

Metodología STEAM para el desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato

STEAM Methodology for the Development of Creative, Scientific, and Technological Thinking in Primary and Secondary Education Students

¹José Alexander Cabezas Yungan [0009-0000-7788-2513] 

²Jhoanna Fernanda Rojas Hidalgo [0009-0000-6269-3912] 

¹Unidad Educativa Luz de América, Santo Domingo, Ecuador.

²Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.

alexander.cabezas@educacion.gob.ec jhoannar9@gmail.com

CITA EN APA:

Cabezas Yungan, J. A., & Rojas Hidalgo, J. F. (2026). Metodología STEAM para el desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato. *Prometeo Conocimiento Científico*, 6(1), e159. <https://prometeojournal.com.ar/index.php/prometeo/article/view/159>

Recibido: 2026-06-11

Aceptado: 2026-08-04

Publicado: 2026-08-21

PROMETEO

Revista Científica

ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras. The contents of this article are under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license. The authors retain the moral and patrimonial rights of their works.

Resumen. La metodología STEAM se ha consolidado como un enfoque interdisciplinario orientado a integrar ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas mediante experiencias de aprendizaje activas y contextualizadas. El presente artículo tuvo como objetivo analizar la contribución de STEAM al desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato. Se realizó una investigación cualitativa, documental y de alcance descriptivo-analítico, basada en la revisión de 20 estudios científicos recientes. Los resultados muestran que las experiencias STEAM favorecen la generación de ideas, la indagación, la experimentación, el diseño, el uso crítico de tecnologías y la resolución de problemas, especialmente cuando se organizan alrededor de proyectos y desafíos auténticos. Asimismo, se identificó que la colaboración y el pensamiento crítico funcionan como competencias transversales dentro de estos procesos. Se concluye que el potencial educativo de STEAM depende de una integración real entre disciplinas, de la participación del estudiante y de una planificación pedagógica orientada a la innovación, la creatividad y la aplicación del conocimiento.

Palabras Clave: Metodología STEAM, pensamiento creativo, pensamiento científico, pensamiento tecnológico, resolución de problemas.

Abstract: The STEAM methodology has become an interdisciplinary approach aimed at integrating science, technology, engineering, arts, and mathematics through active and contextualized learning experiences. This article aimed to analyze the contribution of STEAM to the development of creative, scientific, and technological thinking in primary and secondary education students. A qualitative, documentary, descriptive-analytical study was conducted based on the review of 20 recent scientific studies. The results show that STEAM experiences promote idea generation, inquiry, experimentation, design, the critical use of technologies, and problem solving, especially when organized around projects and authentic challenges. Collaboration and critical thinking were also identified as transversal competencies within these processes. It is concluded that the educational potential of STEAM depends on genuine interdisciplinary integration, active student participation, and pedagogical planning oriented toward innovation, creativity, and the practical application of knowledge.

Keywords: STEAM methodology, creative thinking, scientific thinking, technological thinking, problem solving.

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas educativos enfrentan el desafío de preparar a los estudiantes para desenvolverse en contextos caracterizados por cambios científicos, tecnológicos y sociales cada vez más acelerados. En este escenario, aprender ya no implica únicamente memorizar contenidos o reproducir procedimientos, sino desarrollar capacidades para analizar situaciones, formular preguntas, experimentar, crear soluciones y trabajar de manera colaborativa. Por esta razón, enfoques educativos interdisciplinarios como STEAM han adquirido creciente relevancia al proponer la integración de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en torno a experiencias de aprendizaje vinculadas con problemas y situaciones del mundo real.

El enfoque STEAM surge como una evolución de la educación STEM al incorporar las artes como un componente capaz de ampliar las posibilidades de creatividad, diseño y expresión dentro de los procesos científicos y tecnológicos. Aguilera y Ortiz-Revilla (2021), a partir de una revisión sistemática de intervenciones educativas desarrolladas entre 2010 y 2020, destacan que tanto STEM como STEAM buscan fortalecer la alfabetización científica de las nuevas generaciones, aunque la incorporación de las artes otorga especial relevancia al desarrollo de la creatividad. De esta manera, STEAM no consiste simplemente en reunir cinco asignaturas en una misma actividad, sino en promover una integración auténtica que permita utilizar conocimientos de diferentes áreas para comprender y resolver situaciones complejas.

