



La educación STEM como método pedagógico para el desarrollo de habilidades en los estudiantes

STEM education as a pedagogical method for developing skills in students

A educação STEM como método pedagógico para o desenvolvimento de competências nos alunos

Mónica Angela Serrano-Córdova ^I

moniquitaserrano15@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-2947-0289>

Diego Estuardo Arias-Pozo ^{II}

diego.arias25@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-8922-0918>

Germania Verónica Jiménez-Chafla ^{III}

vj3127690@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-7140-1088>

Nelly Carmita Díaz-Unapucha ^{IV}

nellycar82@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4881-9604>

Gladys del Rosario Medina-Cadena ^V

llallis1979@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-2251-7371>

Luz Ana Salas-Molina ^{VI}

anasalasmolina79@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5381-5012>

Correspondencia: moniquitaserrano15@gmail.com

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 22 septiembre de 2025 * **Aceptado:** 17 de octubre de 2025 * **Publicado:** 10 de noviembre de 2025

- I. Magíster en Lingüística mención Lengua y Literatura, Unidad Educativa Leopoldo Navas, Salcedo, Ecuador.
- II. Ingeniero Mecánico, Unidad Educativa Ramón Barba Naranjo, Salcedo, Ecuador.
- III. Licencia en Educación Básica, Unidad Educativa Federico González Suárez. Salcedo, Ecuador.
- IV. Magíster en Educación Básica, Unidad Educativa Gabriel Urbina, Píllaro, Ecuador.
- V. Magíster en Educación Básica, Unidad Educativa Gabriel Urbina, Píllaro, Ecuador.
- VI. Magíster en Educación Básica, Unidad Educativa Gabriel Urbina, Ambato, Ecuador.

Resumen

La acelerada transformación tecnológica y la complejidad de los entornos sociales y productivos demandan modelos pedagógicos que superen la memorización y desarrollen competencias transferibles. En este marco, la educación STEM integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para promover pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas reales. El objetivo fue analizar la educación STEM como método pedagógico para el desarrollo de habilidades en los estudiantes, identificando fundamentos, estrategias didácticas e implicaciones de equidad. La investigación tuvo un enfoque cualitativo de revisión de seis documentos indexados en Scopus y Web of Science (2018–2025). Se aplicó análisis de contenido con codificación temática para organizar evidencias en categorías: liderazgo, metodologías activas, tecnología/IA, motivación y equidad. Emergen tres palancas complementarias: (i) liderazgo docente y organizacional distribuido que sostiene la integración curricular; (ii) metodologías activas especialmente Active Flipped Learning que incrementan compromiso, autorregulación y comprensión conceptual; (iii) uso pedagógico de IA con actitudes favorables, pero brechas de autoeficacia que requieren formación y marcos éticos. Factores socioculturales (género, nacionalidad, capital educativo familiar) influyen en el interés por trayectorias STEM, y las alianzas escuela–comunidad fortalecen inclusión y permanencia. La educación STEM se confirma como un modelo pedagógico integral capaz de desarrollar habilidades del siglo XXI cuando converge con liderazgo distribuido, metodologías activas, integración tecnológica responsable y políticas de equidad. Se recomienda profundizar con estudios longitudinales y comparativos que evalúen impactos en distintos niveles educativos y contextos.

Palabras Clave: STEM; aprendizaje; liderazgo docente; innovación; equidad educativa.

Abstract

The rapid pace of technological transformation and the complexity of social and productive environments demand pedagogical models that move beyond memorization and develop transferable skills. Within this framework, STEM education integrates science, technology, engineering, and mathematics to promote critical thinking, creativity, and real-world problem-solving. The objective was to analyze STEM education as a pedagogical method for developing students' skills, identifying its foundations, teaching strategies, and equity implications. The research employed a qualitative approach, reviewing six documents indexed in Scopus and Web

of Science (2018–2025). Content analysis with thematic coding was applied to organize evidence into categories: leadership, active methodologies, technology/AI, motivation, and equity. Three complementary levers emerged: (i) distributed teacher and organizational leadership that supports curricular integration; (ii) active methodologies, especially Active Flipped Learning, that increase engagement, self-regulation, and conceptual understanding; (iii) Pedagogical use of AI with favorable attitudes, but self-efficacy gaps that require training and ethical frameworks. Sociocultural factors (gender, nationality, family educational capital) influence interest in STEM pathways, and school-community partnerships strengthen inclusion and retention. STEM education is confirmed as a comprehensive pedagogical model capable of developing 21st-century skills when it converges with distributed leadership, active methodologies, responsible technological integration, and equity policies. Further longitudinal and comparative studies are recommended to evaluate impacts at different educational levels and contexts.

Keywords: STEM; learning; teacher leadership; innovation; educational equity.

