Sophia

Volumen 21, número 1, 2025, p: e1492 | págs. 1-16
ISSN 2346-0806
DOI: https://doi.org/10.18634/sophiaj.21v.1i.1492

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Integración de enfoque STEAM: Aprendizaje de las matemáticas para estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos

STEAM approach integration: Mathematics learning in propaedeutic engineering education cycles

Integração da abordagem STEAM: Aprendizagem de matemática para estudantes de engenharia em ciclos propedêuticos

Robinson Junior Conde-Carmona[1*], Ellery Gregorio Chacuto López[2], María Fernando Chiquillo Valera[1]

[1]Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia.
[2]Universidad del Magdalena, Departamento de Matemáticas. Santa Marta, Colombia.
***Autor para la correspondencia:** Rjconde@mail.uniatlantico.edu.co

RESUMEN

Esta investigación cualitativa tuvo como propósito caracterizar las percepciones de estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos acerca del enfoque STEAM y su relación con el aprendizaje de las matemáticas en una institución educativa de Barranquilla, Atlántico (Colombia). Se aplicó un diseño de estudio de caso único con una muestra intencionada de ocho estudiantes de ingeniería mecatrónica, de sistemas y electrónica, utilizando entrevistas semiestructuradas como técnica principal de recolección de datos. El análisis cualitativo evidenció que los estudiantes reconocen el enfoque STEAM como un marco integrador que fortalece la comprensión matemática mediante la vinculación con otras disciplinas. Los participantes identificaron beneficios clave como el desarrollo del pensamiento creativo, la aplicación contextualizada de los conceptos matemáticos, el uso estratégico de herramientas tecnológicas y el fomento del trabajo colaborativo. En conjunto, los hallazgos muestran una valoración positiva del enfoque STEAM como estrategia pedagógica que promueve competencias interdisciplinarias esenciales para la formación en ingeniería del siglo XXI.

Palabras clave: ciclos propedéuticos, educación en ingeniería, enfoque STEAM, interdisciplinariedad, aprendizaje de matemáticas.

ABSTRACT

This qualitative research aimed to characterize the perceptions of engineering students in preparatory courses regarding the STEAM approach and its relationship to mathematics learning at an educational institution in Barranquilla, Atlántico (Colombia). A single-case study design was applied with a purposive sample of eight mechatronics, systems, and electronics engineering students, using semi-structured interviews as the primary data collection technique. The qualitative analysis revealed that the students recognize the STEAM approach as an integrative framework that strengthens mathematical understanding by linking it to other disciplines. Participants identified key benefits such as the development of creative thinking, the contextualized application of mathematical concepts, the strategic use of technological tools, and the promotion of collaborative work. Overall, the findings demonstrate a positive assessment of the STEAM approach as a pedagogical strategy that promotes essential interdisciplinary competencies for 21st-century engineering education.

Keywords: preparatory cycles, engineering education, STEAM approach, interdisciplinarity, mathematics learning.

Recibido: noviembre de 2024 | Aceptado: septiembre de 2025 | Publicado: octubre de 2025

Como citar:
Conde-Carmona, R.J., Chacuto López, E. G. Chiquillo Valera, M. F. (2025). Integración de enfoque STEAM: Aprendizaje de las matemáticas para estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos. Sophia, 21(1). https://revistas.ugca.edu.co/index.php/sophia/article/view/1492
Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Sophia-Education
Copyright 2025. Universidad La Gran Colombia
Esta obra está bajo una Licencia Attribution-ShareAlike 4.0 International

RESUMO

Esta pesquisa qualitativa teve como objetivo caracterizar as percepções de estudantes de engenharia em cursos preparatórios sobre a abordagem STEAM e sua relação com o aprendizado da matemática em uma instituição de ensino em Barranquilla, Atlântico (Colômbia). Foi aplicado um estudo de caso único com uma amostra intencional de oito estudantes de engenharia mecatrônica, de sistemas e eletrônica, utilizando entrevistas semiestruturadas como principal técnica de coleta de dados. A análise qualitativa revelou que os estudantes reconhecem a abordagem STEAM como uma estrutura integrativa que fortalece a compreensão matemática ao conectá-la a outras disciplinas. Os participantes identificaram benefícios importantes, como o desenvolvimento do pensamento criativo, a aplicação contextualizada de conceitos matemáticos, o uso estratégico de ferramentas tecnológicas e a promoção do trabalho colaborativo. De modo geral, os resultados demonstram uma avaliação positiva da abordagem STEAM como uma estratégia pedagógica que promove competências interdisciplinares essenciais para a educação em engenharia do século XXI.

Palavras-chave: ciclos preparatórios, educação em engenharia, abordagem STEAM, interdisciplinaridade, aprendizagem da matemática.

Introducción

Esta investigación aborda el enfoque STEAM, entendido como una propuesta educativa que integra las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas con el propósito de proporcionar herramientas que fortalezcan los procesos de aprendizaje. Este enfoque promueve la innovación educativa**,** el pensamiento crítico y matemático**,** la creatividad y el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales, necesarias para enfrentar un mundo en constante transformación tecnológica.

La enseñanza de las matemáticas constituye un pilar esencial en la formación de los estudiantes de ingeniería en los ciclos propedéuticos, ya que ofrece las bases conceptuales para su desarrollo académico y profesional posterior. No obstante, de manera tradicional, la enseñanza matemática ha mantenido un carácter teórico y descontextualizado, lo que puede dificultar su comprensión y aplicación práctica por parte de los estudiantes *(*Diego et al., 2019a*)*. En este sentido, la incorporación de la tecnología como herramienta pedagógica puede fortalecer el aprendizaje significativo, al favorecer la construcción activa del conocimiento y el desarrollo de competencias profesionales. Cuando la tecnología se emplea mediante metodologías y diseños adecuados, genera un entorno propicio para el aprendizaje autónomo y la reflexión sobre los propios procesos cognitivos (Conde, 2025).

En este contexto, se ha reconocido la relevancia de integrar el enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas. Dicho enfoque promueve una educación interdisciplinaria que estimula la creatividad, la resolución de problemas reales y el pensamiento crítico a través de la aplicación práctica de los conceptos matemáticos.

Diversas investigaciones recientes han evidenciado la efectividad del enfoque STEAM en el ámbito educativo. Por ejemplo, Lasa et al. (2020) demostraron que la incorporación de proyectos basados en problemas reales incrementa la motivación, el compromiso y la comprensión conceptual de los estudiantes. Asimismo, Conde y Bolívar (2023) subrayan que este enfoque permite establecer conexiones entre las matemáticas y otras disciplinas, favoreciendo la transferencia de conocimientos y el desarrollo de competencias transversales**.**

A pesar de los beneficios reconocidos, la implementación del enfoque STEAM en los ciclos propedéuticos de ingeniería enfrenta desafíos particulares. Los estudiantes de estos programas suelen presentar una alta carga académica y, en algunos casos, una formación matemática previa limitada**.** Por ello, resulta imprescindible diseñar estrategias pedagógicas contextualizadas que respondan a las características y necesidades de esta población estudiantil.

En consecuencia, surge la necesidad de investigar y desarrollar enfoques didácticos **efectivos** para la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje matemático de los estudiantes de ingeniería (Méndez y Conde, 2025).

