Lobo Ramírez, L. (2021). Marco base de la política pública de economía circular enfocado en una perspectiva de gestión y manejo de residuos sólidos para la ciudad de Medellín. Universidad de Antioquia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10495/21782>
- Londoño, P., Calvache, J., & et al. (2010). ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Investigaciones sobre didáctica en instituciones educativas de la ciudad de Pasto.
- Marín, I. y Hierro, E. (2013) Gamificación: el poder del juego en la gestión empresarial y la conexión con los clientes, Barcelona: Empresa Activa.
- Marín-Ríos, A., Cano-Villa, J. y Mazo-Castañeda, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. Revista Científica, 47(2), 55-70. <https://doi.org/10.14483/23448350.204731>
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. Science Teacher, 69(2), 34-37.
- Michelena, Á., Jove, E., Casteleiro-Roca, J. L., Quintián, H. y Calvo-Rolle, J. L. (2022). Experiencia blended learning apoyada en un laboratorio virtual para educación de materias STEM. Bordón, Revista de Pedagogía, 74(4), 125-143. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.95592>
- Mittelstadt, B. D., & Floridi, L. (2016). The ethics of big data: Current and foreseeable issues in biomedical contexts. Science and Engineering Ethics, 22(2), 303–341. <https://doi.org/10.1007/s11948-015-9652-2>
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. TIES STEM

Education Monograph Series. Retrieved from <https://www.tiesteacher.org>

Newmann, F. M., Marks, H. M., & Gamoran, A. (1996). Authentic pedagogy and student performance.

American Journal of Education, 104(4), 280–312. <https://doi.org/10.1086/444136>

Pithers, R.T. y Soden, R. (2000). Critical thinking in education: A review. Educational research, 42 (3), 237-249.

Peeters, M. J., & Boddu, S. H. S. (2016). Assessing development in critical thinking: One institution's experience. Currents in Pharmacy Teaching and Learning, 8(3), 271-278.

Piaget, J. (1970). Science of education and the psychology of the child. Orion Press.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

Rivera Michelena N, Cao Nolla N, Nogueira Sotolongo M. Enfoque Sistémico del Proceso Enseñanza Aprendizaje. UVS. Supercurso, Infomed. Portal de Salud de Cuba. 2011. Disponible en: <http://www.uvs.sld.cu/supercurso>

Rojas Montemayor, G., & Gras Marin, M. (2023). EDUCACIÓN STEM Y SU APLICACIÓN. Obtenido https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2023/08/Educacion-STEM-y-su-aplicacion-_preescolar-y-primaria.pdf

Paul, R., & Elder, L. (2014). Critical thinking: Tools for taking charge of your professional and personal life (2nd ed.). Pearson Education.

Peeters, F., & Boddu, R. (2016). Estrategias de reflexión crítica en el aprendizaje interdisciplinar. Journal of STEM Education, 14(3), 120-135.

- Puentes Gómez, E. A., & Rueda Santana, J. M. (2024). Estrategias modernas de enseñanza en la educación primaria de Bogotá. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 12(1), 30. Obtenido de <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>
- Rueda, R. y Franco, M. (2018). Políticas educativas de TIC en Colombia: entre la inclusión digital y formas de resistencia-transformación social. *Pedagogía y Saberes*, 48, 9-25.
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura Maker. *Padres y maestros*, 379, 45-51. DOI: 10.14422/pym.i379.y2019.008
- Sánchez, I. (2003). Elementos conceptuales básicos del proceso de enseñanza-aprendizaje. ACIMED. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352003000600018
- Scratch Foundation. (2025). *For Kids*. Scratch Foundation. Obtenido de <https://www.scratchfoundation.org/learn/for-kids>
- Serna, C. y Serna, D. (2022). Residuos sólidos y cambio climático. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 25(50), 393-399. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i50.24552>
- Serna, N. (2022). Gestión de residuos y pensamiento crítico en educación rural. *Revista de Educación Ambiental*, 8(1), 45-60.
- Resolución 1444 de 2016, por la cual se establecen lineamientos para el manejo de residuos sólidos en las instituciones educativas. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-369500_archivo_pdf.pdf
- Torres, M., Paz, K., y Salazar, F. G. (2019.). Métodos de recolección de datos para una investigación. Recuperado de http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf
- Werbach, K. y Hunter, D. (2012) *For the win: How game thinking can revolutionize yoduro business*.