Esta concepción interdisciplinaria transforma también la dinámica tradicional del aula. En lugar de presentar conocimientos fragmentados y previamente resueltos, las experiencias STEAM suelen involucrar desafíos, proyectos, procesos de diseño, experimentación y elaboración de productos. García Fuentes et al. (2023), en su revisión de la literatura, identificaron precisamente la interdisciplinariedad, la conexión con situaciones de la vida real, la investigación y el aprender haciendo como elementos centrales de este enfoque. Los autores señalan además que las experiencias STEAM han mostrado resultados favorables en variables como creatividad, motivación y autoeficacia, aunque su implementación enfrenta dificultades curriculares, temporales y económicas que deben ser consideradas.

Dentro de este marco, el pensamiento creativo ocupa un lugar fundamental. La creatividad educativa implica generar ideas, explorar distintas posibilidades y plantear respuestas novedosas y pertinentes frente a una situación determinada. En una experiencia STEAM, el estudiante no recibe necesariamente una única ruta para solucionar un problema; por el contrario, puede diseñar, probar, equivocarse, modificar una propuesta y volver a intentarlo. Esta dinámica convierte el error en parte del proceso de aprendizaje y permite que la creatividad se vincule directamente con la resolución de problemas.

La evidencia empírica respalda esta relación. Wilson et al. (2021) estudiaron la implementación de lecciones STEAM transdisciplinarias en 14 aulas de educación primaria y secundaria, con la participación de 318 estudiantes. Los resultados mostraron mejoras relacionadas con creatividad, aplicación de conocimientos, resolución de problemas y colaboración, además de una mayor utilización del pensamiento crítico y creativo entre los participantes. Estos hallazgos sugieren que la integración de distintas disciplinas puede favorecer formas de pensamiento que

trascienden la reproducción mecánica de contenidos y permiten al estudiante asumir un papel más activo en la construcción de soluciones.

El pensamiento científico representa otra dimensión particularmente relevante. Su desarrollo supone que los estudiantes puedan observar fenómenos, formular interrogantes, elaborar explicaciones, contrastar ideas y utilizar evidencias para fundamentar conclusiones. La metodología STEAM ofrece condiciones favorables para este proceso cuando las actividades se organizan en torno a situaciones que requieren investigar, experimentar y poner a prueba posibles respuestas. Así, los conceptos científicos dejan de aparecer únicamente como conocimientos teóricos y comienzan a utilizarse como herramientas para comprender y transformar situaciones concretas.

Tran et al. (2021) aportan evidencia específica al respecto. En un estudio con 62 estudiantes de educación secundaria, analizaron el efecto de un currículo basado en STEAM sobre la creatividad científica. Los resultados mostraron incrementos significativos en las puntuaciones de creatividad científica después de la participación en las actividades STEAM, lo que respalda la posibilidad de integrar conocimiento científico y producción creativa dentro de una misma experiencia de aprendizaje.

La incorporación del arte constituye, precisamente, uno de los elementos diferenciadores del enfoque STEAM. Su presencia no debe entenderse como un componente meramente decorativo, sino como una oportunidad para introducir diseño, imaginación, comunicación, sensibilidad estética y pensamiento divergente dentro de las actividades científicas y tecnológicas. Aguilera y Ortiz-Revilla (2021) encontraron que la relación entre STEAM y creatividad ocupa un lugar relevante en la investigación educativa, aunque también advierten que la evidencia disponible presenta diferencias metodológicas y que no todas las intervenciones producen los mismos resultados. Esta consideración resulta importante porque evita asumir que cualquier actividad denominada STEAM genera automáticamente creatividad.

Estudios más recientes continúan profundizando en esta relación. Filipe et al. (2024) analizaron una secuencia integrada STEAM con estudiantes de noveno y décimo grado, en la que se combinaron conceptos de física, construcción de artefactos y producción de efectos sonoros para una animación. La propuesta permitió estudiar de qué manera una experiencia verdaderamente integrada puede contribuir al desarrollo de la creatividad, mostrando que la articulación disciplinar adquiere mayor sentido cuando los estudiantes utilizan conocimientos de distintas áreas para producir una respuesta original frente a un desafío concreto.

