



Integración de la educación STEM para fortalecer el pensamiento científico y la creatividad en el aula

Integrating STEM education to strengthen scientific thinking and creativity in the classroom

Integrar a educação STEM para fortalecer o pensamento científico e a criatividade na sala de aula

Lily Narcisa Ortega-Macias ^I

lilyjosue2010@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-2398-1480>

Adriana Lucia Landa-Guamushig ^{II}

a.landa@uehm-latacunga.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-8542-7203>

Freddy Santiago Panchi-Landa ^{III}

f.panchi@uehm-latacunga.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-5506-0363>

Oscar Segundo Ruales-Teran ^{IV}

oscar.ruales@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-1220-4287>

Correspondencia: lilyjosue2010@hotmail.com

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 09 agosto de 2025 * **Aceptado:** 26 de septiembre de 2025 * **Publicado:** 03 de octubre de 2025

- I. Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Comercio y Administración, Investigadora Independiente, Ecuador.
- II. Unidad Educativa Hermano Miguel, Licenciada en Ciencias de la Educación en la especialización de Física y Matemáticas, Ecuador.
- III. Unidad Educativa Hermano Miguel, Ingeniero Petroquímico, Ecuador.
- IV. Unidad Educativa Alfredo Pérez Guerrero, Maestría en Educación Tecnología e Innovación, Ecuador.

Resumen

La integración de la educación STEM se ha consolidado como un enfoque pedagógico que responde a los desafíos del siglo XXI, al vincular ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en experiencias de aprendizaje interdisciplinarias. El propósito de esta investigación fue analizar, a través de una revisión sistemática de literatura, cómo la implementación del modelo STEM fortalece el pensamiento científico y la creatividad en contextos escolares, con especial énfasis en el caso ecuatoriano. El proceso metodológico siguió los lineamientos del modelo PRISMA 2020, a partir de una búsqueda en bases indexadas como Scopus, SciELO, Latindex y ERIC, seleccionando 25 estudios publicados entre 2020 y 2025 que cumplieron criterios de pertinencia, actualidad y rigor académico. Los resultados muestran que el enfoque STEM, y sus variantes como STEAM, potencian competencias clave del siglo XXI, entre ellas el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la alfabetización digital. Asimismo, se constató que la implementación de metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y la indagación, favorece la motivación y participación estudiantil, incluso en contextos vulnerables. No obstante, persisten limitaciones relacionadas con la formación docente, la disponibilidad de recursos y la falta de estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto sostenido.

En conclusión, la evidencia confirma que la educación STEM constituye una estrategia eficaz y necesaria para transformar la enseñanza, promover aprendizajes significativos y formar estudiantes críticos, creativos e innovadores.

Palabras clave: Educación STEM; pensamiento científico; creatividad.

Abstract

The integration of STEM education has established itself as a pedagogical approach that responds to the challenges of the 21st century by linking science, technology, engineering, and mathematics in interdisciplinary learning experiences. The purpose of this research was to analyze, through a systematic literature review, how the implementation of the STEM model strengthens scientific thinking and creativity in school settings, with special emphasis on the Ecuadorian case. The methodological process followed the guidelines of the PRISMA 2020 model, based on a search in indexed databases such as Scopus, SciELO, Latindex, and ERIC, selecting 25 studies published between 2020 and 2025 that met criteria of relevance, timeliness, and academic rigor. The results show that the STEM approach, and its variants such as STEAM, enhance key 21st-century

competencies, including critical thinking, creativity, problem-solving, and digital literacy. Likewise, it was found that the implementation of active methodologies, such as project-based learning and inquiry, fosters student motivation and engagement, even in vulnerable contexts. However, limitations persist related to teacher training, resource availability, and the lack of longitudinal studies that allow for the evaluation of sustained impact.

In conclusion, the evidence confirms that STEM education is an effective and necessary strategy for transforming teaching, promoting meaningful learning, and developing critical, creative, and innovative students.

Keywords: STEM education; scientific thinking; creativity.

Resumo

A integração da educação STEM consolidou-se como uma abordagem pedagógica que responde aos desafios do século XXI, ligando a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática em experiências de aprendizagem interdisciplinares. O objetivo desta investigação foi analisar, através de uma revisão sistemática da literatura, como a implementação do modelo STEM fortalece o pensamento científico e a criatividade em ambientes escolares, com especial ênfase no caso equatoriano. O processo metodológico seguiu as diretrizes do modelo PRISMA 2020, com base numa pesquisa em bases de dados indexadas como a Scopus, SciELO, Latindex e ERIC, seleccionando 25 estudos publicados entre 2020 e 2025 que cumpriam os critérios de relevância, atualidade e rigor académico. Os resultados mostram que a abordagem STEM e as suas variantes, como o STEAM, melhoram as competências-chave do século XXI, incluindo o pensamento crítico, a criatividade, a resolução de problemas e a literacia digital. Da mesma forma, verificou-se que a implementação de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e a investigação, promove a motivação e o envolvimento dos alunos, mesmo em contextos vulneráveis. No entanto, persistem limitações relacionadas com a formação de professores, a disponibilidade de recursos e a falta de estudos longitudinais que permitam avaliar o impacto sustentado.

Em conclusão, as evidências confirmam que a educação STEM é uma estratégia eficaz e necessária para transformar o ensino, promover a aprendizagem significativa e desenvolver alunos críticos, criativos e inovadores.

Palavras-chave: educação STEM; pensamento científico; criatividade.

Introducción

El enfoque STEM, acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), se consolidó a inicios del siglo XXI como una respuesta a las demandas de un mundo cada vez más tecnológico y globalizado (Ibrahim et al., 2024). Aunque la integración de las ciencias con la ingeniería y la matemática tiene raíces en políticas educativas anteriores, como el Morrill Act en Estados Unidos en 1862 que impulsó universidades agrícolas y de ingeniería, el término STEM se acuñó de manera formal en 2001 por Judith A. Ramaley, investigadora de la National Science Foundation (NSF), quien sustituyó el acrónimo anterior SMET para darle mayor claridad y pertinencia educativa (TLU Handbook, 2020).