Philadelphia: Wharton Digital Press.

Wu, H., & Anderson, O. R. (2015). Technology-enhanced STEM (T-STEM) education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 45–55.

Zook, M., Barocas, S., boyd, d., Crawford, K., Keller, E., Gangadharan, S. P.,

Goodman, A., Hollander, R., Koenig, B. A., Metcalf, J., Narayanan, A., Nelson, A., & Pasquale, F.

(2017). Ten simple rules for responsible big data research. *PLOS Computational Biology*, 13(3), e1005399. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005399>

Zohar, A., & Schwartz, N. (2005). Assessing teachers' pedagogical knowledge in the context of teaching higher-order thinking. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1595–1620. <https://doi.org/10.1080/09500690500186592>

Tabla de anexos

A. Cuestionario de diagnóstico contexto Urbano


COLEGIO PROVINCIA DE QUEBEC, I.E.D.
Resolución de Aprobación Número: 2538 de agosto de 2006 del COLEGIO PROVINCIA DE QUEBEC, I.E.D., para autorizar la implementación de la Media Académica, con especialidades de Arte y Diseño Básico, y Biología y Tecnología. INSCRIPCIÓN E.E.D. 5497, OAHG 11107041556, C/PED JAL 14940 KPES JT 3025X, MT 30911 B767-6 unad


CUESTIONARIO RÉCICLAJE Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

Nombres: _____ **Curso:** _____

Marca con una X la respuesta correcta:

- ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el reciclaje?
 - A) La eliminación de residuos en un vertedero.
 - B) La transformación de materiales usados en nuevos productos.
 - C) La quema de basura en incineradores.
 - D) La recolección de residuos sin clasificar.
- ¿Qué tipo de material es más fácil de reciclar?
 - A) Plástico PET (botellas transparentes).
 - B) Cajas de cartón pintadas
 - C) Empaques plásticos con recubrimiento de aluminio

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqj2xjqR>

B. Cuestionario de diagnóstico contexto Rural

Diagnóstico inicial: Manejo de residuos sólidos en la I. E. R. Zoila Duque Baena

Objetivo:

Identificar el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes sobre los residuos sólidos, especialmente los residuos orgánicos del restaurante escolar.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

- ¿Qué es un residuo sólido?

Marca solo un óvalo.

 - ☐ Algo que se puede beber
 - ☐ Un tipo de líquido contaminante
 - ☐ Material que se desecha después de su uso
 - ☐ Una planta medicinal
- ¿Cuál de los siguientes es un residuo orgánico? *

Marca solo un óvalo.

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

C. Análisis de Cuestionario de diagnóstico y final contexto Urbano

Resultados del cuestionario diagnóstico sobre reciclaje y manejo de residuos sólidos estudiantes de grado 402 del Colegio Provincia de Quebec

Objetivo: Identificar los conocimientos previos de 30 estudiantes de 402, sobre el tema: reciclaje y manejo de residuos sólidos.

¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el reciclaje?

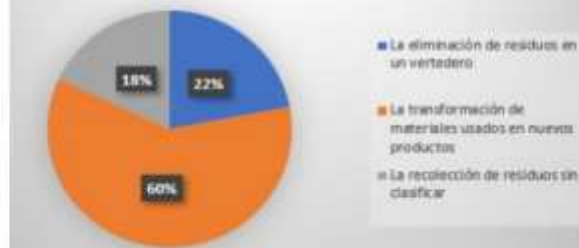


¿Qué tipo de plástico es más fácil de reciclar?