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar las percepciones y experiencias de los estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos respecto a la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas. Específicamente, se busca: (1) identificar el nivel de conocimiento que poseen

sobre el enfoque y sus componentes; (2) explorar cómo valoran la integración de la tecnología y el arte en el desarrollo del pensamiento creativo matemático; y (3) analizar sus percepciones sobre la aplicabilidad del enfoque en su formación profesional.

Este trabajo se justifica por la necesidad de comprender, desde la perspectiva estudiantil, cómo el enfoque STEAM puede contribuir a una formación matemática más integrada, contextualizada y significativa en el marco de la educación superior tecnológica en Colombia. Además, aporta evidencia empírica sobre la valoración de estrategias pedagógicas innovadoras en los ciclos propedéuticos de ingeniería (Lu & Kaiser, 2022).

Para alcanzar estos propósitos, se empleó un diseño cualitativo de estudio de caso único, utilizando entrevistas semiestructuradas con estudiantes de ingeniería en una institución educativa de Barranquilla, Colombia. La descripción detallada del procedimiento metodológico se presenta en la sección correspondiente (Caratozzolo & Álvarez, 2020; Kant et al., 2018).

La presente investigación aborda la temática del enfoque STEAM, que se define como un enfoque en el cual se unifican diferentes disciplinas como lo son; ciencia tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, para brindar herramientas necesarias para el proceso de aprendizaje, promoviendo la innovación educativa, el pensamiento crítico y matemático, la creatividad y el desarrollo de habilidades matemáticas y sociales para enfrentarse al mundo que está en continuos avances tecnológicos.

La educación en matemáticas es fundamental en la formación de estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos, ya que proporciona las bases necesarias para su posterior desarrollo académico y profesional. Sin embargo, tradicionalmente, la enseñanza de las matemáticas se ha centrado en un enfoque teórico y desvinculado de la realidad, lo que puede dificultar la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos por parte de los estudiantes (Diego et al., 2019a). La tecnología como herramienta en la construcción del conocimiento permite a los estudiantes fortalecer su aprendizaje para adentrarse de manera significativa en conocimientos que permiten al estudiante ser competente en su área de estudio. Cuando la tecnología es manejada con una metodología y diseño adecuado, se genera un ambiente propicio para que los estudiantes conozcan y aprendan lo que hacen y cómo lo hacen (Conde, 2025).

En este contexto, se ha reconocido la importancia de integrar el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, por sus siglas en inglés) en el aprendizaje de las matemáticas. El enfoque STEAM busca promover una educación interdisciplinaria que fomente la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas reales mediante la aplicación de los conceptos matemáticos.

Varios estudios recientes respaldan la efectividad de la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas. Según Lasa et al. (2020), la incorporación de proyectos prácticos basados en problemas reales en el aula de matemáticas mejora significativamente la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como su comprensión de los conceptos matemáticos. Además, Conde y Bolívar (2023) destacan que el enfoque STEAM permite a los estudiantes establecer conexiones entre las matemáticas y otras disciplinas, lo que facilita su transferencia de conocimientos y habilidades.

A pesar de los beneficios evidentes de la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas, su implementación en el contexto de los ciclos propedéuticos de ingeniería presenta desafíos particulares. Los estudiantes de estos programas suelen tener una carga académica intensa y una formación previa limitada en matemáticas. Por lo tanto, es crucial diseñar estrategias pedagógicas adecuadas que se ajusten a las necesidades y características de estos estudiantes.

En este sentido, se plantea la necesidad de investigar y desarrollar enfoques didácticos efectivos para la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas en los ciclos propedéuticos de ingeniería (Méndez y Conde, 2025)

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo caracterizar las percepciones y experiencias de estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos respecto a la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas. Específicamente, se busca: (1) identificar el nivel de conocimiento que poseen los estudiantes sobre el enfoque STEAM y sus componentes; (2) explorar cómo los estudiantes

valoran la integración de la tecnología y el arte en el desarrollo del pensamiento creativo matemático; y (3) analizar las percepciones estudiantiles sobre la aplicabilidad del enfoque STEAM en su formación como ingenieros.

Este estudio se justifica por la necesidad de comprender, desde la perspectiva estudiantil, cómo el enfoque STEAM puede contribuir a una formación matemática más integrada, contextualizada y significativa en el contexto específico de los ciclos propedéuticos de ingeniería en Colombia, aportando evidencia empírica sobre la valoración de estrategias pedagógicas innovadoras en educación superior tecnológica (Lu y Kaiser, 2022).

Para alcanzar estos objetivos, se implementó un diseño cualitativo de estudio de caso único, utilizando entrevistas semiestructuradas con estudiantes de ciclos propedéuticos de ingeniería en una institución educativa de Barranquilla, Colombia. La descripción detallada del diseño metodológico se presenta en la sección correspondiente (Caratozzolo y Alvarez, 2020; Kant et al., 2018).

Marco teórico. Enfoque STEAM en la educación

El enfoque STEAM constituye una evolución del modelo STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) mediante la incorporación explícita de las Artes (Arts), conformándose como un marco pedagógico integrador que promueve el aprendizaje interdisciplinario (Belbase et al., 2021; Greca, 2018). Según Yakman y Lee (2012)**,** STEAM representa una *metadisciplina* que trasciende la enseñanza fragmentada de contenidos, al propiciar conexiones auténticas entre ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas para la resolución de problemas complejos del mundo real. Maeda (2013) destaca que la inclusión del componente artístico no se limita al ámbito estético, sino que abarca el diseño, la creatividad y el pensamiento divergente como elementos esenciales para la innovación en los campos STEM.

En el contexto educativo, el enfoque STEAM se caracteriza por: (1) la resolución de problemas auténticos que requieren la integración de saberes de múltiples disciplinas; (2) el protagonismo estudiantil en los procesos de indagación, diseño y creación; (3) el desarrollo de competencias del siglo XXI (pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación); y (4) la contextualización del aprendizaje mediante proyectos significativos conectados con realidades sociales y profesionales (Valbuena et al., 2024; Quigley et al., 2020; Diego-Mantecón et al., 2021).

Este enfoque se aplica en distintos niveles educativos, desde la educación básica hasta la educación superior, fomentando la resolución de problemas contextualizados**,** la creatividad y el pensamiento lógico y crítico**.** Asimismo, ofrece a docentes y estudiantes un abanico de herramientas que favorecen la apropiación de conocimientos de manera activa y significativa.

Los modelos de enseñanza tradicionales, centrados en la transmisión unidireccional de contenidos descontextualizados, constituyen un obstáculo para el desarrollo de competencias tecnológicas e innovadoras en la educación universitaria (Santillán et al., 2020). En contraste, el enfoque STEAM plantea una ruptura epistemológica y metodológica con dichos modelos, impulsando experiencias de aprendizaje activo, colaborativo y situado. Es esencial diseñar espacios de aprendizaje donde el estudiante se involucre activamente en la construcción del conocimiento, estimulando su creatividad para la resolución de problemas (Casado & Checa, 2020).

El enfoque STEAM surge como una respuesta pedagógica innovadora ante la necesidad de transformar las prácticas educativas tradicionales y adaptarlas a las demandas de la sociedad del conocimiento y los avances tecnológicos (Garnica & Ramos, 2023; Kant et al., 2018). Esta transformación implica no solo la actualización de los contenidos curriculares, sino también una reconceptualización de las relaciones entre disciplinas y entre teoría y práctica.