Resumo

O ritmo acelerado da transformação tecnológica e a complexidade dos ambientes sociais e produtivos exigem modelos pedagógicos que vão além da memorização e desenvolvam competências transferíveis. Neste contexto, a educação STEM integra a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática para promover o pensamento crítico, a criatividade e a resolução de problemas do mundo real. O objetivo foi analisar a educação STEM como um método pedagógico para o desenvolvimento de competências dos alunos, identificando os seus fundamentos, estratégias de ensino e implicações para a equidade. A pesquisa empregou uma abordagem qualitativa, revendo seis documentos indexados no Scopus e na Web of Science (2018–2025). A análise de conteúdo com codificação temática foi aplicada para organizar a evidência em categorias: liderança, metodologias ativas, tecnologia/IA, motivação e equidade. Surgiram três alavancas complementares: (i) liderança distribuída dos professores e das organizações que apoia a integração curricular; (ii) metodologias ativas, especialmente a Aprendizagem Invertida Ativa, que aumentam o envolvimento, a autorregulação e a compreensão conceptual; (iii) utilização pedagógica da IA com atitudes favoráveis, mas com lacunas de autoeficácia que exigem formação e referenciais éticos. Os fatores socioculturais (género, nacionalidade, capital educativo familiar) influenciam o interesse pelas trajetórias STEM, e as parcerias entre a escola e a comunidade

fortalecem a inclusão e a retenção. A educação STEM confirma-se como um modelo pedagógico abrangente, capaz de desenvolver competências do século XXI quando converge com a liderança distribuída, metodologias ativas, integração tecnológica responsável e políticas de equidade. Recomenda-se a realização de mais estudos longitudinais e comparativos para avaliar os impactos nos diferentes níveis e contextos educativos.

Palavras-chave: STEM; aprendizagem; liderança docente; inovação; equidade educativa.

Introducción

La educación contemporánea enfrenta el reto de adaptarse a un mundo caracterizado por la acelerada transformación tecnológica, la globalización y la constante generación de nuevos conocimientos (Quaisley et al., 2024). Los sistemas educativos tradicionales, centrados en la repetición y la memorización de contenidos, resultan insuficientes para responder a las demandas de una sociedad que requiere estudiantes capaces de analizar, crear, resolver problemas y adaptarse a contextos cambiantes. Esta realidad evidencia una brecha entre la formación que se ofrece en las aulas y las competencias que exigen los entornos laborales y científicos actuales (Tătar et al., 2023). Ante este panorama, surge la necesidad de implementar metodologías pedagógicas innovadoras que promuevan un aprendizaje activo, interdisciplinario y orientado al desarrollo de habilidades. En este contexto, la educación STEM basada en la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas se presenta como una alternativa para transformar las prácticas educativas. Su propósito es fomentar el pensamiento crítico, la creatividad, la curiosidad científica y la capacidad de aplicar el conocimiento en la solución de problemas reales (Davidesco, 2020).

No obstante, la incorporación de este enfoque en los centros educativos aún enfrenta limitaciones importantes. Entre ellas se encuentran la falta de capacitación docente, la escasez de recursos tecnológicos y la resistencia a modificar los métodos tradicionales de enseñanza. Estas barreras dificultan la aplicación efectiva de la educación STEM, especialmente en contextos donde las condiciones institucionales no favorecen la innovación pedagógica (Murphy, 2022).

El estudio de Stevenson & Thompson (2024) analizó el papel del liderazgo docente en la implementación de la educación STEM integrada, enfatizando las características que los líderes deben poseer para guiar eficazmente estos programas en contextos escolares. A través de entrevistas con docentes líderes en Australia, se identificó que el conocimiento disciplinar, la creación de recursos pedagógicos y la capacidad de adaptar estrategias al contexto institucional son

factores esenciales para fortalecer la enseñanza interdisciplinaria. Los resultados demostraron que la formación de líderes docentes con competencias específicas en integración STEM contribuye a una mejor articulación entre las áreas científicas y tecnológicas, promoviendo aprendizajes más significativos y colaborativos entre los estudiantes.

Por su parte, Murphy (2023) exploró las prácticas de liderazgo que contribuyen al éxito de la educación STEM en tres escuelas rurales australianas. Su investigación cualitativa identificó cinco prácticas clave: el aprovechamiento de relaciones comunitarias, la utilización de recursos locales para enriquecer el aprendizaje, el empoderamiento del personal docente, la promoción del valor de la educación STEM y el fortalecimiento de las trayectorias académicas en dichas áreas. El estudio demostró que el liderazgo pedagógico, cuando se adapta a las condiciones locales y se basa en una visión compartida, puede superar las limitaciones estructurales del entorno rural y fomentar una cultura de innovación y equidad educativa.

De igual forma, Sellami et al. (2023) abordaron las actitudes e intereses de los estudiantes hacia la educación STEM en Qatar, desde la perspectiva de la teoría social cognitiva. Mediante una encuesta aplicada a 425 estudiantes de escuelas públicas, identificaron que factores como el género, la nacionalidad y el nivel educativo de los padres influyen en el interés por las carreras STEM. Los resultados resaltan la necesidad de estrategias pedagógicas que fortalezcan la motivación intrínseca y extrínseca, promoviendo el interés en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas como áreas de desarrollo sostenible y de preparación para una economía basada en el conocimiento.