Resultados del cuestionario final sobre reciclaje y manejo de residuos sólidos estudiantes de grado 402 del Colegio Provincia de Quebec

Objetivo: Identificar los conocimientos luego de las estrategias STEM en aula de 30 estudiantes de 402, sobre el tema: reciclaje y manejo de residuos sólidos.

¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el reciclaje?



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqj2xjqR>

D. Análisis de Cuestionario de diagnóstico y final contexto Rural

Resultados del diagnóstico inicial: Manejo de residuos sólidos en la I. E. R. Zoila Duque Baena

Objetivo: Identificar el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes sobre los residuos sólidos, especialmente los residuos orgánicos del restaurante escolar.

¿Qué es un residuo sólido?

22 respuestas



Resultados del cuestionario final sobre el manejo de residuos sólidos en la I. E. R Zoila Duque Baena

Objetivo: Evaluar el nivel final de conocimiento de los estudiantes después de las clases y la implementación del proyecto.

¿Qué es un residuo sólido?

22 respuestas



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

E. Bitácoras contexto Rural

BIT02-602

Fecha: 09/04/2025 – Equipo Beta

Campo	Registro
Menú del día	Menú 3 – Avena, arroz con lentejas y carne, papaya
Número de raciones servidas	118
Condiciones climáticas	Nublado
Cantidad de residuos en cocina	2.5 kg
Tipo de residuos generados	☒ Orgánicos
Cantidad de residuos dejados por los estudiantes	1.5 baldes (~30 L ≈ 15 kg)

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

F. Diarios de campo contexto Urbano

DIARIO DE CAMPO # 1 (DC1-402)	
Nombre del observador: Identificación y delimitación del problema de investigación, Reconocimiento distribución de espacios del colegio IED Provincia de Quebec	
Fecha: 9 abril-2025	
Lugar: Instalaciones del colegio IED Provincia de Quebec	
Tema: Identificación y delimitación del problema de investigación en el colegio IED Provincia de Quebec	
Objetivo: Realizar recorrido en las instalaciones de la institución para identificar problemáticas físicas y ambientales.	
EJES TEMÁTICOS	DESCRIPCIÓN
Características del grupo.	Es un grupo de estudiantes de grado 402, compuesto por 15 niñas y 14 niños con edades entre 9-11 años
Distribución de tiempo y espacio.	Se realiza recorrido dirigido por la directora de grupo, en la jornada tarde de 1:00 – 2:00 pm en las instalaciones del colegio. Se inicia en el primer piso de izquierda a derecha, se sube al segundo piso en la misma dirección de izquierda a derecha hasta llegar al tercer piso. Terminando de organizar las observaciones en el salón de clases (segundo piso)
Planeación didáctica, estrategias de trabajo.	Se plantea una guía (ver anexo 1.1) con preguntas orientadoras de las características físicas de las instalaciones del colegio y las posibles mejoras de algunos espacios, en donde por equipos los estudiantes identificarán zonas que deben ser mejoradas o adecuadas según su función. Roles de los estudiantes en el grupo de trabajo: 1: los que observan y comunican al docente lo aportes del grupo, 2: los que anotan los registros de cantidades y espacios que deben ser mencionados, 3: los que organizan los datos recogidos, toman evidencias fotográficas y comentarios relevantes para presentar de manera organizada y clara. Adicionalmente en clase cada estudiante cumple el rol de indagar en las posibles soluciones a algunas problemáticas vistas en el recorrido.