Desde entonces, el concepto ha evolucionado como paradigma educativo interdisciplinar orientado a desarrollar competencias críticas en los estudiantes, trascendiendo la enseñanza aislada de cada asignatura y favoreciendo un aprendizaje aplicado y contextualizado (Li et al., 2020).

La expansión de este enfoque fue rápida tanto en educación superior como en los niveles de educación básica, debido a la creciente preocupación gubernamental por la carencia de profesionales en áreas científico-tecnológicas y por la necesidad de fomentar la innovación desde edades tempranas. De hecho, entre 2013 y 2023 se han identificado más de 1600 publicaciones académicas sobre educación STEM, lo que refleja un campo de estudio en plena consolidación y expansión a nivel global (Ibrahim et al., 2024). En esta trayectoria, se han desarrollado variantes como STEAM, que incorpora las artes, o STREAM, que añade la lectura y la escritura, con el objetivo de enriquecer el modelo inicial y potenciar la creatividad y la comunicación en los procesos de aprendizaje

El STEM se concibe, entonces, como un enfoque integrador que busca preparar a los estudiantes para enfrentar problemas complejos del mundo real mediante la interconexión de disciplinas (Nugraha et al., 2024), sus definiciones más aceptadas resaltan tres dimensiones esenciales: la interdisciplinariedad, al promover la conexión entre conceptos científicos, tecnológicos y matemáticos; la innovación metodológica, al incorporar estrategias como el aprendizaje por proyectos, la indagación y la resolución de problemas; y la orientación práctica, que sitúa el aprendizaje en contextos auténticos relacionados con la vida cotidiana (Hasanah, 2020). En este sentido, la educación STEM no solo transmite conocimientos disciplinares, sino que impulsa competencias como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos, consideradas claves para el desarrollo sostenible y la innovación social.

La consolidación del marco STEM también ha abierto paso a debates conceptuales sobre su alcance, mientras algunos autores enfatizan su contribución a la formación de capital humano en carreras científicas y tecnológicas, otros destacan su valor pedagógico para transformar la enseñanza en todos los niveles, generando experiencias más activas, participativas y centradas en el estudiante (Zhan y Niu, 2023). Esta doble perspectiva, orientada tanto al desarrollo profesional como a la innovación pedagógica, refuerza la relevancia de analizar su integración en los contextos educativos de países como Ecuador, donde los desafíos en ciencia y tecnología demandan soluciones urgentes desde el ámbito escolar.

Con respecto a los antecedentes en el ámbito internacional, la integración educativa bajo el enfoque STEM ha sido objeto de múltiples estudios empíricos y teóricos en los últimos años, el trabajo de Wan et al. (2023) explora la teoría, implementación e impacto de la integración STEM en escuelas primarias, mostrando que la implementación efectiva requiere no solo conocimiento profundo de las disciplinas sino también un diseño curricular integrado bien articulado. Este estudio describe cómo actividades alineadas con desafíos reales permiten que los estudiantes conecten conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas dentro de contextos auténticos.

Otro aporte significativo es el meta-análisis de Chen et al. (2025) que sintetiza los efectos de la educación STEM integrada en entornos K-12, encontrando impactos positivos en el rendimiento académico y la motivación estudiantil, aunque con variabilidad según niveles educativos y diseño de las intervenciones. Asimismo, el estudio exploratorio de Cheng et al. (2025) investiga el rendimiento y la motivación de estudiantes de educación media al participar en programas STEM integrados, revelando que factores como la actitud docente y el soporte institucional modulan los efectos observados (Lay-Wah y Fernández-Cárdenas, 2020).

En cuanto al desarrollo profesional docente, la revisión sistemática sobre formación en STEM integrada aplicada a docentes de primaria revisa once estudios empíricos, destacando que los programas efectivos combinan desarrollo del contenido, apoyo pedagógico y acompañamiento en aula (Boz, 2023). Este hallazgo es esencial para comprender que la mera entrega de tecnología o recursos no asegura resultados positivos: la capacitación docente debe ser deliberada, contextualizada y sostenida a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, Soto y Bustamante (2025) analizan las disposiciones didácticas de docentes en Medellín en torno a la innovación educativa con enfoque STEM, mostrando cómo los discursos docentes reflejan tensiones entre la innovación deseada y las prácticas institucionales vigentes. En

este sentido, aunque hay voluntad de innovar, muchos profesores aún enfrentan barreras estructurales (recursos, tiempos, cultura institucional) para implementar STEM con coherencia.

En estudios centrados en la evaluación curricular, Deng et al. (2025) señalan que los docentes refieren que el diseño de integración debe apoyarse en ideas grandes que conecten los temas de diversas disciplinas y que una implementación exitosa demanda un plan claro, recursos adecuados y formación docente continua. Por su parte, Zhan y Niu (2023) investigan cómo la educación STEM evolucionó en distintos países, evidenciando que su expansión no ha sido homogénea sino moldeada por factores culturales, económicos y políticos.

Estos trabajos internacionales permiten constatar que, si bien el enfoque integrado STEM ha demostrado impactos positivos en creatividad, motivación, rendimiento y competencias científicas, los resultados dependen en gran medida del diseño metodológico de la intervención, del apoyo institucional y de las capacidades docentes para articular disciplinas de forma coherente y contextualizada.

En el contexto latinoamericano existen experiencias interesantes que muestran tanto posibilidades como obstáculos en la implementación de STEM, un ejemplo es el estudio en Medellín de Soto y Bustamante (2025), ya mencionado, que ilustra cómo docentes en un distrito urbano equilibran sus discursos innovadores con prácticas tradicionales, revelando brechas entre intención y aplicación real.