Los avances tecnológicos actuales están modificando los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. El uso de herramientas digitales, software especializado y recursos interactivos permite visualizar conceptos abstractos, experimentar con modelos dinámicos y explorar relaciones matemáticas de manera intuitiva *(Lu & Kaiser, 2022)*. En este contexto, el enfoque STEAM utiliza

estratégicamente estas tecnologías como mediadoras del aprendizaje, facilitando la conexión entre las representaciones simbólicas y las aplicaciones prácticas en ingeniería.

Santillán et al. (2020) consideran el entorno universitario un espacio idóneo para la aplicación flexible y adaptable del enfoque STEAM, al estar sensibilizado ante la digitalización del conocimiento y la formación de profesionales con capacidades científicas y tecnológicas. De este modo, el enfoque STEAM propicia una convergencia de saberes mediante procedimientos lógicos, innovadores y multidisciplinares.

Matemáticas en el enfoque STEAM: fundamentos, aplicaciones e impacto

La integración de las matemáticas en el enfoque STEAM supone un cambio paradigmático en la concepción de esta disciplina, al pasar de una visión abstracta y descontextualizada a su reconocimiento como herramienta esencial para modelar, analizar y resolver problemas complejos en contextos interdisciplinarios (Silva et al., 2022). En este marco, las matemáticas actúan como lenguaje común que articula la interacción entre ciencia, tecnología, ingeniería y arte.

Fundamentos teóricos de la integración matemática en STEAM

Desde una perspectiva epistemológica, la integración de las matemáticas en proyectos STEAM se basa en la modelización matemática, entendida como la traducción de situaciones reales a representaciones formales, su análisis mediante herramientas matemáticas y la interpretación contextual de los resultados (Lasa et al., 2020; Acendra & Conde, 2024). Este proceso exige identificar variables relevantes, establecer relaciones, formular hipótesis, validar modelos y comunicar hallazgos de manera efectiva.

El enfoque STEAM transforma la experiencia matemática al situar los conceptos en contextos significativos que responden a intereses estudiantiles y problemas reales del ámbito científico, tecnológico o ingenieril (Roys & Pérez, 2018). Esta contextualización promueve una comprensión profunda del valor, origen y aplicabilidad de los conceptos matemáticos.

Aplicaciones matemáticas en proyectos STEAM

En los proyectos STEAM, las matemáticas cumplen múltiples funciones. En el componente científico, permiten analizar datos experimentales y formular modelos predictivos; en tecnología e ingeniería, posibilitan el diseño y la optimización de soluciones; y en el componente artístico, sustentan conceptos como proporción, simetría, patrones y perspectiva (Casado & Checa, 2020).

Ejemplos de aplicación incluyen el diseño de robots (cinemática y ecuaciones), el análisis de fenómenos físicos (funciones y derivadas) y la programación (lógica y matemáticas discretas) (Cardona et al., 2020; Diego et al., 2022). Estas experiencias contextualizadas favorecen aprendizajes significativos frente a la simple memorización de algoritmos.

Impacto en el aprendizaje matemático

Diversas investigaciones reportan impactos positivos del enfoque STEAM: mejora en la comprensión conceptual**,** fortalecimiento del razonamiento matemático de orden superior *(Garnica & Ramos, 2023)* y aumento de la motivación y autoeficacia frente a las matemáticas (Diego et al., 2021; Padilla-Escorcia et al., 2025). Además, fomenta el pensamiento creativo matemático, entendido como la capacidad para generar soluciones originales, flexibles y elaboradas (Lu & Kaiser, 2022; Caratozzolo & Álvarez, 2020).

Desafíos en la implementación

Pese a sus beneficios, la aplicación del enfoque STEAM requiere docentes con dominio disciplinar y competencias de diseño didáctico integrado**,** así como recursos tecnológicos, espacios adecuados y tiempo curricular flexible (Conde & Padilla, 2025).

Pensamiento creativo en educación matemática e ingenieril

La creatividad matemática, definida como la capacidad para generar soluciones originales y flexibles a problemas, constituye una competencia clave en la formación ingenieril contemporánea *(Lu & Kaiser, 2022)*. Leikin y Pitta-Pantazi (2013) identifican tres componentes esenciales: fluidez**,** flexibilidad **y** originalidad, los cuales se desarrollan en contextos STEAM mediante la exploración de estrategias diversas y la integración de múltiples perspectivas.

Aprendizaje colaborativo en contextos STEAM

El aprendizaje colaborativo, sustentado en el socioconstructivismo de Vygotsky (1978)**,** constituye un pilar metodológico del enfoque STEAM. Según Johnson y Johnson (1999)**,** la colaboración efectiva incluye interdependencia positiva, responsabilidad compartida, interacción promotora, habilidades interpersonales y procesamiento grupal reflexivo. En este sentido, los proyectos STEAM potencian tanto el aprendizaje disciplinar como el desarrollo de competencias transversales (comunicación, liderazgo, negociación y resolución de conflictos) fundamentales en la formación profesional (Hernández et al., 2021).

Materiales y métodos

La presente investigación adopta un enfoque metodológico exclusivamente cualitativo, orientado a comprender en profundidad las percepciones, experiencias y significados que los estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos construyen respecto al enfoque STEAM y su relación con el aprendizaje matemático (Hernández & Mendoza, 2018). A diferencia de diseños mixtos que integran componentes cuantitativos y cualitativos, este estudio se centra en la exploración interpretativa de realidades subjetivas, privilegiando la riqueza descriptiva sobre la generalización estadística.

Seguidamente, el diseño de investigación es un diseño de estudio de caso único (Simons, 2011) del estudio de caso se aborda la cualidad de casos específicos. Este estudio de caso permitirá explorar/describir en detalle la implementación del enfoque STEAM en el aprendizaje de matemáticas en un contexto específico de estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos. Este estudio de caso único brindará la oportunidad de recopilar datos detallados sobre las experiencias y perspectivas de los participantes.

La población objetivo de este estudio está compuesta por estudiantes de ingeniería que se encuentren cursando los ciclos propedéuticos en una institución educativa pública, siendo el muestreo intencional para Hernández y Duana (2020) la selección de los participantes mediante criterios establecido por expertos, la muestra estará conformada por un grupo de ocho estudiantes seleccionados de manera intencionada, considerando criterios como su nivel de avance en el programa de estudios y su disposición a participar en la investigación.

Para la recolección de datos se emplearon entrevistas semiestructuradas como técnica principal (Lopezosa, 2020). El guion de entrevista incluyó 15 preguntas abiertas organizadas en cinco dimensiones: (1) caracterización demográfica y académica de los participantes; (2) conocimiento sobre el enfoque STEAM; (3) integración de tecnología y arte en actividades matemáticas; (4) valoración del pensamiento creativo; y (5) percepción sobre la aplicabilidad del enfoque STEAM en ingeniería. Las entrevistas se realizaron individualmente, con una duración promedio de 45 minutos, fueron grabadas en audio previa autorización de los participantes y posteriormente transcritas literalmente para su análisis.