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqi2xjqR>

G. Diarios de campo contexto Rural

DIARIO DE CAMPO # 1	
Nombre del observador: Kevin Andrey Correa Calle	
Fecha:	
Lugar: Institución Educativa Rural Zoila Duque Baena	
Tema: Observación inicial en clase de matemáticas – Nacimiento de la problemática ambiental	
Objetivo: Registrar el momento pedagógico en el que surgió la inquietud que dio origen al proyecto de manejo de residuos sólidos, con énfasis en residuos orgánicos del restaurante escolar.	
EJES TEMATICOS	DESCRIPCIÓN
Características del grupo.	El grupo observado está conformado por estudiantes de grado 6° y 7°, en su mayoría provenientes de familias campesinas del municipio. Son niños y niñas entre los 11 y 13 años, que destacan por su espontaneidad y disposición para el diálogo cuando se sienten escuchados. Aunque algunos presentan dificultades en habilidades lógico-matemáticas, muestran una actitud colaborativa y gran interés cuando los temas se relacionan con su entorno cotidiano. Ese día en particular, ingresaron al aula después del almuerzo servido en el restaurante escolar. Algunos entraron comentando sobre lo que habían comido; otros, visiblemente inquietos, se detuvieron a conversar entre sí sobre lo que habían observado en la parte trasera de la cocineta, donde se acumulan los residuos de comida. Estas

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

H. Fotografías y videos contexto Urbano

Evidencias fotográficas diario de campo #3:



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqi2xjqR>

I. Fotografías y videos contexto Rural



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

J. Menú anual del Programa de alimentación escolar (PAE) contexto Rural

PLANEACIÓN CICLO DE MENÚS - RACIÓN PREPARADA EN SITIO		PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR - PAE ETC ANTIOQUIA 2025	
COMPLEMENTO ALIMENTARIO JORNADA MAÑANA Y TARDE - SECUNDARIA		CICLO DE MENÚS	
CONVENIO	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE / SECRETARÍA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL, MANA	DEPARTAMENTO	ANTIOQUIA
DEPARTAMENTO	ANTIOQUIA	MUNICIPIO	MUNICIPIO DEPARTAMENTO ANTIOQUIA NO CERTIFICADOS EN EDUCACIÓN
GRUPO ÉTNICO	RAZAS SIN PERTENENCIA ÉTNICA	ROS INDIGENA	ROS INDIGENA
ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR - PAE	COMUNIDAD	COMUNIDAD
SEMANA N°1			
COMPONENTES	MENÚ No. 1	MENÚ No. 2	MENÚ No. 3
LÁCTEO	CHOCOLATE CON LECHE Leche entera en polvo Cocoa en polvo sin azúcar Paneta	AGUA DE PANELA CON LECHE Leche entera en polvo Paneta	BEBIDA CHOCOLATADA Leche entera en polvo Cocoa en polvo sin azúcar Paneta
PROTEÍNO	QUESO BLANCO O CAMPESINO Queso blanco o campesino	CARNE DE CERDO GUISADA Carne de cerdo Magrat Tomate de árbol Cebolla cabazona Ajo Aceite vegetal Sal yodada	HUEVO REVUELTO Huevo de gallina Tipo A Margarina suave de mesa Sal yodada
CEREAL	SANDUCHE DE QUESO Y TORTA DE ZAHABORIA Y QUESO Pan blanco (2 Unid) Margarina suave de mesa Torta de zahaboria y queso Zahaboria Queso blanco o campesino Harina de trigo fortificada Huevo de gallina Tipo A Aceite vegetal Sal yodada	BASTONCITOS DE YUCA Y ARROZ CON ESPINACA Yuca Arroz Aceite vegetal Sal yodada	ARROZ Y PAN BOLA Arroz Aceite vegetal Sal yodada
FRUTA	FRUTA ENTERA Fruta grupo #1 La porción servida debe ser de 130g Opciones: Guayaba común en racón, Mandarina, Baniño, Muriapo, Naranja dulce en racón	FRUTA ENTERA Fruta grupo #2 La porción servida debe ser de 130g Opciones: Mango maduro o plátano pasado, Mandarina, Pera, Sándia en trozos, Naranja, Figo.	AREPA Y GALLETAS Harina de maíz Margarina suave de mesa Sal yodada