También en Colombia, investigaciones sobre innovación educativa han adoptado enfoques STEM para transformar la enseñanza en escuelas públicas urbanas, evaluando el discurso institucional y las prácticas docentes bajo premios de innovación (SER+STEM). Dichos estudios muestran que la innovación educativa desde STEM no es sólo curricular, sino también cultural: requiere un cambio en las disposiciones didácticas de los docentes (Flórez y Murillo, 2024).

En el ámbito latinoamericano más amplio, la investigación de (Aguilar, 2021) analiza discursos de docentes galardonados por programas de calidad en Perú y los contrasta con directrices normativas locales, aportando perspectivas sobre la viabilidad del enfoque en contextos. Este tipo de estudios regionales ilustra que los retos no son solo técnicos, sino vinculados a las culturas escolares, las resistencias al cambio y las condiciones institucionales.

En Ecuador y su ámbito regional, el estudio de (Cuichán y Carrera, 2024) en ciertos contextos educativos del país, con iniciativas de la Fundación para la Integración y Desarrollo de América Latina (Fidal) en algunas provincias del Ecuador (Cabezas, 2024). El autor describe que las

adaptaciones al enfoque STEM han incluido componentes éticos, sociales y de sostenibilidad, integrando no solo ciencia y tecnología, sino también valores y dimensiones comunitarias (Cabezas, 2024).

También en la región andina ecuatoriana, el artículo “Análisis del diálogo en las aulas STEM en Ecuador” aporta evidencia de cómo se desarrolla el discurso en aulas que implementan STEM, identificando patrones de enseñanza y tipos de intercambio entre docente y alumnos en escenarios de integración disciplinar (Ching-Chiang y Fernández, 2020). Este estudio sugiere que, aun cuando hay iniciativas de integración, los docentes a veces regresan a prácticas tradicionales en ausencia de soporte formativo o recursos suficientes.

Otro antecedente local relevante es la investigación sobre competencias digitales de futuros docentes STEM en la Universidad Central del Ecuador (2025), que analiza las capacidades tecnológicas que estos futuros educadores poseen o requieren para implementar enfoques STEM con eficacia (Lara y Rodríguez-Alvear, 2025). Este estudio evidencia una brecha entre el ideal formativo y la preparación real de los docentes para desplegar propuestas STEM en el aula.

Asimismo, en educación básica, el artículo de Bagua y Landi (2024) examina cómo plataformas digitales e iniciativas de investigación en el ámbito escolar pueden integrarse al enfoque STEM para fortalecer el pensamiento científico, aunque advierte que la adopción aún es heterogénea entre centros educativos.

En Ecuador, aunque la producción científica sobre la integración de la educación STEM sigue siendo limitada en comparación con otros países, comienzan a consolidarse experiencias y estudios que evidencian su potencial en distintos niveles educativos. Uno de los aportes recientes es el de Arguello-Guevara (2025) quien desarrolló un estudio en comunidades educativas de contexto vulnerable, aplicando el método STEM como recurso pedagógico innovador en ciencias naturales. Los resultados demostraron mejoras significativas en el rendimiento escolar, el interés por la disciplina y el fortalecimiento de competencias en resolución de problemas, lo que sugiere que este enfoque puede convertirse en una alternativa viable para reducir brechas educativas en contextos con limitaciones socioeconómicas.

En la misma línea, Tapia-Nin y Gómez-Cumpa (2025) analizó la implementación de la metodología STEM desde un enfoque situado, tomando en cuenta ecosistemas de aprendizaje y la autoeficacia estudiantil como elementos centrales, sus hallazgos evidencian que, cuando se emplea un diseño pedagógico articulado con la realidad del estudiante, es posible fomentar tanto la

comprensión de contenidos científicos como el desarrollo de habilidades creativas. Este planteamiento aporta a la idea de que el STEM no solo transforma la enseñanza de las ciencias, sino que también fortalece competencias transversales necesarias en el siglo XXI.

De manera complementaria, Fonseca-Factos y Simbaña-Gallardo (2022) exploraron el impacto del enfoque STEM en la enseñanza de la física en el nivel secundario ecuatoriano, empleando estrategias basadas en proyectos, el estudio mostró que la combinación de STEM con el aprendizaje basado en proyectos (ABP) potencia las habilidades científicas de los estudiantes, en especial en la formulación de hipótesis y en el análisis experimental, lo que confirma la pertinencia de adoptar metodologías activas en áreas tradicionalmente consideradas abstractas o complejas.

Igualmente, Sanipatin (2025) propuso la incorporación del modelo STEAM en la educación inicial, integrando las artes como elemento adicional a las disciplinas científicas, este enfoque no solo favoreció aprendizajes significativos en edades tempranas, sino que también estimuló la creatividad y la sensibilidad estética, dimensiones clave para la formación integral. Por su parte, Morillo et al. (2025) desarrollaron un proyecto STEAM orientado a la innovación y al fortalecimiento de competencias socioemocionales en estudiantes de primaria, concluyendo que este tipo de iniciativas permiten articular contenidos curriculares con el desarrollo de habilidades blandas como la empatía, la cooperación y la autorregulación.

En conjunto, estas investigaciones nacionales evidencian que, aunque el camino hacia la consolidación de STEM en Ecuador aún se encuentra en una etapa inicial, las experiencias desarrolladas demuestran avances relevantes tanto en el ámbito de la enseñanza de las ciencias como en la formación integral de los estudiantes. No obstante, también ponen en evidencia la necesidad de investigaciones más robustas, con metodologías mixtas y datos comparativos longitudinales, que permitan evaluar de manera estandarizada el impacto de STEM en el desarrollo del pensamiento científico y la creatividad, esta carencia constituye un vacío académico que justifica plenamente el presente estudio, orientado a generar evidencia empírica en el contexto ecuatoriano.