Para complementar, Fakayode et al. (2019) desarrollaron un estudio institucional orientado a la transformación de los departamentos STEM en la Universidad de Arkansas-Fort Smith, con el propósito de promover la inclusión, la diversidad y la sostenibilidad educativa. La investigación destacó que la participación equitativa en la educación STEM depende no solo de la preparación académica, sino también de factores estructurales como la desigualdad socioeconómica, la falta de diversidad docente y la escasa conciencia cultural dentro de las instituciones. Los autores propusieron un modelo de cambio sistémico basado en la innovación curricular, la capacitación profesional del profesorado, la colaboración con escuelas K-12 y la creación de alianzas entre sectores públicos y privados.

En primer lugar, en el marco teórico de la investigación se evidencia la Teoría del Aprendizaje Constructivista de Piaget (1981) plantea que el conocimiento no se transmite de manera pasiva, sino que se construye activamente a partir de la interacción entre la experiencia, la reflexión y la

resolución de problemas. Desde esta perspectiva, el rol del docente se transforma en el de mediador del aprendizaje, facilitando experiencias que estimulen el pensamiento lógico y la comprensión conceptual. En la educación STEM, esta teoría se traduce en el uso de proyectos experimentales, laboratorios y desafíos prácticos que impulsan la autonomía y el razonamiento científico de los estudiantes (Castilla-Gutiérrez et al., 2021).

Por su parte, la Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb Herrera Tinizaray et al. (2023) sostiene que el aprendizaje es un proceso cíclico basado en la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Este modelo respalda el principio de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan en situaciones reales que les permiten aplicar lo aprendido. En el marco STEM, dicha teoría fundamenta el uso de metodologías basadas en proyectos y aprendizaje por indagación, promoviendo la adquisición de habilidades prácticas y la transferencia del conocimiento a contextos reales.

Asimismo, la Teoría Cognitiva Social de Bandura (1986) aporta un enfoque explicativo sobre la influencia recíproca entre los factores personales, conductuales y ambientales en el proceso de aprendizaje. En este sentido, la autoeficacia y la motivación intrínseca son determinantes para que los estudiantes se involucren activamente en la resolución de problemas científicos y tecnológicos. El aprendizaje colaborativo y el modelamiento docente son, por tanto, herramientas esenciales para fortalecer la confianza y la persistencia en áreas STEM, especialmente en contextos donde existe brecha de género o desigualdad de oportunidades.

Esta investigación aporta al campo educativo al proponer la educación STEM como un método pedagógico integral que no solo articula disciplinas, sino que potencia el desarrollo de habilidades fundamentales para el siglo XXI. Entre ellas se destacan el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación efectiva y la alfabetización tecnológica. El estudio pretende evidenciar que el enfoque STEM puede convertirse en una vía eficaz para transformar las prácticas de enseñanza tradicionales en procesos activos, dinámicos y orientados a la innovación. Además, el trabajo busca fortalecer la comprensión sobre cómo los modelos pedagógicos interdisciplinarios influyen en la formación de competencias científicas y tecnológicas, y cómo su implementación puede contribuir a la equidad educativa. Al analizar experiencias previas y adaptarlas al contexto local, la investigación ofrece una guía práctica para docentes y gestores educativos interesados en incorporar metodologías STEM de forma sostenible.

En síntesis, el aporte principal radica en demostrar que la educación STEM trasciende el aprendizaje de contenidos científicos, al convertirse en una estrategia pedagógica para formar ciudadanos críticos, innovadores y socialmente responsables, capaces de enfrentar los retos de la sociedad contemporánea y contribuir al desarrollo sostenible desde la ciencia y la tecnología.

El estudio de la educación STEM reviste una importancia significativa en el contexto educativo actual, pues responde a la necesidad de formar estudiantes capaces de desenvolverse en entornos marcados por la innovación científica, el avance tecnológico y la resolución de problemas complejos. En un mundo donde el conocimiento evoluciona a gran velocidad, las instituciones educativas tienen el desafío de desarrollar en sus estudiantes competencias que trasciendan el dominio teórico, promoviendo habilidades analíticas, creativas y de colaboración que permitan comprender y transformar su realidad.

El objetivo de esta investigación fue analizar la educación STEM como método pedagógico para el desarrollo de habilidades en los estudiantes, desde un enfoque cualitativo y bibliográfico, a fin de identificar sus fundamentos teóricos, principios didácticos y aportes al fortalecimiento de competencias científicas, tecnológicas y cognitivas.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, ya que busca comprender e interpretar los significados y fundamentos conceptuales que sustentan la educación STEM como estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades en los estudiantes. Este enfoque permite analizar la realidad educativa desde una perspectiva interpretativa, priorizando la comprensión profunda sobre la medición numérica (Strauss. A & Corbin, 2002).

En cuanto a su tipo, se trata de un estudio bibliográfico y documental, sustentado en la revisión, análisis y síntesis de información proveniente de fuentes científicas y académicas actualizadas. El objetivo fue examinar las contribuciones teóricas y empíricas de investigaciones previas sobre la implementación de la educación STEM en contextos educativos diversos, con el propósito de identificar sus fundamentos, beneficios y desafíos (Scribano, 2007).