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

K. Calendario académico del 2025 contexto Rural

Radicador: S 2024063423970
Fecha: 29/10/2024


DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA
GOBERNACIÓN
RESOLUCIÓN N°

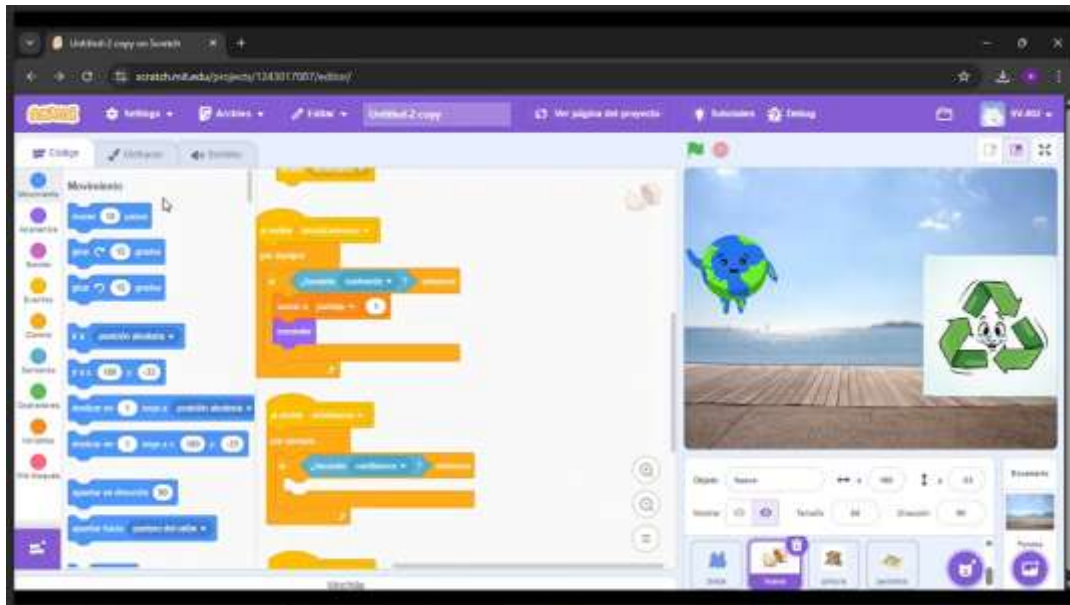
Por la cual se establece el **CALENDARIO ACADÉMICO A, AÑO 2025**, para los Establecimientos Educativos Oficiales de los Municipios no certificados del Departamento de Antioquia que prestan el Servicio Público Educativo en los Niveles de Preescolar, Básica, Media y Educación de Adultos, y se dictan otras disposiciones.

EL SECRETARIO DE EDUCACIÓN DE ANTIOQUIA,

En uso de sus atribuciones legales y en especial las conferidas por el Artículo 151° de la Ley 115 de 1994, el Artículo 6° de la Ley 715 de 2001, el Decreto 1075 de 2015, los Artículos 3° y 4° de la Ley 1437 de 2011, el Artículo 135° del Decreto 2020070002567 del 5 de Noviembre de 2020, modificado por la Ordenanza 23 del 6 de septiembre de 2021, "por la cual se determina la Estructura Administrativa de la Administración Departamental, se definen las funciones de sus organismos y dependencias y se dictan otras disposiciones", y