Adicionalmente, se implementó observación participante durante tres sesiones de clase donde se desarrollaron actividades con componentes STEAM, registrándose notas de campo sobre interacciones estudiante-contenido, uso de herramientas tecnológicas y dinámicas colaborativas (Sanjuan, 2019). Sin embargo, el análisis presentado en este artículo se centra en los datos provenientes de las entrevistas, constituyendo las observaciones una fuente complementaria para la triangulación interpretativa.

Para garantizar la validez y confiabilidad de los datos recolectados, se llevarán a cabo estrategias de validación cualitativa, como el análisis de triangulación, donde se comparan y contrastan los diferentes datos obtenidos de las entrevistas (Charres et al., 2018) y las observaciones participantes. Además, se promoverá la reflexividad del investigador, mediante el registro de reflexiones y notas de campo durante el proceso de recolección y análisis de datos.

Considerando lo anterior, la investigación está (enmarcada) en: i) explorar y evaluar la efectividad de la integración del enfoque STEAM en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos; y ii) evidenciar la incidencia del enfoque STEAM en los procesos de aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de ingeniería en los ciclos propedéuticos.

Participantes

La población objetivo estuvo constituida por estudiantes de ingeniería cursando ciclos propedéuticos en una institución universitaria pública de Barranquilla-Atlántico, Colombia, durante el segundo semestre académico de 2023. Se empleó un muestreo intencionado por criterios (Hernández & Mendoza, 2018), seleccionando participantes que cumplieran las siguientes condiciones: (1) estar matriculados en programas de ingeniería mecatrónica, de sistemas o electrónica; (2) haber cursado al menos tres asignaturas del ciclo propedéutico; (3) tener experiencia previa con al menos una actividad integradora con componentes STEAM; y (4) manifestar disponibilidad y consentimiento informado para participar en la investigación.

La muestra final estuvo conformada por 8 estudiantes, distribuidos de la siguiente manera: 6 hombres (75%) y 2 mujeres (25%); 4 estudiantes de ingeniería mecatrónica (50%), 3 de ingeniería de sistemas (37.5%) y 1 de ingeniería electrónica (12.5%). En cuanto a edad, 4 participantes tenían entre 16-20 años (50%), 3 entre 21-25 años (37.5%) y 1 entre 26-30 años (12.5%).

Esta muestra reducida es apropiada para el diseño de estudio de caso único adoptado, donde la profundidad del análisis prevalece sobre la representatividad estadística. El tamaño muestral permitió realizar entrevistas extensas y análisis interpretativos detallados, coherente con los principios de la investigación cualitativa (Simons, 2011).

Contexto de implementación

Los participantes de este estudio pertenecen a una institución que, desde el año 2022, ha incorporado progresivamente elementos del enfoque STEAM en su ciclo propedéutico de ingeniería. Esta incorporación incluye: (1) un curso integrador obligatorio de "Fundamentos de Ingeniería" que emplea proyectos interdisciplinarios; (2) actividades STEAM opcionales en asignaturas de matemáticas, incluyendo proyectos de modelización con software, diseño de algoritmos y robótica educativa; y (3) un semillero de investigación en STEAM abierto a estudiantes de ciclos propedéuticos.

Todos los participantes habían experimentado al menos dos actividades con componentes STEAM durante su formación propedéutica, bien sea como parte de asignaturas obligatorias o mediante participación voluntaria en actividades extracurriculares. Las preguntas de la entrevista les solicitaron reflexionar sobre estas experiencias previas, no sobre actividades diseñadas específicamente para esta investigación. Este diseño permite capturar percepciones genuinas basadas en experiencias reales de aprendizaje, en lugar de evaluaciones de intervenciones experimentales.

Resultados y discusión

Nota metodológica: en el contexto de esta investigación, el término "actividades académicas" se refiere específicamente a las tareas, proyectos y ejercicios desarrollados en asignaturas del ciclo propedéutico de ingeniería, con especial énfasis en aquellas que involucran contenidos matemáticos (Cálculo diferencial, Cálculo Integral, Álgebra Lineal, Física) y asignaturas integradoras (Introducción a la Ingeniería, Proyectos Integradores). Las preguntas de la entrevista solicitaron a los participantes reflexionar sobre experiencias en estas asignaturas durante el último año académico cursado.

Para el análisis, se plantearon inicialmente cinco preguntas dirigidas a caracterizar la muestra.

Posteriormente, se evaluaron aspectos como: 1) componentes de la disciplina, 2) valoración de la creatividad, 3) equilibrio entre teoría y práctica, 4) grado de dificultad percibido y 5) impacto del enfoque STEAM en el aprendizaje.

En la distribución de los estudiantes encuestados según la carrera de ingeniería que cursan, se observa que la mitad de los estudiantes (50%) se encuentran en el programa de ingeniería mecatrónica, mientras que el 25% estudia ingeniería telemática y el otro 25% ingeniería industrial.

Esta composición por especialidades es consistente con las estadísticas nacionales sobre matrícula en educación superior tecnológica. De acuerdo al Ministerio de Educación (2021), a nivel nacional la ingeniería mecatrónica concentraba el 35% de la matrícula en este tipo de programas durante el 2020, seguida por carreras como telemática (15%) e industrial (12%). Si bien la muestra presenta una mayor proporción de estudiantes de mecatrónica, refleja las tendencias de distribución a nivel poblacional.

En síntesis, la muestra de estudiantes encuestados proviene principalmente del programa de ingeniería mecatrónica, lo que es consistente con las estadísticas nacionales que señalan la alta demanda de esta especialidad tecnológica. Los otros perfiles representados (telemática e industrial) también se encuentran entre las principales carreras tecnológicas del país.

Dada la variedad en niveles de formación y especialidades, la muestra es heterogénea. Sin embargo, se observaron respuestas consistentes en cuanto al entendimiento y valoración del enfoque STEAM, especialmente en lo que respecta a la comprensión y aplicación de conocimientos matemáticos en ingeniería.

Percepciones estudiantiles sobre el enfoque STEAM

Para explorar el conocimiento que los estudiantes poseen sobre el enfoque STEAM, se formularon tres preguntas clave: (P1) "¿Qué entiendes por enfoque STEAM?"; (P2) "¿Has participado en actividades o proyectos que integren varias de estas disciplinas?" Describe uno"; y (P3) "¿Cómo crees que el enfoque STEAM se relaciona con tu formación como ingeniero?"

Comprensión conceptual del enfoque STEAM

El análisis de las respuestas a P1 permitió identificar tres niveles de comprensión conceptual:

Nivel 1 - Comprensión enumerativa (37.5%, n=3): Estos estudiantes definen STEAM únicamente como un acrónimo que enumera disciplinas, sin explicar relaciones entre ellas. Ejemplo:

"STEAM es como las siglas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas" (E3, Ing. Sistemas).

Nivel 2 - Comprensión integradora básica (50%, n=4): Identifican STEAM como un enfoque que relaciona disciplinas, aunque con explicaciones generales sobre esa integración. Ejemplo:

"Es un modelo educativo donde se trabaja de forma conjunta con diferentes áreas del conocimiento, como las matemáticas, la tecnología y otras, para resolver problemas" (E5, Ing. Mecatrónica).