Sin embargo, la educación científica y tecnológica se encuentra en una encrucijada, mientras los sistemas educativos del mundo promueven reformas orientadas a la innovación, la creatividad y el pensamiento crítico, en la práctica persisten metodologías tradicionales que obstaculizan el desarrollo pleno de estas competencias. En muchos países de América Latina, incluida Ecuador, la enseñanza de las ciencias y las matemáticas continúa centrada en la transmisión memorística de

información, la resolución mecánica de ejercicios y la evaluación estandarizada, lo que deja escasos espacios para la indagación, la experimentación y la conexión interdisciplinaria. Como consecuencia, los estudiantes muestran limitaciones para formular hipótesis, analizar datos de manera crítica, generar soluciones innovadoras y vincular el conocimiento académico con los problemas de su entorno inmediato.

La brecha entre lo que plantean los marcos curriculares y la realidad de las aulas se agrava por factores estructurales, uno de ellos es la insuficiente preparación docente en metodologías activas y en el uso de herramientas digitales, lo que reduce la capacidad para implementar proyectos STEM de manera coherente y sostenida. Los estudios nacionales disponibles han señalado, que futuros docentes carecen de competencias digitales sólidas para poner en práctica enfoques interdisciplinarios, lo que se convierte en un obstáculo significativo para la innovación educativa en el país. A ello se suma la falta de recursos materiales y tecnológicos en muchas instituciones, especialmente en contextos rurales y vulnerables, donde el acceso a laboratorios, dispositivos y conectividad es limitado.

La problemática no es solo pedagógica, sino también social y económica, en un mundo que demanda profesionales con competencias científicas y tecnológicas, Ecuador enfrenta un rezago en la formación de capital humano en estas áreas, lo que repercute directamente en su capacidad para competir en escenarios de innovación, ciencia y tecnología a nivel regional y global. La carencia de programas sólidos de integración STEM en las escuelas contribuye a perpetuar este rezago, dejando a las nuevas generaciones con herramientas insuficientes para responder a los desafíos del siglo XXI, como la sostenibilidad ambiental, la transformación digital o la resolución de problemas complejos en la sociedad.

Asimismo, existe un vacío de evidencia empírica en el país sobre el impacto concreto que la integración STEM puede tener en variables clave como el pensamiento científico y la creatividad, aunque hay experiencias aisladas, muchas carecen de indicadores estandarizados, comparaciones longitudinales o análisis sistemáticos que permitan evaluar la eficacia real de estas metodologías en el aprendizaje estudiantil. Esta falta de datos confiables limita la posibilidad de diseñar políticas públicas y programas de capacitación docente basados en evidencia, generando un círculo vicioso en el que las iniciativas se implementan de manera parcial, sin continuidad ni evaluación de impacto.

La integración de la educación STEM se justifica como una estrategia pedagógica innovadora que responde a las demandas de un mundo cada vez más interconectado, científico y tecnológico, en el plano académico, este estudio aporta a la literatura nacional un enfoque novedoso, pues en Ecuador aún son escasas las investigaciones empíricas que analicen de manera sistemática la relación entre STEM, el pensamiento científico y la creatividad, generar evidencia local con rigor metodológico resulta indispensable para superar la dependencia exclusiva de marcos internacionales y contextualizar los hallazgos a la realidad educativa del país.

Desde la perspectiva pedagógica, esta investigación cobra relevancia porque ofrece lineamientos claros para la práctica docente, los resultados permitirán orientar a maestros y directivos en la implementación de metodologías activas basadas en proyectos, la indagación y la interdisciplinariedad, que no solo favorecen la comprensión conceptual, sino que estimulan la capacidad de formular hipótesis, diseñar experimentos, resolver problemas y producir soluciones creativas a situaciones reales. Incorporar STEM al aula implica trascender la enseñanza memorística y abrir espacios de aprendizaje significativo, donde los estudiantes desarrollen competencias críticas y transversales alineadas con las demandas de la sociedad contemporánea.

En el plano social, la investigación se justifica porque el fortalecimiento del pensamiento científico y la creatividad en los estudiantes contribuye a la formación de ciudadanos capaces de afrontar los retos del siglo XXI, entre ellos la transformación digital, la innovación productiva y el desarrollo sostenible, formar estudiantes con estas competencias no solo mejora sus trayectorias académicas y laborales, sino que también impacta en la capacidad del país para generar soluciones locales a problemas globales como el cambio climático, la brecha tecnológica y la inequidad social.

Desde una perspectiva estratégica, esta investigación se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 4 sobre educación de calidad y el ODS 9 sobre innovación e infraestructura, reforzando el compromiso de Ecuador con una educación inclusiva, equitativa y de calidad que prepare a las nuevas generaciones para desenvolverse en un entorno complejo y competitivo. En este sentido, el estudio no solo llena un vacío académico, sino que también se proyecta como una herramienta útil para la toma de decisiones en políticas educativas, programas de formación docente y proyectos escolares innovadores.

En el marco de estas consideraciones, surge la necesidad de orientar la investigación hacia una cuestión central ¿De qué manera la integración de la educación STEM puede fortalecer el pensamiento científico y la creatividad en el aula dentro del contexto educativo ecuatoriano? esta

interrogante busca no solo evidenciar la pertinencia del enfoque en el ámbito nacional, sino también analizar sus posibilidades de adaptación y aplicación en distintos niveles del sistema educativo. Para dar respuesta a este interrogante, la investigación establece como objetivo general analizar la integración de la educación STEM en el fortalecimiento del pensamiento científico y la creatividad en estudiantes del sistema educativo ecuatoriano. Este objetivo amplio se complementa con una serie de metas específicas que delimitan el camino investigativo, primero, se busca examinar los antecedentes internacionales, regionales y nacionales sobre la educación STEM y su relación con el desarrollo de competencias científicas y creativas, con el fin de comprender el estado actual del conocimiento, seguido, se propone identificar las metodologías pedagógicas que, dentro del enfoque STEM, han demostrado ser más efectivas para estimular el pensamiento científico y la creatividad en entornos escolares. Posteriormente, se plantea analizar los hallazgos de investigaciones recientes que han aplicado el enfoque STEM en distintos niveles educativos, considerando sus resultados y limitaciones. Finalmente, se pretende contrastar la evidencia obtenida con el contexto ecuatoriano, formulando lineamientos pedagógicos que orienten la aplicación del enfoque de manera contextualizada y sostenible.