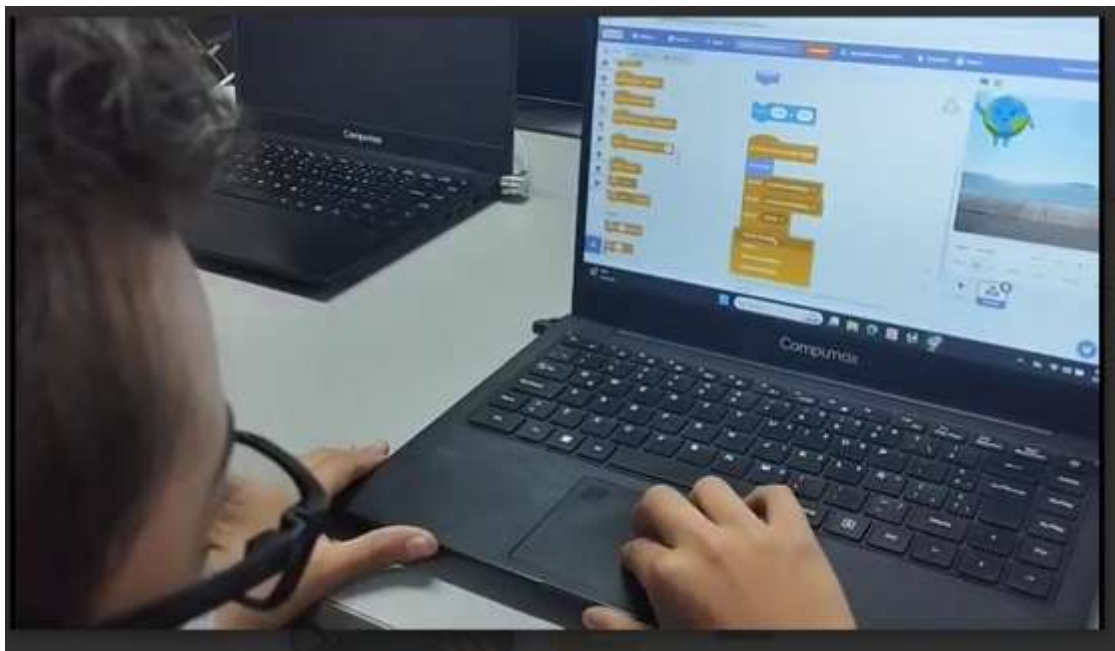
Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