Nivel 3 - Comprensión integradora elaborada (12.5%, n=1): Articulan una visión sofisticada del enfoque, explicando propósitos, metodologías o beneficios específicos. Ejemplo:

"STEAM es un enfoque pedagógico que integra ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas de manera interdisciplinaria, buscando que los estudiantes desarrollen pensamiento crítico y creativo para abordar problemas reales aplicando conocimientos de varias áreas simultáneamente" (E7, Ing. Mecatrónica).

Experiencias previas con actividades STEAM

Respecto a P2, todos los participantes (100%) reportaron haber participado en al menos una actividad con características STEAM durante su formación propedéutica, aunque con distintos niveles de estructuración y consciencia sobre el enfoque. Las actividades mencionadas incluyeron:

- Proyectos de robótica educativa (62.5%, n=5): Diseño y programación de robots para resolver desafíos específicos, integrando mecánica, electrónica, programación y matemáticas.

"En robótica tuvimos que diseñar un robot que resolviera un laberinto. Usamos matemáticas para

calcular distancias y ángulos, programación para los sensores, y diseño para la estructura física" (E2, Ing. Mecatrónica).

• Desarrollo de software con aplicaciones científicas (37.5%, n=3): Creación de programas para simular fenómenos físicos o resolver problemas matemáticos.

"Desarrollamos una aplicación en Python que simula movimiento parabólico, donde programamos las ecuaciones matemáticas y creamos una interfaz visual" (E4, Ing. Sistemas).

• Proyectos de diseño ingenieril (25%, n=2): Propuestas de soluciones tecnológicas a problemas identificados.

"Diseñamos un prototipo de sistema de riego automatizado usando sensores y Arduino, calculamos costos, hicimos el diseño 3D y programamos el sistema" (E6, Ing. Electrónica).

Valoración de STEAM para la formación en ingeniería

Al indagar sobre P3, emergieron cuatro categorías principales de valoración:

Aplicación práctica de conocimientos (87.5%, n=7): Los estudiantes destacaron que STEAM facilita comprender la utilidad de conceptos matemáticos abstractos al aplicarlos en proyectos concretos de ingeniería.

"Me ayuda a ver para qué sirven las matemáticas en ingeniería, no solo resolver ejercicios del libro, sino aplicarlas en diseños reales" (E1, Ing. Mecatrónica).

Desarrollo de visión integradora (75%, n=6): Valoraron la capacidad de conectar conocimientos de diferentes asignaturas para abordar problemas complejos.

"Como ingeniero no voy a trabajar solo con matemáticas o solo con programación, necesito integrar todo, y STEAM ayuda a desarrollar esa mentalidad" (E5, Ing. Mecatrónica).

Preparación para retos profesionales (62.5%, n=5): Reconocieron que la metodología STEAM refleja las exigencias del campo profesional ingenieril.

"Los proyectos STEAM son más parecidos a los desafíos reales que vamos a enfrentar trabajando, donde hay que usar varios conocimientos al mismo tiempo" (E8, Ing. Sistemas). Fomento de habilidades blandas (50%, n=4): Identificaron beneficios en competencias como trabajo en equipo, creatividad y comunicación.

"Trabajar en proyectos STEAM obliga a colaborar, a ser creativos, buscando soluciones y a explicar bien las ideas al equipo" (E7, Ing. Mecatrónica).

Estos hallazgos evidencian que, aunque con distintos niveles de elaboración conceptual, los estudiantes reconocen el enfoque STEAM como relevante para su formación ingenieril, especialmente por facilitar la aplicación contextualizada de conocimientos matemáticos y el desarrollo de competencias integradoras.

Integración tecnología y arte para el desarrollo pensamiento creativo

Para evaluar la percepción estudiantil sobre el desarrollo del pensamiento creativo mediante la integración de tecnología y arte, se formularon las siguientes preguntas:

• P4: "¿Sientes que puedes expresar tu creatividad en las clases de matemáticas? ¿De qué manera?"

• P5: "¿Qué herramientas tecnológicas utilizas para resolver problemas matemáticos en tus cursos?"

• P6: "¿Con qué frecuencia integras tecnología con matemáticas en tus actividades académicas?"

• P7: "¿Consideras que el enfoque STEAM ha mejorado tu comprensión de las matemáticas aplicadas a la ingeniería?"

El análisis se organizó en tres dimensiones: (1) autopercepción de creatividad en contextos matemáticos; (2) tipos y frecuencia de uso de herramientas tecnológicas; y (3) valoración del impacto de STEAM en la comprensión matemática.

La encuesta evaluó el grado de creatividad de los estudiantes en el ámbito académico. En cuanto a la autopercepción de creatividad, el 62.5% de los participantes (n=5) manifestó sentir que puede expresar su creatividad en clases de matemáticas cuando las actividades involucran diseño, experimentación o resolución de problemas abiertos. Por ejemplo:

'Cuando nos dejan proyectos donde podemos elegir cómo resolver el problema, ahí sí puedo ser creativo. En ejercicios tradicionales no hay espacio para eso' (E3, Ing. Sistemas).

'Me siento creativo cuando uso software para visualizar funciones matemáticas de diferentes formas o cuando diseño algoritmos para resolver problemas' (E7, Ing. Mecatrónica).

En contraste, el 37.5% (n=3) expresó limitaciones para la creatividad cuando las clases se centran exclusivamente en procedimientos algorítmicos predefinidos:

'En la mayoría de clases de matemáticas solo hay que seguir los pasos del profesor, no hay mucho espacio para proponer otras formas' (E2, Ing. Mecatrónica

En el terreno práctico, los encuestados indicaron que emplean diversos softwares de programación, entre ellos Python, TypeScript, Java Netbeans e Ispsoft, para abordar y resolver los desafíos planteados. Esta inmersión tecnológica no solo les brinda herramientas para solucionar problemas, sino que también refuerza el principio pedagógico de "aprender haciendo", potenciando sus habilidades y competencias.

En el feedback proporcionado, los estudiantes enfatizaron la frecuente integración de herramientas tecnológicas con conceptos matemáticos en sus actividades académicas. Destacaron, en particular, la ingeniería mecatrónica como el área que más recurre a las tecnologías durante la ejecución de tareas y proyectos virtuales.

Adicionalmente, una casi unánime cifra cercana al 100% concuerda en que la adopción del enfoque STEAM ha fortalecido su entendimiento de las matemáticas y su aplicabilidad en la ingeniería. Este consenso reafirma la importancia de un enfoque educativo interdisciplinario y plantea un desafío para los educadores: consolidar y armonizar estas cinco disciplinas en su enseñanza (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de la encuesta a estudiantes de Ingeniería en ciclo propedéutico