La población de estudio estuvo conformada por seis documentos científicos seleccionados de las bases de datos Scopus y Web of Science, correspondientes al periodo comprendido entre los años 2018 y 2025. Dichos documentos incluyen artículos académicos y revisiones especializadas que abordan la educación STEM desde una perspectiva pedagógica, metodológica o institucional. La

selección de esta población permitió reunir evidencia actual y relevante sobre las tendencias internacionales en la aplicación del enfoque STEM en distintos niveles educativos.

Las unidades de análisis fueron las investigaciones científicas que exploran la educación STEM como un método pedagógico orientado al desarrollo de habilidades en los estudiantes, tanto en contextos escolares como universitarios. Se priorizaron los estudios que aportan resultados concretos sobre el impacto de las metodologías activas, el liderazgo docente, las actitudes estudiantiles, la equidad de género y las estrategias inclusivas dentro del marco STEM.

Cada documento fue examinado de acuerdo con su enfoque teórico, diseño metodológico y hallazgos principales, lo que permitió establecer comparaciones y patrones comunes que fortalecen la comprensión del fenómeno educativo desde una perspectiva cualitativa y bibliográfica.

Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la rigurosidad de la revisión, se establecieron los siguientes **criterios de inclusión**:

- Publicaciones entre los años 2019 y 2025, con el fin de asegurar la actualidad del contenido.
- Artículos revisados por pares y con acceso completo al texto.
- Investigaciones en idioma inglés o español que aborden directamente la educación STEM desde enfoques pedagógicos, teóricos o aplicados.
- Estudios que analicen el impacto de la educación STEM en el desarrollo de habilidades cognitivas, científicas, tecnológicas o sociales en estudiantes.

Por otro lado, los **criterios de exclusión** consideraron:

- Fuentes sin respaldo académico o sin proceso de revisión científica.
- Documentos centrados exclusivamente en innovación tecnológica sin relación educativa.
- Publicaciones duplicadas o de carácter divulgativo que no aporten evidencia analítica o metodológica al tema de estudio.

El procesamiento de la información se realizó mediante una lectura crítica, interpretativa y comparativa de las fuentes seleccionadas. En una primera fase, se clasificaron los documentos según su tipo (teórico, empírico o mixto) y su nivel educativo de aplicación. En una segunda fase, se identificaron las categorías emergentes vinculadas con la metodología STEM, el desarrollo de habilidades, la formación docente y la equidad educativa.

Posteriormente, se efectuó un análisis de contenido para establecer las convergencias y divergencias entre los estudios revisados, con el propósito de construir una visión integradora del

fenómeno. Este proceso permitió extraer patrones conceptuales, identificar tendencias y sintetizar los aportes más relevantes al campo pedagógico.

Finalmente, la información se organizó en matrices de análisis que facilitaron la interpretación cualitativa y la redacción de los resultados, asegurando coherencia entre los objetivos, la teoría y los hallazgos bibliográficos.

Resultados

El análisis cualitativo y bibliográfico de los documentos seleccionados permitió identificar un conjunto de patrones conceptuales, tendencias metodológicas y aportes pedagógicos que reflejan la evolución reciente de la educación STEM como enfoque transformador de la práctica docente. Los estudios analizados, provenientes de contextos educativos diversos Australia, Qatar y Estados Unidos, evidencian una convergencia en torno a tres dimensiones clave: el liderazgo docente y organizacional, la motivación y participación estudiantil, y las metodologías activas apoyadas en tecnología.

En primer lugar, el estudio cuantitativo de Al Darayseh & Mersin (2025) sobre integración de IA generativa con base en un TAM ampliado (n=448 docentes de ciencias y matemáticas) muestra actitudes mayoritariamente favorables hacia la adopción de IA en el aula. Se identifican diferencias por género: los docentes hombres reportan mayor autoeficacia y percepción de facilidad de uso que sus pares mujeres, mientras que no se observan diferencias significativas por edad, experiencia o nivel académico en otras dimensiones (estrés/ansiedad, beneficios esperados, actitud, intención conductual). El trabajo concluye que, aunque la disposición general es positiva, se requieren intervenciones formativas focalizadas para cerrar brechas de autoeficacia y facilitar el uso, especialmente en mujeres docentes.

En segundo lugar, el estudio cualitativo de Stevenson & Thompson (2024) sobre liderazgo docente para iSTEM identifica que los líderes efectivos combinan conocimientos disciplinares múltiples, comprensión de conexiones entre disciplinas y capacidad de crear/curar recursos de enseñanza iSTEM, además de ajustar su acción a necesidades contextuales del centro escolar. Estas características definidas como lo que el líder debe “saber” y “hacer” surgen de entrevistas semiestructuradas a docentes que implementan y lideran iSTEM, y se proponen como insumos para diseñar programas de desarrollo profesional y para orientar a direcciones escolares que buscan consolidar enfoques integrados.