De esta manera, la investigación articula una ruta clara que parte del análisis documental, se nutre de experiencias empíricas y culmina en la construcción de propuestas aplicables a la realidad educativa nacional, aportando al desarrollo académico, pedagógico y social del Ecuador.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo el enfoque de revisión sistemática de literatura, con el propósito de reunir, analizar y sintetizar estudios recientes que abordan la integración de la educación STEM y su relación con el pensamiento científico y la creatividad en el ámbito escolar. Se adoptó como referencia el modelo PRISMA 2020, que establece criterios estandarizados para garantizar transparencia, rigurosidad y replicabilidad en los procesos de búsqueda, selección y síntesis de información.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos académicas de amplio reconocimiento Scopus, SciELO, Latindex, ERIC y Google Académico, aplicando filtros de publicación entre 2020 y 2025. Se utilizaron combinaciones de palabras clave en inglés y en español: STEM education, STEAM education, scientific thinking, creatividad, innovación educativa, enseñanza

interdisciplinaria, con ello se garantizó la inclusión de literatura internacional, regional y nacional relevante para el tema de estudio.

Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la pertinencia y la calidad de los documentos incluidos en la revisión, se definieron criterios específicos que orientaron la selección, se consideraron únicamente aquellas publicaciones que hubieran sido difundidas en revistas científicas arbitradas o en repositorios académicos reconocidos, asegurando con ello un estándar mínimo de rigor investigativo. Asimismo, se incluyeron únicamente estudios disponibles en texto completo que ofrecieran una descripción metodológica clara y detallada, lo cual permitió valorar adecuadamente su validez y confiabilidad, de igual manera, se priorizaron aquellas investigaciones que abordaran de forma explícita la implementación de la educación STEM o, en algunos casos, de su variante STEAM en contextos educativos, puesto que constituyen el núcleo temático del presente estudio. Se incluyeron trabajos que evaluaran el impacto de estas metodologías en variables vinculadas con el pensamiento científico, la creatividad, la innovación pedagógica o la formación docente, aspectos que responden directamente a los objetivos planteados en la investigación.

En contraposición, se excluyeron los documentos que no cumplieran con los parámetros establecidos. En esta categoría se encuentran materiales sin arbitraje académico, tales como blogs, informes no indexados o producciones de carácter divulgativo, cuya ausencia de revisión por pares podría comprometer la fiabilidad de los datos. También se descartaron los estudios publicados antes del año 2020, con el fin de garantizar la actualidad de los hallazgos y su coherencia con las tendencias educativas más recientes, del mismo modo, se excluyeron investigaciones enfocadas exclusivamente en el nivel universitario, salvo aquellas que presentaban elementos extrapolables a la educación básica o media, niveles que constituyen el eje central de esta revisión. Finalmente, quedaron fuera de la síntesis aquellos artículos que carecían de claridad metodológica o que no ofrecían información suficiente para un análisis crítico.

Proceso de selección

El proceso de cribado se desarrolló en cuatro fases, siguiendo el diagrama PRISMA, en la fase de identificación, se localizaron inicialmente 82 registros en las bases consultadas, posteriormente, en la fase de depuración, se eliminaron 14 duplicados, quedando 68 artículos para revisión preliminar. En la fase de cribado, tras analizar títulos y resúmenes, se descartaron 32 documentos por no cumplir con los criterios temáticos o metodológicos, quedando 36 para evaluación a texto

completo, finalmente, en la fase de inclusión, se seleccionaron 25 estudios que conformaron el corpus definitivo de análisis, representando antecedentes internacionales, regionales y nacionales.

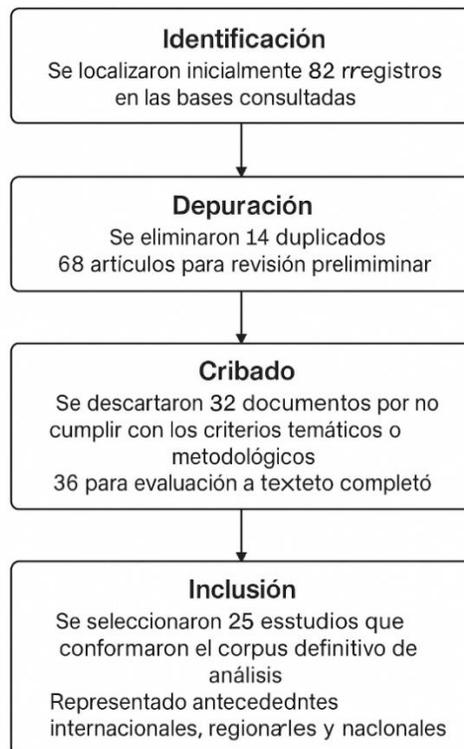
Aspectos éticos

El estudio se fundamentó en principios de integridad académica, garantizando el respeto a la propiedad intelectual de los autores consultados y aplicando un sistema riguroso de citación conforme a las normas de la APA, séptima edición. Asimismo, se evitó cualquier sesgo de selección, asegurando que los estudios incluidos fueran valorados en función de su calidad y pertinencia.