Dimensión	Código / Pregunta	Categorías de análisis
DIMENSIÓN 1: Caracterización del participante	P1: Edad P2: Programa de ingeniería	- -
	P3: Semestre actual	-
DIMENSIÓN 2: Conocimiento sobre STEAM	P4: ¿Qué entiendes por enfoque STEAM? P5: ¿Has participado en actividades STEAM? Describe una.	Enumerativa / Integradora básica / Integradora elaborada Robótica / Software científico / Diseño ingenieril / Otras
	P6: ¿Cómo se relaciona STEAM con tu formación como ingeniero?	Aplicación práctica / Visión integradora / Preparación profesional / Habilidades blandas
DIMENSIÓN 3: Integración de tecnología y arte para creatividad	P7: ¿Sientes que puedes expresar creatividad en clases de matemáticas? P8: ¿Qué herramientas tecnológicas usas para matemáticas?	Sí con condiciones / No / Sí en proyectos Software de programación / Herramientas de visualización / Calculadoras simbólicas / Simuladores
	P9: ¿Con qué frecuencia integras tecnología y matemáticas?	Frecuentemente (>3 veces/semana) / Ocasionalmente (1-3 veces/semana) / Raramente (<1 vez/semana)
DIMENSIÓN 4: Impacto de STEAM en aprendizaje matemático	P10: ¿STEAM ha mejorado tu comprensión de matemáticas aplicadas a ingeniería? P11: ¿Qué habilidades matemáticas has desarrollado mediante actividades STEAM?	Sí significativamente / Sí moderadamente / Mínimamente / No Modelización / Visualización / Resolución de problemas / Interpretación
	P12: ¿Qué beneficios identificas del enfoque STEAM para matemáticas?	Contextualización / Motivación / Comprensión / Aplicabilidad
DIMENSIÓN 5: Trabajo colaborativo y perspectivas futuras	P13: ¿Has trabajado en equipo en proyectos STEAM? P14: ¿Qué aporta el trabajo colaborativo en proyectos STEAM?	Sí frecuentemente / Sí ocasionalmente / No Diversidad de perspectivas / Distribución de tareas / Aprendizaje mutuo / Habilidades sociales
	P15: ¿Qué recomendarías para mejorar la enseñanza de matemáticas con STEAM?	Más proyectos / Más tecnología / Más tiempo / Mejor capacitación docente

El panorama actual de la educación global, en el cual encontró inmersos, recalca la necesidad de adap-

tarse a un mundo en constante evolución, donde la confluencia de diversas disciplinas se vuelve primordial. La tabla presentada refuerza esta perspectiva, al evidenciar una sólida comprensión por parte de los estudiantes gracias a la interdisciplinariedad inherente al enfoque STEAM. Al integrar ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas de manera armónica, se consigue no solo solidificar la base teórica de los estudiantes, sino también dotarlos de habilidades y competencias esenciales para anticiparse y responder a desafíos contemporáneos y venideros.

Uno de los pilares fundamentales que emerge de esta discusión es la creatividad. En la educación tradicional, a menudo relegada a un segundo plano o considerada como un aspecto 'complementario', el enfoque STEAM la eleva a un estatus esencial. La creatividad es el motor que impulsa la innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Debe ser vista no solo como una capacidad para generar ideas novedosas, sino también como una herramienta que, cuando se fomenta adecuadamente, permite a los estudiantes visualizar soluciones alternativas, adaptarse a diferentes escenarios y, en última instancia, maximizar su potencial.

Adicionalmente, las voces de los estudiantes resuenan con claridad en cuanto a su deseo de incorporar aún más herramientas tecnológicas en su proceso educativo. Esta no es una mera preferencia generacional, sino un reflejo del mundo en el que viven. La tecnología, en sus múltiples facetas, ha permeado casi todos los aspectos de nuestra sociedad. En este contexto, como bien señalan Castro (2020), la incorporación de tecnología en el ambiente educativo se traduce en una experiencia de aprendizaje ampliada. No se trata solamente de una expansión del contenido académico, sino de ofrecer a los estudiantes una vivencia práctica, donde la teoría se encuentra y se entrelaza con situaciones del mundo real. En definitiva, al fusionar la teoría con la práctica tecnológica, se prepara a los estudiantes para ser agentes activos y capacitados en un mundo digitalmente conectado.

Experiencias de trabajo colaborativo en proyectos STEAM

Para explorar la dimensión colaborativa, se formularon las preguntas P13, P14 y una adicional sobre roles en equipos.

Frecuencia de trabajo colaborativo

El 100% de los participantes reportó haber trabajado en equipo en al menos un proyecto con características STEAM durante su ciclo propedéutico. En cuanto a la frecuencia:

- Frecuentemente (más de cinco proyectos colaborativos): 50% (n=4).
- Ocasionalmente (2-4 proyectos colaborativos): 37.5% (n=3).
- Puntualmente (un proyecto colaborativo): 12.5% (n=1).

"En casi todos los proyectos integradores hemos trabajado en grupos de 3 o 4 estudiantes, porque los desafíos son muy complejos para hacerlos solo" (E5, Ing. Mecatrónica).

Aportes del trabajo colaborativo

Al indagar sobre los beneficios percibidos del trabajo en equipo (P14), emergieron las siguientes categorías:

Diversidad de perspectivas (87.5%, n=7): Los estudiantes valoraron la exposición a diferentes formas de pensar y resolver problemas.

"Cada integrante del equipo ve el problema desde su perspectiva. Uno es mejor en programación, otro en matemáticas, otro en diseño. Juntos encontramos mejores soluciones" (E7, Ing. Mecatrónica).

Distribución eficiente de tareas (75%, n=6): Reconocieron que la colaboración permite distribuir responsabilidades según fortalezas individuales.

"Dividimos el trabajo según las habilidades de cada uno. Esto hace que avancemos más rápido y con mayor calidad" (E4, Ing. Sistemas).

Aprendizaje mutuo (62.5%, n=5): Identificaron que trabajar con pares facilita el aprendizaje de conceptos y procedimientos.

"Cuando un compañero explica cómo hizo algo, a veces entiendo mejor que en clase. Y yo también les enseño lo que sé" (E2, Ing. Mecatrónica).

Desarrollo de habilidades de comunicación (50%, n=4): Notaron mejoras en capacidades para explicar ideas técnicas y negociar decisiones.

"En los proyectos hay que explicar bien las propuestas, defender ideas con argumentos y a veces ceder para llegar a acuerdos" (E8, Ing. Sistemas).

Desafíos del trabajo colaborativo

No obstante, los beneficios, algunos participantes (37.5%, n=3) mencionaron desafíos como la distribución desigual de carga de trabajo, diferencias en niveles de compromiso y dificultades para coordinar horarios. Estos desafíos señalan áreas de mejora en el diseño de experiencias colaborativas STEAM.

El enfoque STEAM, al integrar ciencias, tecnologías, ingeniería, artes y matemáticas, promueve una formación integral que refleja una educación acorde con el siglo XXI. Esta perspectiva interdisciplinaria no solo enriquece el aprendizaje teórico, sino que lo traduce en habilidades prácticas y competencias relevantes para el mundo real. Los hallazgos de este estudio subrayan la relevancia de incorporar tal enfoque en el currículo de ingeniería, no solo como un complemento, sino como una piedra angular en la formación de profesionales innovadores y adaptables.

Uno de los principales descubrimientos es la correlación entre la adopción del enfoque STEAM y el incremento en la capacidad creativa de los estudiantes. La creatividad, históricamente relegada a campos artísticos, ha demostrado ser fundamental en áreas técnicas y científicas, sobre todo cuando enfrentamos problemas complejos y desafíos sin precedentes (Figura 1).



Figura 1. - Caracterización componente trabajo colaborativo

En línea con los hallazgos, podemos reiterar que el trabajo colaborativo se manifiesta como una dinámica en la que los estudiantes, en sinergia, destilan problemas complejos y cocrear soluciones innovadoras.