L. Animación en Scratch, manejo de residuos sólidos contexto Urbano



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqi2xjqR>

M. Explicación por estudiantes animación en Scratch, manejo de residuos sólidos contexto Urbano



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqi2xjqR>

N. Matriz de análisis de resultados de diarios de campo y bitácoras

MATRIZ ANÁLISIS DE RESULTADOS TESIS STEM 2025							
MATRIZ DE ANÁLISIS DE RESULTADOS							
	CODIGO	URL	OBJETIVO DE LA ESTRATEGIA	OBJETIVO QUE DESARROLLA	RESULTADOS OBTENIDOS	HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO	ESTRATEGIA STEM
5	DC1-402	https://drive.google.com/drive/folders/1f4i214Cy0ikWfXsq_sDp_7QY4IyeQaAb	Identificar y delimitar el problema de investigación.	Implementar soluciones sostenibles en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos mediante estrategias educativas STEM que promuevan competencias en pensamiento crítico.	Se organizaron roles en cada equipo en donde, identificaron las zonas que deben ser mejoradas o adecuadas según su función. Dejanlo a la conciencia que hay muchos papeles en el suelo en desuso y al finalizar la jornada que pueden causar contaminación dentro y fuera del colegio.	Reflexionan en la responsabilidad ambiental entre los estudiantes e interpretan cuando, argumentan que los papeles en el suelo contribuye a la contaminación del colegio.	• Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Basado en Problemas.
6	DC2-402	https://drive.google.com/drive/folders/1f4i214Cy0ikWfXsq_sDp_7QY4IyeQaAb	Reconocer las ideas previas de los estudiantes frente al reciclaje, comprender qué materiales se reciclan y en qué tipo de cubeta se depositan diferentes residuos sólidos.	Implementar soluciones sostenibles en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos mediante estrategias educativas STEM que promuevan competencias en pensamiento crítico.	El cuestionario de diagnóstico muestra que, un 30% de los estudiantes reconocen los materiales que se reciclan y los cubetas en donde se depositan, después de explicar la legislación de los colores de las cubetas y el uso de estas, se pone en práctica lo aprendido por grupos los estudiantes, clasifican y depositan el residuo sólido en la cubeta correcta según su uso.	Argumentan y toman decisiones al permitír evidencias que la muestra no solo quedó en el nivel teórico, sino que se tradujo en una acción concreta y consciente por parte de los estudiantes.	• Integración de las ciencias (comprensión, análisis, comparación y clasificación).
7	DC3-402	https://drive.google.com/drive/folders/1f4i214Cy0ikWfXsq_sDp_7QY4IyeQaAb	Comprender los términos relacionados con la huella hídrica y huella de carbono y cómo poner en práctica algunas acciones para disminuir esas huellas.	Implementar soluciones sostenibles en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos mediante estrategias educativas STEM que promuevan competencias en pensamiento crítico.	Los estudiantes reflexionan sobre la importancia del agua argumentando formas de ahorro. Se proyecta un video sobre huella de carbono y cada estudiante hace un test de huella virtual analizando el resultado y analizando los datos de su compañía. Se continúan los aperturados por medio del video "Homo Consumas" evaluando los errores del porcentaje principal y cómo los corrige, sumándose así algunos estudiantes identificados o actualizando las acciones del porcentaje actualizado.	Reflexionan colectivamente sobre la importancia del agua como recurso vital, identificando prácticas cotidianas que contribuyen a su desperdicio y proponiendo acciones concretas para su ahorro. Así como identifican hábitos comunes que reducen la huella y se discuten posibles cambios personales para reducirla.	• Integración de las ciencias (comprensión, análisis, comparación y evaluación conclusiones). • Integración de la Tecnología (uso de calculadora digital).

Link: https://drive.google.com/drive/folders/1f4i214Cy0ikWfXsq_sDp_7QY4IyeQaAb

O. Consentimientos informados contexto Urbano

1

Maestría Educación STEM para el desarrollo social
Opción de grado II (2025 - 1)

Docentes: **Diana Paola Flórez Segura, Martín Mosquera, Kevin Correa**

Consentimiento informado, según criterios del CEBIC

Instrumentos: Diarios de campo, Entrevistas, cuestionarios, grupo focal.

1. Objetivo y contextualización del proyecto:

El proyecto tiene como propósito: diseñar y evaluar estrategias educativas STEM que fomenten el desarrollo de competencias en pensamiento crítico y resolución de problemas para la creación de soluciones sostenibles, en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos en un contexto urbano y rural.

Criterios de participación de agentes del proceso educativo: Para el proceso de recolección de la información, se extiende la invitación si usted como acudiente-estudiante está de acuerdo, para participar mediante un espacio de sesiones de observación no participante.

2. Riesgos físicos, psicológicos: Se aclara que este proyecto NO implica riesgos para la salud física, psicológica y comunitaria.

3. Beneficios de los participantes:

(a) El proyecto beneficiará

A la comunidad estudiantil (docentes, padres de familia, estudiantes de primaria) en el diseño y desarrollo de estrategias STEM que permitan fortalecer habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas frente a la temática; manejo correcto de residuos orgánicos e inorgánicos producidos en la institución, con proyección a reducir la cantidad de basura y fomentar el aprovechamiento de los materiales que se reciclan.

(b) Su participación se reflejará como una contribución al fortalecimiento del conocimiento pedagógico e investigativo teniendo en cuenta que, por medio de esta estrategia se logra integrar el aprendizaje de diversas áreas para dar solución a la problemática: gestión de

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ivBimZI7YzC0j4gSeAOcNlwsqi2xjqR>

P. Consentimientos informados contexto Rural

1

Maestría Educación STEM para el desarrollo social
Opción de grado II (2025 - 1)

Docentes: **Diana Paola Flórez Segura, Martín Mosquera, Kevin Correa**
Consentimiento informado, según criterios del CEBIC
Instrumentos: Diarios de campo, Entrevistas, cuestionarios, grupo focal.