La investigación de casos de Murphy (2023) en escuelas rurales de alto desempeño STEM identifica cinco prácticas de liderazgo asociadas al éxito: (1) aprovechar relaciones comunitarias, (2) utilizar recursos locales para enriquecer experiencias, (3) empoderar al profesorado STEM, (4) promover el valor de STEM en la comunidad educativa y (5) sostener itinerarios formativos (pathways) hacia asignaturas y carreras STEM. Estas prácticas permitieron gestionar limitaciones comunes de lo rural (reclutamiento docente, PD de calidad, recursos) y nutrir aspiraciones estudiantiles mediante orientación temprana y pipelines desde cursos inferiores, incluso cuando la oferta avanzada debió impartirse en grupos multigrado o en línea. El estudio subraya que anclar STEM en el entorno y tejido productivo local (industrias, territorio, grupos comunitarios) es un rasgo distintivo y transferible del liderazgo efectivo en estos contextos.

El marco teórico-analítico de Natarajan et al. (2021) propone que dirigir STEM integrado exige superar la organización escolar por departamentos y construir comunidades interdisciplinarias donde el liderazgo distribuido fortalezca la agencia docente, la identidad profesional “STEM” y el sentido de pertenencia. Estas tres palancas—agencia, identidad y comunidad—se plantean como condiciones para planificar, ejecutar y sostener programas iSTEM, dada la naturaleza “borrosa” de fronteras disciplinares y las tensiones estructurales (tiempos, coordinación interdepartamental, criterios de evaluación).

El estudio en Qatar realizado por Sellami et al. (2023) y guiado por teoría cognitiva social encuentra que género, nacionalidad y educación/ocupación parental predicen el interés por estudios y carreras STEM. En términos agregados, los varones muestran mayor interés por matemáticas, mientras que en ciencia y tecnología no se evidencian diferencias de género significativas; además, los no-qataríes reportan mayor interés promedio en las tres áreas. El trabajo subraya implicaciones para políticas y prácticas que motiven trayectorias STEM desde secundaria.

También, para Yan et al. (2024) el modelo Active Flipped Learning (AFL) que combina actividades previas con vídeo-contenido y aprendizaje activo en clase, más seguimiento con ELI (Engaged Learning Index) y MSLQ muestra mejoras en compromiso, motivación y estrategias de aprendizaje en Ingeniería, Física y Cálculo con una cohorte longitudinal (2016–2018; n=103; mayoría estudiantes afroamericanos). El AFL se perfila eficaz para profundizar comprensión, elevar participación y personalizar apoyos vía toma de decisiones basada en datos; los análisis (ANOVA/correlaciones) reportan efectos positivos sostenidos y transferibles a otros contextos.

A través de la lectura interpretativa, en la Tabla N° 1 se establecieron relaciones entre los enfoques teóricos, los métodos aplicados y los hallazgos empíricos, lo que permitió reconocer tendencias comunes que fortalecen la implementación del modelo STEM en la enseñanza de ciencias, matemáticas, ingeniería y tecnología. Este proceso permitió extraer patrones conceptuales, identificar tendencias y sintetizar los aportes más relevantes al campo pedagógico, como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla N° 1: Síntesis interpretativa

Patrón conceptual	Tendencia observada	Aportes pedagógicos clave	Implicaciones para la práctica docente	Recomendaciones
Liderazgo docente STEM	Distribución del liderazgo y creación de comunidades interdisciplinarias	Fomenta la agencia, identidad profesional y colaboración docente	Mejora la coordinación curricular y la sostenibilidad de proyectos integrados	Promover equipos iSTEM y espacios de co-diseño entre docentes
Integración curricular interdisciplinaria	Aplicación de proyectos auténticos con enfoque en problemas reales	Facilita el aprendizaje significativo y contextualizado	Incrementa la participación activa y el razonamiento científico	Diseñar unidades didácticas por retos y promover la evaluación formativa
Enfoques activos e invertidos	Adopción del modelo <i>Active Flipped Learning</i> (AFL)	Incrementa la motivación, la autorregulación y la comprensión conceptual	Fortalece el compromiso y la autonomía estudiantil	Combinar microcontenidos previos con resolución colaborativa en clase
Uso pedagógico de la IA generativa	Actitudes favorables con diferencias de autoeficacia según género	Favorece la personalización del aprendizaje y el diseño de tareas creativas	Amplía los recursos didácticos y fomenta la reflexión ética	Desarrollar programas de formación docente sobre uso responsable de IA
Motivación y contexto sociocultural	Influencia de género, nacionalidad y nivel educativo familiar en el interés por STEM	Reconoce factores extrínsecos e intrínsecos que determinan la	Facilita el diseño de estrategias inclusivas y equitativas	Implementar mentorías, orientación vocacional y modelos de rol

		elección de carrera		
Inclusión y equidad STEM	Políticas y alianzas escuela–comunidad impulsan participación sostenida	Reduce brechas de acceso y permanencia educativa	Fomenta la justicia educativa y la participación de grupos subrepresentados	Crear programas de tutoría, becas y redes de apoyo académico
Desarrollo profesional docente	Formación situada, continua y colaborativa	Mejora la competencia interdisciplinaria y el liderazgo pedagógico	Sostiene la innovación educativa en el tiempo	Fomentar comunidades de práctica y observación entre pares

Elaborado: Autores

El análisis de los patrones conceptuales y tendencias evidenciadas en la tabla revela que la educación STEM actúa como un sistema pedagógico integral en el que convergen elementos de liderazgo, innovación metodológica, inclusión y aprovechamiento tecnológico. Cada uno de estos componentes se articula de manera interdependiente para favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y tecnológicas en los estudiantes, consolidando así un modelo de enseñanza orientado a la resolución de problemas reales.