Dentro de este marco colaborativo, la tecnología se erige como una herramienta inestimable. Más allá de ser un simple facilitador, actúa como un catalizador que fusiona la teoría y la práctica, creando un puente entre la abstracción académica y los desafíos tangibles del mundo exterior. Belsabe et al. (2021) proporciona una perspectiva iluminadora, sugiriendo que la pedagogía STEAM no solo endosa a los estudiantes con habilidades cognitivas, sino que también les otorga una paleta metacognitiva que estimula el pensamiento divergente y creativo. La interacción con herramientas tecnológicas avanzadas, tales como software de vanguardia, no solo enriquece la comprensión conceptual de los estudiantes, sino que también los equipa con habilidades prácticas transferibles, preparándose para navegar y

prosperar en una era digital y laboral que se reinventa constantemente.

En última instancia, es esencial subrayar el entusiasmo y la valoración positiva de los estudiantes hacia esta integración interdisciplinaria. Lo que STEAM propone no es una simple yuxtaposición de disciplinas, sino una experiencia de aprendizaje sinérgica, contextual y enriquecedora. No obstante, para Silvia et al. (2022) es imperativo recordar que la eficacia de este enfoque no es automática. Requiere de una inversión y dedicación genuina por parte de las instituciones, un cuerpo docente capacitado y apasionado, y estudiantes comprometidos. Todo ello con el propósito de asegurar que el aprendizaje STEAM no se fragmente en esfuerzos desconectados, sino que se teja como una tapicería educativa cohesiva, en la que cada hilo fortalezca y complemente a los demás (Figura 2).

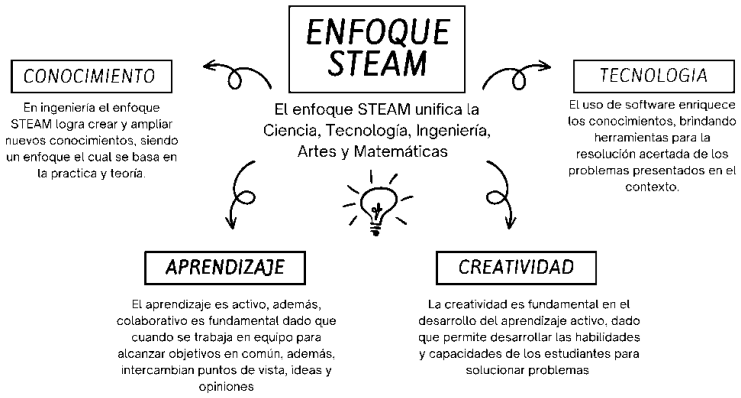


Figura 2. - Caracterización STEAM por mediante de la encuesta realizada

Conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar las percepciones y experiencias de estudiantes de ingeniería en ciclos propedéuticos sobre la integración del enfoque STEAM en el aprendizaje de las matemáticas. Los hallazgos indican niveles diferenciados de comprensión del enfoque, con predominio de una visión integradora básica que reconoce a STEAM como marco de conexión interdisciplinaria. La totalidad de participantes refirió experiencias previas con actividades que incorporaron componentes STEAM, aunque con grados variables de explicitación y estructura.

En cuanto a la tecnología y el arte como catalizadores del pensamiento creativo matemático, los estudiantes reportaron que las herramientas digitales facilitan la visualización, experimentación y aplicación de conceptos matemáticos en contextos ingenieriles. La percepción de creatividad se asoció principalmente a tareas abiertas que admiten diseño y múltiples estrategias de solución; en contraste, se percibió menor espacio creativo en ejercicios algorítmicos cerrados.

Respecto a la aplicabilidad del enfoque en la formación ingenieril, la valoración fue mayoritariamente positiva: se destacaron la contextualización de conceptos abstractos, el fortalecimiento de una visión integradora del conocimiento, la preparación para desafíos profesionales complejos y el desarrollo de competencias colaborativas. En conjunto, estos resultados sugieren que STEAM responde a expectativas estudiantiles de una formación más conectada con problemas auténticos de la práctica.

Contribución del estudio

El trabajo aporta evidencia empírica situada en un nivel poco explorado (ciclos propedéuticos de ingeniería en Colombia). Muestra que, aun con exposición limitada, los estudiantes elaboran valoraciones consistentes sobre beneficios de STEAM (contextualización matemática, creatividad, colaboración), ofreciendo orientaciones concretas para el diseño de intervenciones en educación ingenieril.

Limitaciones

Las principales limitaciones incluyen: (a) n reducido (n = 8), propio del estudio de caso, que restringe la transferibilidad; (b) foco en percepciones autorreportadas, sin triangulación con indicadores de desempeño; (c) ausencia de perspectivas docentes o análisis sistemático de materiales curriculares; y (d) diseño transversal, que no permite observar cambios longitudinales.

Recomendaciones para investigación futura

Se sugiere: (a) diseños longitudinales para seguir la evolución de percepciones y competencias; (b) diseños mixtos y cuasi-experimentales con grupos de comparación para estimar efectos en aprendizaje matemático; (c) ampliación muestral y multi-sitio para contrastar contextos; (d) triangulación con observaciones de clase y producciones estudiantiles; y (e) exploración de la perspectiva docente (retos, recursos, desarrollo profesional).

Implicaciones prácticas

Para fortalecer la formación matemática en ciclos propedéuticos, los resultados sugieren: (a) proyectos integradores auténticos que articulen matemáticas con situaciones ingenieriles; (b) infraestructura tecnológica y capacitación docente orientada a usos pedagógicos; (c) estructuración del trabajo colaborativo con roles y rúbricas de contribución; (d) evaluación auténtica que valore creatividad, modelización y comunicación técnica; y (e) tiempos curriculares suficientes para proyectos con iteraciones de diseño.

Síntesis final. Este estudio evidencia que los estudiantes en ciclos propedéuticos perciben el enfoque STEAM como valioso para la comprensión y aplicabilidad de las matemáticas y para el desarrollo de competencias integradoras. Si bien se requieren implementaciones sistemáticas y rigurosas, los hallazgos apuntan a que STEAM puede contribuir de manera significativa a la calidad de la formación matemática en ingeniería, especialmente cuando se privilegian tareas abiertas, contextualizadas y colaborativas.

Reseña de los autores:

Robinson Junior Conde-Carmona: Licenciado en matemáticas, especialista en métodos numéricos aplicados, estudiante de especialización en analítica de datos, Doctor en educación Matemática. Es investigar Senior, categorizado por MinCiencias, Docente e Investigador de la Universidad del Atlántico, adscrito al grupo de Investigación GIMED. Correo electrónico: Rjconde@mail.uniatlantico.edu.co

Ellery Gregorio Chacuto López: Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas por la Universidad del Magdalena, con especialización y maestría en Matemáticas en la Universidad del Norte, y Doctor en Educación Matemática por la Universidad Antonio Nariño. Actualmente es docente de planta en la Universidad del Magdalena, con más de veinte años de experiencia en la enseñanza. Correo electrónico: echacuto@unimagdalena.edu.co

María Fernanda Chiquillo Valera: Estudiante de Licenciatura en Matemática de la Universidad del Atlántico. Correo electrónico: mfchiquillo@mail.uniatlantico.edu.co

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.