Sistematización de la información

La información seleccionada fue organizada en matrices comparativas, clasificando los artículos según autor y año, país o contexto de aplicación, nivel educativo, enfoque metodológico y principales hallazgos. Esta estrategia de organización permitió identificar patrones comunes, divergencias significativas y aportes relevantes que sirven de base para la presentación de resultados y discusión.

Figura 1. Proceso PRISMA de selección de estudios



Nota. La figura ilustra el proceso de selección de estudios siguiendo el modelo PRISMA 2020.

Resultados

El proceso de selección permitió consolidar un corpus final de 25 estudios, los cuales superaron todas las fases del modelo PRISMA, identificación, depuración, cribado e inclusión. Estos trabajos abordan de manera directa la relación entre las variables definidas en esta revisión, cumpliendo con los criterios temáticos, metodológicos y de pertinencia establecidos.

Los estudios incluidos provienen de contextos internacionales, regionales y nacionales, lo que permitió una visión comparativa y contextualizada del fenómeno analizado, en particular, se identificaron tendencias comunes relacionadas con la implementación de metodologías activas, la promoción de competencias del siglo XXI y el impacto educativo en diferentes niveles y sistemas escolares.

Además, se evidenció una diversidad de enfoques metodológicos cualitativos, cuantitativos y mixtos, así como una variedad de instrumentos empleados para la recolección de datos, lo que enriquece la base empírica del análisis. Esta heterogeneidad, lejos de representar una limitación, aporta una perspectiva más amplia y robusta que permite identificar puntos de convergencia, brechas investigativas y ámbitos potenciales de intervención pedagógica.

A continuación, se presenta un resumen general de los 25 estudios incluidos en esta revisión. La tabla organiza la información según cuatro dimensiones clave: distribución geográfica, enfoque metodológico, líneas temáticas de análisis y observaciones relevantes derivadas del proceso de revisión y síntesis. Esta sistematización permite identificar patrones comunes, vacíos investigativos y elementos clave para orientar futuras investigaciones o intervenciones pedagógicas.

Tabla 2. Resumen general de los estudios incluidos en la revisión

Categoría	Descripción
Distribución geográfica	- Internacionales- Regionales (América Latina)- Nacionales (Ecuador)
Enfoques metodológicos	- Cualitativos: 11 estudios- Cuantitativos: 9 estudios- Mixtos: 5 estudios
Líneas de análisis	- Implementación de metodologías activas- Competencias del siglo XXI- Impacto educativo en distintos niveles escolares
Observaciones clave	- Tendencias comunes en prácticas pedagógicas- Vacíos de investigación identificados- Diversidad metodológica que fortalece el análisis

Nota. La información contenida en esta tabla se deriva del análisis cualitativo de los 25 estudios seleccionados en la revisión.

A continuación, se presenta el resumen individual de los estudios que conforman el corpus analizado en esta revisión, cada registro se describe según su autoría, país o región de origen, enfoque metodológico, nivel educativo abordado y el tema principal que articula su contribución. Esta tabla permite visualizar la diversidad geográfica y metodológica de las investigaciones, así como las principales líneas temáticas que fundamentan el análisis y la discusión de resultados.

Tabla 2. Resumen de los estudios incluidos en la revisión

Autor(es) / Año	País o Región	Nivel Educativo	Tema Central	Hallazgos Relevantes (15–20 palabras)
Hasanah (2020)	Interna	General	Definiciones clave de educación STEM	Sintetiza conceptos base de STEM, destacando su enfoque integrador, práctico y contextualizado.
TLU Handbook (2020)	Estonia	General	Origen y evolución del enfoque STEM	Explica el surgimiento del modelo STEM y su aplicación inicial en entornos escolares europeos.
Li et al. (2020)	Interna	K-12 cional superior	Revisión de publicaciones y educación STEM	Identifica principales tendencias investigativas globales sobre integración y evaluación del enfoque.
Ching-Chiang & Fernández (2020)	Ecuador	Bachillerato	Diálogo en aulas STEM contextos duales	Evidencia desigualdades socioeconómicas que afectan la participación y el diálogo STEM en el aula.
Lay-Wah & Fernández-Cárdenas (2020)	Ecuador	Bachillerato	Participación en contextos duales en aulas STEM	Muestra cómo la clase social influye en la construcción del conocimiento STEM en aulas ecuatorianas.
Aguilar (2021)	Perú	Primaria	Enfoque STEM en laboratorio escolar	El enfoque STEM promueve indagación, trabajo colaborativo y resolución de problemas desde edades tempranas.
Flórez & Murillo (2024) (tesis debia 2021)	Colombia	Secundaria	Nivel de innovación educativa con enfoque STEM	Docentes reconocen el potencial innovador del enfoque, pero carecen de formación específica.
Arguello-Guevara (2025)	Costa Rica	Secundaria	STEM como recurso innovador en comunidades vulnerables	El enfoque promueve inclusión y motivación en contextos educativos desatendidos.
Bagua & Landi (2024)	Perú	Primaria	STEM para investigación en básica	Aplicación del modelo STEM fomenta pensamiento investigativo, indagación y autonomía en estudiantes.
Cuichán & Carrera (2024)	Ecuador	Formación docente	Enfoque STEM en formación de profesores	Docentes en formación demandan experiencias prácticas y metodologías activas con integración STEM.
Fonseca-Factos & Simbaña (2022)	Ecuador	Secundaria	ABP y física con enfoque STEM	El ABP con enfoque STEM mejora comprensión conceptual y conexión entre teoría y práctica.
Ibrahim et al. (2024)	Interna (África)	General	Análisis bibliométrico del enfoque STEM	Muestra el crecimiento sostenido de publicaciones STEM, especialmente en regiones emergentes.