En primer lugar, el liderazgo docente y organizacional se posiciona como un factor determinante para la sostenibilidad del modelo STEM. La evidencia muestra que los entornos educativos con liderazgo distribuido y comunidades interdisciplinarias generan mayor cohesión curricular, promueven la agencia docente y fortalecen la identidad profesional de los educadores. Este liderazgo trasciende la gestión administrativa para convertirse en una guía pedagógica que impulsa la innovación, la planificación colaborativa y la evaluación compartida. En consecuencia, se recomienda la conformación de equipos de trabajo iSTEM que fomenten el co-diseño, la reflexión entre pares y la continuidad de los proyectos a largo plazo.

En segundo término, las metodologías activas e invertidas destacan como estrategias de enseñanza con alto impacto en la motivación y en la comprensión conceptual. Modelos como el Active Flipped Learning (AFL) reconfiguran el tiempo pedagógico al desplazar la transmisión teórica hacia espacios virtuales y reservar el aula para la resolución de problemas, la experimentación y la colaboración. Este cambio metodológico propicia un aprendizaje autónomo, participativo y

significativo, mejorando el rendimiento académico y la autorregulación del estudiante. Desde esta perspectiva, la combinación de micro contenidos digitales previas con actividades presenciales de indagación y evaluación formativa constituye una práctica eficaz para fortalecer la transferencia del conocimiento.

Otro hallazgo relevante corresponde al uso pedagógico de la inteligencia artificial (IA) dentro del marco STEM. Si bien las actitudes del profesorado hacia la IA son mayormente positivas, se identifican brechas de autoeficacia vinculadas al género y a la formación previa. La IA emerge como una herramienta con alto potencial para personalizar el aprendizaje, diversificar recursos y optimizar la retroalimentación, siempre que se acompañe de procesos de capacitación docente y marcos éticos de implementación. En este sentido, la adopción tecnológica debe ir de la mano de políticas de formación continua, pautas de uso responsable y estrategias de evaluación que aseguren su pertinencia pedagógica.

Por otra parte, los resultados confirman la influencia de factores socioculturales y motivacionales en la participación estudiantil en STEM. Variables como el género, la nacionalidad y el nivel educativo familiar inciden directamente en el interés y la autoeficacia hacia las disciplinas científicas y tecnológicas. Esta tendencia refuerza la necesidad de diseñar programas inclusivos que consideren la diversidad y promuevan la equidad de oportunidades. La implementación de mentorías, orientación vocacional y modelos de rol representa un medio eficaz para estimular la curiosidad científica y reducir las brechas de participación, especialmente entre los grupos subrepresentados.

Finalmente, la inclusión y el desarrollo profesional docente constituyen pilares transversales de la educación STEM. Los programas de formación continua, contextualizados y colaborativos permiten que los docentes fortalezcan su competencia interdisciplinaria y adquieran herramientas para diseñar entornos de aprendizaje innovadores. Asimismo, la colaboración entre escuela, comunidad y sector productivo favorece la creación de redes de apoyo que garantizan la permanencia y la relevancia de las iniciativas STEM en los distintos niveles educativos.

En síntesis, los resultados confirman que la educación STEM trasciende la mera integración disciplinaria para configurarse como un modelo pedagógico de transformación educativa, sustentado en cuatro ejes:

1. Liderazgo distribuido y colaborativo, que articula las dimensiones institucionales y docentes.

2. Metodologías activas, que promueven la experimentación y la autonomía.
3. Integración tecnológica responsable, centrada en la personalización y el pensamiento crítico.
4. Equidad e inclusión educativa, como base para el desarrollo sostenible del aprendizaje científico.

En conjunto, estos hallazgos fortalecen el propósito de la investigación cualitativa y bibliográfica, al demostrar que la educación STEM constituye un enfoque estratégico para desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para enfrentar los retos de la sociedad del conocimiento y contribuir al progreso científico, social y económico de manera integral.

Discusión

La educación contemporánea enfrenta el desafío de responder a las demandas de una sociedad cada vez más compleja, caracterizada por la transformación tecnológica acelerada y la necesidad de desarrollar competencias que trasciendan el conocimiento teórico. Los resultados obtenidos en esta investigación bibliográfica confirman que la educación STEM se configura como una respuesta pedagógica integral ante este escenario, al articular ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en un marco interdisciplinario que promueve el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas.

En concordancia con lo expuesto por Quaisley et al. (2024) y Tătar et al. (2023), los hallazgos evidencian que los modelos educativos tradicionales basados en la memorización son insuficientes para formar estudiantes con las habilidades requeridas en contextos científicos y laborales actuales. La educación STEM, al promover metodologías activas y experimentales, rompe con la fragmentación disciplinaria y favorece una comprensión profunda del conocimiento, en línea con los postulados de Davidesco (2020). Los documentos analizados muestran que esta integración se materializa cuando el docente asume un rol de mediador, facilitador e investigador del aprendizaje, lo cual se relaciona directamente con los fundamentos de la Teoría Constructivista de Piaget (1981), según la cual el conocimiento se construye a través de la experiencia y la interacción reflexiva.