Referencias Bibliográficas

Acendra Pertuz, J. M., & Conde Carmona, R. J. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: Una revisión documental. Praxis, 20(2), 351-370. https://doi.org/10.21676/23897856.5783

Belbase, S., Mainali, B., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2021). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: Prospects, priorities, processes, and problems. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 53(11), 2919-2955. https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943

Caratozzolo, P., & Álvarez, Á. (2020). Desarrollo de pensamiento creativo en ingeniería usando el enfoque STEAM. En Memorias del Congreso Internacional de Innovación Educativa (CIIE 2019) (pp. 348-354). Tendencias Educativas.

Cardona, M., Arias, V., Trujillo, C., & Carmona, J. (2020). Divulgación de la ingeniería en estudiantes de secundaria por medio del diseño ingenieril y la educación maker: Una experiencia de campamento bajo el enfoque de educación STEAM (3.ª ed., Vol. 2). Instituto Antioqueño de Investigación.

Casado, R., & Checa, M. (2020). Robótica y proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de educación primaria. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 58, 51-69. https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672

Castro, A., López, J., & García, M. (2020). El aprendizaje activo y sus beneficios en el desarrollo de competencias. Revista de Educación, 12(4), 87-102. https://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/1242/1427

Charres, H., Villalaz, J., & Martínez, J. (2018). Triangulación: Una herramienta para las investigaciones en las ciencias administrativas y contables. Revista FAECO Sapiens, 1(1). https://portal.amelica.org/ameli/journal/221/2211026002/html/Conde-Carmona, R. J. (2025). La integración del enfoque STEAM en la enseñanza de la estadística para estudiantes de Ciencias Económicas y Administración. En Contexto, 13(24), 67-95. https://doi.org/10.53995/23463279.1808

Conde-Carmona, R. J., & Padilla-Escorcia, I. A. (2025). La inteligencia artificial en educación matemática: Percepciones de futuros docentes sobre expectativas, prácticas y desafíos. Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación, 16(2), 1-26. https://doi.org/10.18175/VyS16.2.2025.1

Conde-Carmona, R. J., & Bolívar, N. (2023). Modelo didáctico para la formación docente en pensamiento matemático, tecnológico y pedagógico en el marco de la resolución de problemas y la planificación. Revista de Gestão e Secretariado, 14(12), 21796-21817. https://doi.org/10.7769/gesec.v14i12.3186

Diego, J., Arcera, Ó., Blanco, T. F., & Lavicza, Z. (2019a). An engineering technology problem-solving approach for modifying student mathematics-related beliefs: Building a robot to solve a Rubik's cube. International Journal for Technology in Mathematics Education, 26(2), 55-64. https://www.researchgate.net/publication/335106090_An_Engineering_Technology_Problem-Solving_Approach_for_Modifying_Student_Mathematics-

Related_Beliefs_Building_a_Robot_to_Solve_a_Rubik%27s_Cube

Diego-Mantecón, J. M., Arcera, Ó., Blanco, T. F., & Lavicza, Z. (2021). An engineering technology problem-solving approach for modifying student mathematics-related beliefs: Building a robot to solve a Rubik's cube. International Journal of Technology and Design Education, 32(4), 1869-1893. https://doi.org/10.1007/s10798-021-09672-3

Garnica, A., & Ramos, D. X. (2023). Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas. Revista Científica Ciencia y Tecnología, 23(39), 16-31. https://doi.org/10.47189/rcct.v23i39.595

Greca, I. (2018). La enseñanza STEAM en la educación primaria. En I. M. Greca & J. A. Meneses (Coords.), Proyectos STEAM para la educación primaria: Fundamentos y aplicaciones prácticas (pp. 19-39). Dextra Ediciones. Hernández, J., Villota, C., & Jiménez, J. (2021). Metodología lúdica para la enseñanza de la ingeniería de requisitos basada en esquemas preconceptuales. Revista EIA, 18(35), 1-15. https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1394

Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 9(17), 51-53. https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (1.ª ed.). McGraw-Hill Education. https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning (5th ed.). Allyn & Bacon. https://www.researchgate.net/publication/284470831_Learning_Together_and_Alone

Kant, J., Burckhard, S., & Meyers, R. (2018). Engaging high school girls in Native American culturally responsive STEAM activities. Journal of STEM Education: Innovations and Research, 18(5), 15-25. https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/download/2210/2062/7283

Lasa, A., Abaurrea, J., & Iribas, H. (2020). Mathematical content on STEM activities. Journal on Mathematics Education, 11(3), 333-346. https://doi.org/10.22342/jme.11.3.11327.333-346

Leikin, R., & Pitta-Pantazi, D. (2013). Creativity and mathematics education: The state of the art. ZDM Mathematics Education, 45(2), 159-166. https://doi.org/10.1007/s11858-012-0459-1

Lopezosa, C. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: Pasos para un análisis cualitativo eficaz. En C. Lopezosa, J. Díaz-Noci, & L. Codina (Eds.), Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social (n.º 1, pp. 88-97).

Lu, X., & Kaiser, G. (2022). Creativity in students' modelling competencies: Conceptualisation and measurement. Educational Studies in Mathematics, 109(2), 287-311. https://doi.org/10.1007/s10649-021-10055-yMaeda, J. (2013). STEM + art = STEAM. The STEAM Journal, 1(1), 1-3. https://doi.org/10.5642/steam.201301.34

Méndez-Parra, C., & Conde-Carmona, R. J. (2025). Integración de STEAM y la realidad aumentada en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 74, 69-92. https://doi.org/10.35575/rvucn.n74a4

Padilla-Escorcia, I. A., Conde-Carmona, R. J., Valbuena-Duarte, S., & Berrio-Valbuena, J. D. (2025). Conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPACK) de profesores de matemáticas en formación inicial de Barranquilla, Colombia. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 15(2), 233-250. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10327413.pdf

Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2020). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. School Science and Mathematics, 117(1-2), 1-12. https://doi.org/10.1111/ssm.12201

Roys, J., & Pérez, Á. (2018). Estrategias de aprendizaje significativo en estudiantes de educación superior y su asociación con logros académicos. Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID, 19), 1-19. https://doi.org/10.17561/reid.v0i19.3570

Sanjuan, L. (2019). La observación participante. Oberta UOC Publishing. https://www.studocu.com/ca-es/document/universitat-oberta-de-catalunya/metodos-de-investigacion-cuantitativa/la-observacion-participante/23470673

Santillán, J., Jaramillo, E., Santos, R., & Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. Polo del Conocimiento: Revista Científico– Profesional, 5(8), 467-492. https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599

Silva, M., Rodrigues, J., & Alsina, Á. (2022). Conectando matemáticas e ingeniería a través de la estadística: Una actividad STEAM en educación primaria. Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas, 5(1), 9-31. https://doi.org/10.5377/recsp.v5i1.15118

Simons, H. (2011). El estudio de caso: Teoría y práctica. Morata. Valbuena-Duarte, S., Márquez-Herrera, L., Conde-Carmona, R., & Chiquillo-Varela, M. F. (2024). Enfoque STEAM y modelo TPACK en los métodos numéricos aplicados con software. Tecnura, 28(82), 27-47. https://doi.org/10.14483/22487638.22481

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctvjf9vz4

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. Journal of the Korean Association for Science Education, 32(6), 1072-1086. https://www.researchgate.net/publication/263634773_Exploring_the_Exemplary_STEAM_Education_in_the_US_as_a_Practical_Educational_Framework_for_Korea