Lara & Rodríguez-Alvear (2025)	Ecuador	Formación docente	Competencias digitales docentes STEM	enFormación en competencias digitales STEM resulta fundamental para entornos educativos innovadores.
Sanipatin (2025)	Ecuador	Educación inicial	STEAM en primera infancia	STEAM potencia habilidades sensoriales, sociales y cognitivas desde la educación inicial.
Morillo et al. (2025)	Ecuador	Primaria	Proyecto STEAM y relaciones socioemocionales	Implementar STEAM mejora relaciones afectivas y trabajo en equipo en estudiantes de primaria.
Soto & Bustamante (2025)	Chile	General	Disposición docente innovación con STEM	paraMuchos docentes muestran apertura a STEM, pero requieren formación metodológica y recursos adecuados.
Tapia-Nin & Gómez-Cumpa (2025)	Perú	Educación superior	STEM en nivel universitario	Existen oportunidades y desafíos significativos para integrar STEM en el currículo universitario.
Cheng et al. (2025)	Taiwán/Internacional	Primaria	STEAM + PBL + AIoT y equidad de género	El curso mejora alfabetización digital y reduce brechas de género en tecnología.
Chen et al. (2025)	Internacional	K-12	Meta-análisis de logros educación STEM	La educación STEM integrada mejora significativamente el rendimiento académico en ciencias y matemáticas.
Deng et al. (2025)	China	General	Currículo STEM con grandes ideas	Enfatiza diseño curricular basado en progresión del aprendizaje STEM para mayor impacto.
Zhan & Niu (2023)	Internacional superior	K-12	Evolución temática investigación STEM	Las líneas de investigación STEM se han diversificado hacia IA, sostenibilidad y educación inclusiva.
Wan et al. (2023)	Australia/Asia	Primaria	Teoría e implementación enfoque STEM	El enfoque STEM debe adaptarse al contexto escolar para lograr impacto educativo sostenible.
Nugraha et al. (2024)	Internacional docente	Formación docente	Conceptos interdisciplinarios STEM	Integrar fundamentos interdisciplinarios STEM favorece la construcción de nuevo conocimiento docente.
Boz (2023)	Internacional	Primaria	Formación docente integración STEM	El desarrollo profesional docente es clave para implementar STEM con éxito en educación básica.
Ching-Chiang et al. (2025) (segunda cita)	Taiwán	Primaria	IA y equidad en contextos STEAM	Actividades integradas con IA mejoran habilidades digitales y reducen estereotipos de género.

Nota. Esta tabla resume los 25 estudios incluidos en la revisión, seleccionados por su relevancia en la aplicación e investigación del enfoque STEM en distintos niveles educativos.

Discusión

La revisión de los 25 estudios analizados revela una consolidación progresiva del enfoque STEM en distintos niveles educativos, con énfasis en contextos escolares primarios y secundarios, así como en la formación inicial docente. La mayoría de las investigaciones destacan el potencial del enfoque para promover competencias clave del siglo XXI (Chen et al., 2025), tales como el

pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la alfabetización digital y la colaboración.

Uno de los aportes más consistentes es la efectividad del modelo STEM y STEAM en la mejora del rendimiento académico, particularmente en ciencias y matemáticas (Boz, 2023), así como su impacto positivo en la motivación y la participación estudiantil, especialmente en contextos vulnerables o de brecha digital (Arguello-Guevara, 2025).

Asimismo, los estudios realizados en Latinoamérica, y específicamente en Ecuador, evidencian un creciente interés institucional por integrar este enfoque, aunque aún persisten desafíos estructurales como la falta de formación docente especializada (Cuichán y Carrera, 2024), escasos recursos tecnológicos y currículos tradicionales poco flexibles.

En contraste, investigaciones de países con más trayectoria en innovación educativa, como Australia, China o Estados Unidos, muestran desarrollos más sistemáticos del modelo, incluyendo currículos integrados, evaluaciones adaptativas y propuestas centradas en la equidad de género y el uso de IA en el aula (Cheng et al., 2025) y (Deng et al., 2025).

Desde una perspectiva metodológica, el corpus revisado presenta una diversidad de enfoques (cualitativos, cuantitativos y mixtos), lo que permitió enriquecer el análisis con datos de percepción, resultados académicos, marcos teóricos e implementación práctica. Esta heterogeneidad constituye una fortaleza, pero también refleja la necesidad de estudios longitudinales y comparativos que permitan evaluar con mayor precisión el impacto sostenido del enfoque STEM.

Posteriormente, se identifican vacíos de investigación relevantes como escasez de estudios sobre educación STEM en zonas rurales, poca atención a la interseccionalidad (género, etnia, discapacidad), y limitada exploración del enfoque en áreas como humanidades o arte más allá del modelo STEAM.

Conclusiones

La revisión de la literatura especializada permitió comprender cómo se ha venido consolidando el enfoque STEM como estrategia educativa en distintos niveles de enseñanza y contextos geográficos. Los estudios analizados evidencian una tendencia creciente a integrar propuestas interdisciplinarias que vinculan ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con el desarrollo de habilidades relevantes para el siglo XXI.

Los hallazgos revelan que el enfoque STEM favorece el aprendizaje activo, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la motivación estudiantil, siempre que su aplicación esté mediada por una adecuada planificación pedagógica y acompañamiento docente. En este sentido, el rol del profesorado es determinante, especialmente cuando cuenta con formación específica y acceso a recursos didácticos pertinentes.

Asimismo, se identificó una marcada diferencia en la madurez del enfoque entre contextos con mayor trayectoria en innovación educativa y aquellos en desarrollo, donde aún persisten limitaciones estructurales. Aun así, experiencias en América Latina y particularmente en Ecuador demuestran un creciente interés por adoptar modelos pedagógicos más integrados, contextualizados e inclusivos.

Si bien los beneficios del enfoque son ampliamente reconocidos, también se advierte la necesidad de avanzar hacia modelos más equitativos y sostenibles. La inclusión de las artes (STEAM), la atención a la diversidad, y el uso responsable de la tecnología emergen como líneas de evolución necesarias para fortalecer el impacto del modelo en el largo plazo.