1. Objetivo y contextualización del proyecto:
El proyecto tiene como propósito: diseñar y evaluar estrategias educativas STEM que fomenten el desarrollo de competencias en pensamiento crítico y resolución de problemas para la creación de soluciones sostenibles, en el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos en un contexto urbano y uno rural.

Criterios de participación de agentes del proceso educativo: Para el proceso de recolección de la información, se extiende la invitación si usted como acudiente-estudiante está de acuerdo, para participar mediante un espacio de sesiones de observación no participante.

2. Riesgos físicos, psicológicos: Se aclara que este proyecto NO implica riesgos para la salud física, psicológica y comunitaria.

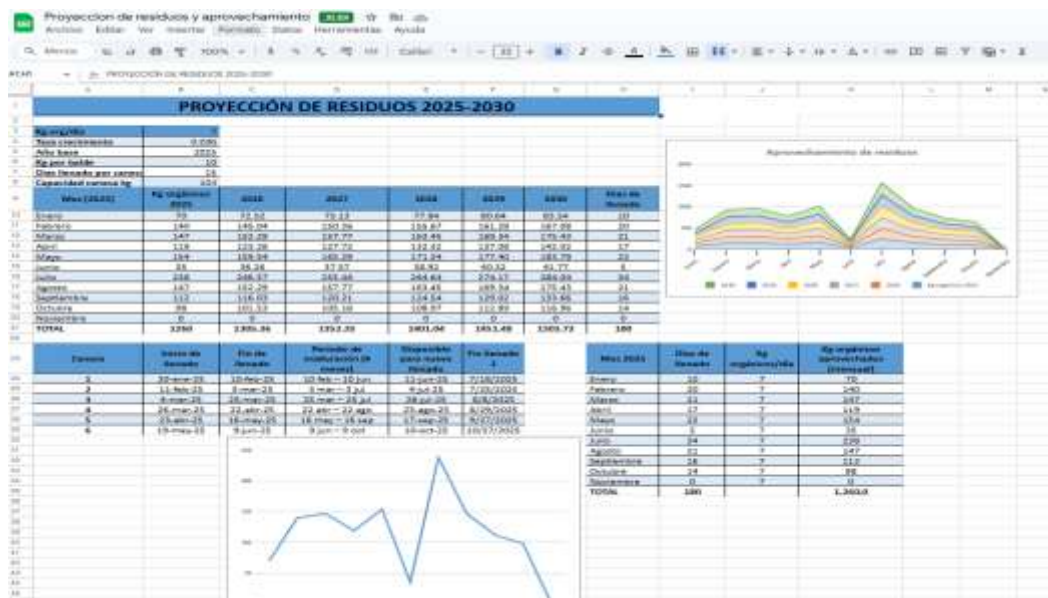
3. Beneficios de los participantes:

(a) El proyecto beneficiará
A la comunidad estudiantil (docentes, padres de familia, estudiantes de primaria) en el diseño y desarrollo de estrategias STEM que permitan fortalecer habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas frente a la temática; manejo correcto de residuos orgánicos e inorgánicos producidos en la institución, con proyección a reducir la cantidad de basura y fomentar el aprovechamiento de los materiales que se reciclan.

(b) Su participación se reflejará como una contribución al fortalecimiento del conocimiento pedagógico e investigativo teniendo en cuenta que, por medio de esta estrategia se logra integrar el aprendizaje de diversas áreas para dar solución a la problemática: gestión de

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>

Q. Proyección de residuos y aprovechamiento en Excel contexto Rural



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/17tZZ9mhr7irNX6cONmHaUpctcPNKeltb>