Los estudios de Stevenson & Thompson (2024) y Murphy (2023) refuerzan esta visión al demostrar que el liderazgo docente constituye un eje estratégico para la implementación efectiva del modelo STEM. Los líderes que poseen dominio interdisciplinario, capacidad de innovación y sensibilidad

contextual logran consolidar equipos de trabajo colaborativos y comunidades de práctica orientadas a la mejora continua. En los contextos rurales australianos analizados por Murphy (2023), el liderazgo adaptativo y la vinculación con la comunidad permitieron superar las limitaciones estructurales y promover una cultura de innovación inclusiva. Esto se relaciona con el principio de aprendizaje experiencial de Kolb (1984), que enfatiza la importancia de aprender mediante la práctica, la reflexión y la experimentación. La evidencia sugiere que las instituciones que fortalecen el liderazgo distribuido y la formación docente logran integrar de manera más sostenida los componentes de la educación STEM (Idsardi et al., 2023).

Por su parte, el estudio de Sellami et al. (2023) confirma que la motivación y las actitudes hacia STEM están determinadas por factores personales y socioculturales. Las diferencias observadas en función del género, la nacionalidad y el nivel educativo de los padres revelan la necesidad de implementar estrategias pedagógicas y políticas institucionales que fomenten la participación equitativa y la autoeficacia estudiantil. Esta tendencia se explica a través de la Teoría Cognitiva Social de Bandura (1986), que resalta el papel de la autoeficacia y la motivación intrínseca en la persistencia y el desempeño académico. Los resultados sugieren que el fortalecimiento de la confianza y la percepción de competencia en los estudiantes incrementa significativamente su interés y su permanencia en carreras relacionadas con las ciencias y la tecnología (Fung, 2020).

Asimismo, la investigación de Fakayode et al. (2019) amplía la comprensión del fenómeno al incorporar la dimensión institucional y de equidad en la educación STEM. Su modelo de transformación departamental demuestra que la inclusión, la diversidad y la sostenibilidad son factores críticos para garantizar la participación de grupos subrepresentados. Estas conclusiones coinciden con los resultados de la presente revisión, en los que la equidad educativa y la justicia social se reconocen como condiciones indispensables para el desarrollo sostenible del aprendizaje. En este sentido, la integración de la ciencia, la tecnología y la ingeniería con la participación comunitaria se alinea con la visión del conectivismo de Siemens (2005), que plantea el aprendizaje como un proceso de conexión entre personas, recursos y contextos.

El conjunto de evidencias revisadas revela que la efectividad de la educación STEM depende de tres dimensiones complementarias: el liderazgo pedagógico, las metodologías activas y la integración tecnológica con enfoque ético y equitativo. En primer lugar, el liderazgo docente se constituye en un motor de transformación institucional al promover el trabajo interdisciplinario, la co-creación curricular y la evaluación formativa. En segundo lugar, las metodologías activas, como

el *Active Flipped Learning*, fomentan la autonomía, la colaboración y la transferencia de conocimientos, elementos coherentes con los postulados del aprendizaje experiencial. Finalmente, la tecnología y la inteligencia artificial, cuando se aplican con criterio pedagógico, potencian la personalización del aprendizaje y la alfabetización digital, siempre que existan procesos de capacitación docente que reduzcan brechas de autoeficacia y garanticen un uso responsable (Rahman et al., 2025).

En correspondencia con los hallazgos, la educación STEM trasciende la enseñanza de contenidos disciplinares para consolidarse como un modelo pedagógico integral y transformador, centrado en el desarrollo de habilidades para el siglo XXI. Entre las más relevantes se destacan la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad aplicada. Estas competencias no solo responden a las demandas del mercado laboral global, sino que fortalecen la formación de ciudadanos responsables y conscientes del papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo sostenible.

Conclusiones

- La educación STEM se consolida como un enfoque pedagógico integral que articula la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en un modelo de aprendizaje activo, interdisciplinario y orientado a la resolución de problemas reales. Los resultados evidencian que su implementación fortalece habilidades esenciales del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación y la alfabetización tecnológica. Asimismo, la aplicación de metodologías activas como el aprendizaje invertido o por proyectos permite la transferencia efectiva del conocimiento, fomenta la autonomía y eleva la motivación estudiantil, convirtiéndose en una vía eficaz para transformar los procesos tradicionales de enseñanza en experiencias de aprendizaje significativas y sostenibles.
- El liderazgo docente y la equidad educativa emergen como ejes estructurales para la consolidación de la educación STEM. Los estudios revisados demuestran que la formación y el empoderamiento del profesorado son determinantes para generar entornos colaborativos, interdisciplinarios e inclusivos. De igual manera, la integración responsable de la tecnología y la inteligencia artificial favorece la personalización del aprendizaje, siempre que se acompañe de estrategias éticas, de desarrollo profesional continuo y de políticas institucionales orientadas a reducir las brechas de género y participación en las

áreas científicas. En consecuencia, la educación STEM no solo promueve la innovación pedagógica, sino también la equidad y la sostenibilidad del aprendizaje.