La diversidad metodológica de los estudios revisados permite comprender tanto los efectos observables en el aula como las percepciones de docentes y estudiantes. Esta pluralidad de enfoques enriquece el análisis, pero también invita a desarrollar investigaciones más profundas, comparativas y contextualizadas, que contribuyan a una implementación pedagógica más efectiva y transformadora.

Referencias

1. Aguilar, K. (2021). Características del proceso de enseñanza orientado al enfoque STEM en el laboratorio de Innovación en el aula de 5to de primaria de un colegio particular de Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/19138>
2. Arguello-Guevara, J. (2025). El Método STEM como Recurso Pedagógico de Innovación Curricular para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Comunidades Educativas de Contexto Vulnerable. *Revista Docentes*, 18(1), 278–290. <https://doi.org/10.37843/rted.v18i1.611>
3. Bagua, A., & Landi, L. (2024). Educación STEM, fomentar el desarrollo de procesos investigativos en educación básica. *MENTOR: Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 3(9), 1110-1129. <https://doi.org/10.56200/mried.v3i9.8102>

4. Boz, T. (2023). Teacher Professional Development for STEM Integration in Elementary/Primary Schools: A Systematic Review. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 11(51). <https://doi.org/10.26822/iejee.2023.306>
5. Chen, B., Chen, J., & Kirschner, P. A. (2025). The Effects of Integrated STEM Education on K12 Students' Achievements: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 10(1). <https://doi.org/10.3102/0034654325131829>
6. Cheng, C.-C., Wang, J.-S., Zhai, X., & Carolyn, Y.-T. (2025). AI literacy and gender equity in elementary education: A quasi-experimental study of a STEAM-PBL-AIoT course with questionnaire validation. *International Journal of STEM Education*, 12(50). <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00574-y>
7. Ching-Chiang, L., & Fernández, J. (2020). Análisis del diálogo en las aulas STEM en Ecuador: un contexto socioeconómico dual en una escuela de bachillerato general unificad. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2).
8. Cuichán, L., & Carrera, O. (2024). Enfoque STEM en la educación y formación docente en el Distrito Noroccidente de la Mancomunidad del Chocó Andino. *Mamakuna: Revista De divulgación De Experiencias pedagógicas*, 23(1), 48-62. <https://doi.org/10.70141/mamakuna.23.946>
9. Deng, W., Chen, G., & Feng, R. (2025). La integración del currículo STEM a través de grandes ideas y marcos de progresión del aprendizaje: actitudes y perspectivas de docentes y estudiantes. *Investigación en Educación Científica y Tecnológica*, 1(17). <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2555184>
10. Flórez, J. E., & Murillo, J. (2024). Innovar en la educación : análisis del nivel de innovación educativa con enfoque STEM en dos colegios de la ciudad de Medellín. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/0659d28c-969e-4169-bc76-cb6475dac5e4>
11. Fonseca-Factos, A., & Simbaña-Gallardo, V. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Revista Digital NovasinerGía*, 5(2). <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>
12. Hasanah, U. (2020). Key Definitions of STEM Education: Literature Review. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(3). <https://doi.org/10.29333/ijese/8336>

13. Ibrahim, A., Mukhtar, A., Osman, A., Asimwe, C., & Osman, M. A. (2024). Tracing the evolution of STEM education: a bibliometric analysis. *Front. Educ*, 9(1). <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1457938>
14. Lara, E., & Rodríguez-Alvear, C. (2025). Competencias digitales de los futuros docentes STEM. *Dominio De Las Ciencias*, 11(1), 2421–2444. <https://doi.org/10.23857/dc.v11i1.4303>
15. Lay-Wah, C., & Fernández-Cárdenas, M. (2020). Analysing Dialogue in STEM Classrooms in Ecuador: A Dual Socioeconomic Context in a High School. *New Approaches Educ.*, 194(215). <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.529>
16. Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
17. Morillo, V., Paillacho, B., & Macas, E. (2025). Proyecto STEAM como puente de innovación y mejora de relaciones socioemocionales. *Revista DISCE*, 2(2), 1-15. <https://doi.org/10.69821/DISCE.v2i2.31>
18. Nugraha, M., Kidman, G., & Tan, H. (2024). Interdisciplinary STEM education foundational concepts: Implementation for knowledge creation. *EURASIA J Math Sci Tech*, 20(10). <https://doi.org/10.29333/ejmste/15471>
19. Sanipatin, Y. (2025). El modelo STEAM como enfoque pedagógico en la educación inicial en Ecuador. *Revista Chakinan*, 19(1), 143-160. <https://doi.org/10.37135/chk.002.26.12>
20. Soto, M., & Bustamante, M. d. (2025). El enfoque STEM en la innovación educativa. Una mirada a las disposiciones didácticas de los docentes. *European Public & Social Innovation Review*, 1(10), 1-17. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1276>
21. Tapia-Nin, E., & Gómez-Cumpa, W. (2025). Implementación de la metodología STEM en la educación superior: Retos y oportunidades. *KIRIA: Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(6), 46-66. <https://doi.org/10.53877/q43yqy55>
22. TLU Handbook. (2020). The origin of STEM education. Tallinn University. https://web.htk.tlu.ee/STEAM/handbook/chapter/chapter-1/?utm_source=chatgpt.com
23. Wan, Z. H., English, L., Wing, W., So, M., & Skilling, K. (2023). STEM Integration in Primary Schools: Theory, Implementation and Impact. *Int J of Sci and Math Educ*, 1(9). <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10401-x>

24. Zhan, Z., & Niu, S. (2023). Subject integration and theme evolution of STEM education in K-12 and higher education research. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(781). <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02303-8>

© 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/>).