- Se recomienda profundizar en investigaciones empíricas que evalúen el impacto de la educación STEM en distintos niveles educativos y contextos socioculturales, mediante estudios longitudinales y comparativos. Futuras líneas de trabajo deberían explorar la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la realidad aumentada en entornos STEM, así como el desarrollo de programas de formación docente que midan su influencia en la autoeficacia, la motivación y el rendimiento estudiantil. De esta manera, se avanzará hacia la consolidación de un modelo educativo más inclusivo, adaptable y alineado con las demandas de la sociedad del conocimiento.

Referencias

1. Al Darayseh, A., & Mersin, N. (2025). Integrating generative AI into STEM education: Insights from science and mathematics teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(3). <https://doi.org/10.29333/iejme/16232>
2. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. NJ: Prentice-Hall.
3. Castilla-Gutiérrez, S., Colihuil-Catrileo, R., Bruneau-Chávez, J., & Lagos-Hernández, R. (2021). Carga Laboral y efectos en la calidad de vida de docentes universitarios y de enseñanza media. *CHAKIÑAN, REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES*, 15, 166–179. <https://doi.org/10.37135/chk.002.15.11>
4. Davidesco, I. (2020). Brain-to-brain synchrony in the stem classroom. *CBE Life Sciences Education*, 19(3), 1–6. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0258>
5. Fakayode, S. O., Davis, J. J., Yu, L., Meikle, P. A., Darbeau, R., & Hale, G. (2019). TRANSFORMING STEM DEPARTMENTS FOR INCLUSION: CREATIVE INNOVATION, CHALLENGES, ADAPTATION, AND SUSTAINABILITY AT THE UNIVERSITY OF ARKANSAS-FORT SMITH. *Diversity in Higher Education*, 22, 73–105. <https://doi.org/10.1108/S1479-364420190000022004>

6. Fung, C. H. (2020). How Does Flipping Classroom Foster the STEM Education: A Case Study of the FPD Model. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(3), 479–507. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09443-9>
7. Herrera Tinizaray, F. E., Henríquez, E. F., & Cruz Herrera, C. A. (2023). El método de Kolb y la lectoescritura en los estudiantes de séptimo grado de la escuela “Luis Alfredo Samaniego Arteaga.” *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(3). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1076>
8. Idsardi, R., Friedly, I., Mancinelli, J., Usai, N., & Matos, L. F. (2023). Outcomes of Early Adopters Implementing the Flipped Classroom Approach in Undergraduate STEM Courses. *Journal of Science Education and Technology*, 32(5), 655–670. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10066-9>
9. Murphy, S. (2022). Leadership practices contributing to STEM education success at three rural Australian schools. *Australian Educational Researcher*, 50(4), 1049–1067. <https://doi.org/10.1007/s13384-022-00541-4>
10. Murphy, S. (2023). Leadership practices contributing to STEM education success at three rural Australian schools. *Australian Educational Researcher*, 50(4), 1049–1067. <https://doi.org/10.1007/s13384-022-00541-4>
11. Natarajan, U., Tan, A. L., & Teo, T. W. (2021). Theorizing STEM Leadership: Agency, Identity and Community. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 173–196. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10021>
12. Piaget, J. (1981). La Teoría De Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(sup2), 13–54. <https://doi.org/10.1080/02103702.1981.10821902>
13. Quaisley, K., Funk, R., Pai, L., Ahrens, S., Smith, W. M., & Thomas, A. (2024). Impacting elementary STEM teacher leadership identities. *School Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/ssm.18313>
14. Rahman, S. A., Busari, A. H., Mazlan, M. N. A., & Suhaili, A. (2025). Systematic literature review on developing an integrated STEM leadership model for middle leaders in school. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 14(2), 786–796. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i2.31691>
15. Scribano, A. (2007). El proceso de investigación social cualitativo.

16. Sellami, A. L., Al-Ali, A., Allouh, A., & Alhazbi, S. (2023). Student Attitudes and Interests in STEM in Qatar through the Lens of the Social Cognitive Theory. *Sustainability* (Switzerland), 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097504>
17. Stevenson, E., & Thompson, P. (2024). Teacher leadership for integrated STEM education: Identifying what effective leaders need to know and do. *School Science and Mathematics*, 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.18322>
18. Strauss, A., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundada. Universidad de Antioquia.
19. Tătar, C. F., Tătar, M. I., Péntes, J., & White, G. W. (2023). How Gender, Culture, and Economy Influence Field of Study Preferences in Higher Education: Exploring Gender Gaps in STEM, AHSS, and Medicine among International Students. *Sustainability* (Switzerland), 15(22), 2–17. <https://doi.org/10.3390/su152215820>
20. Yan, J., Liu, S., Armwood-Gordon, C., & Li, L. (2024). Factors affecting Active Flipped Learning on Underrepresented students in Three STEM Courses. *Education and Information Technologies*, 29(9), 10791–10804. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12234-1>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).