No obstante, el crecimiento del interés por STEAM también plantea un desafío conceptual y pedagógico. En algunos casos, actividades que utilizan tecnología, realizan manualidades o combinan contenidos de varias asignaturas son presentadas como experiencias STEAM sin demostrar una integración interdisciplinaria real. García Fuentes et al. (2023) advierten que la efectividad del enfoque se encuentra vinculada precisamente con la interdisciplinariedad y la conexión de los contenidos con situaciones significativas.

A partir de estas consideraciones emerge el **problema de investigación**: aunque la metodología STEAM ha ganado presencia en los discursos y prácticas educativas, todavía es necesario comprender con mayor claridad de qué manera su integración interdisciplinaria contribuye

al desarrollo conjunto del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato, así como su aporte a capacidades transversales como la innovación y la resolución de problemas. La diversidad de diseños, actividades, niveles educativos y resultados reportados en la literatura hace necesario analizar de manera articulada la evidencia disponible, evitando asumir que la sola utilización de la denominación STEAM garantiza resultados formativos significativos.

Finalmente, el objetivo del presente artículo es analizar la contribución de la metodología STEAM al desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato, considerando la integración interdisciplinaria de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas y su relación con la creatividad, la innovación y la resolución de problemas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Metodología STEAM y aprendizaje interdisciplinario

La metodología STEAM integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas con el propósito de generar experiencias de aprendizaje en las que los conocimientos de diferentes disciplinas se articulen para comprender fenómenos, afrontar desafíos y construir soluciones. Su valor pedagógico no reside únicamente en reunir contenidos de distintas asignaturas, sino en establecer conexiones significativas entre ellos mediante actividades contextualizadas, proyectos y situaciones problemáticas.

García Fuentes et al. (2023) señalan que la interdisciplinariedad constituye uno de los elementos centrales de la educación STEAM, junto con el aprendizaje práctico, la investigación y la vinculación de los contenidos con situaciones reales. Desde esta perspectiva, el estudiante deja de ser únicamente receptor de información y participa activamente en procesos de exploración, diseño, experimentación y evaluación de soluciones.

Esta forma de aprendizaje resulta especialmente pertinente en educación básica y bachillerato, etapas en las que se consolidan capacidades de razonamiento, comunicación, autonomía y resolución de problemas. Yim et al. (2025), en una revisión sistemática centrada en educación primaria, muestran que las prácticas STEAM se han extendido progresivamente hacia niveles escolares tempranos, aunque señalan la necesidad de continuar fortaleciendo la integración auténtica entre disciplinas y la evaluación de sus resultados educativos.

Por tanto, una experiencia STEAM debería partir de una pregunta, necesidad o desafío capaz de movilizar conocimientos procedentes de diversas áreas. La integración adquiere sentido cuando cada disciplina aporta herramientas para comprender o resolver el problema y no cuando sus contenidos aparecen simplemente yuxtapuestos.

2.2. Pensamiento creativo en experiencias STEAM

La creatividad constituye una de las competencias más asociadas con el enfoque STEAM. En el contexto educativo, puede entenderse como la capacidad para generar ideas, explorar alternativas, establecer relaciones novedosas y producir soluciones pertinentes frente a problemas determinados. No se limita a la creación artística, sino que interviene también en la formulación de hipótesis, el

diseño de prototipos, la programación, la modelización y la resolución de problemas científicos y tecnológicos.

Aguilera y Ortiz-Revilla (2021) encontraron, mediante una revisión sistemática, que la creatividad ocupa un lugar relevante en las investigaciones sobre educación STEAM, especialmente después de la incorporación explícita del componente artístico al enfoque STEM. Las artes pueden favorecer el pensamiento divergente y ampliar las formas mediante las cuales los estudiantes representan, interpretan y comunican conocimientos.

En este sentido, la creatividad se fortalece cuando el estudiante dispone de oportunidades para plantear distintas respuestas y no únicamente reproducir una solución predeterminada. Ozkan y Umdü Topsakal (2021) analizaron procesos de diseño STEAM con estudiantes de educación secundaria y encontraron resultados favorables en el desarrollo de la creatividad. La construcción, modificación y evaluación de productos permite que el estudiante transforme ideas iniciales a partir de la evidencia obtenida durante la experiencia.

Lage-Gómez y Ros (2024) profundizan esta discusión al destacar que dentro de los proyectos STEAM pueden coexistir diferentes manifestaciones de creatividad. Esto resulta importante porque permite superar una comprensión restringida del término: crear puede significar diseñar un objeto, proponer una estrategia, construir una explicación, realizar una representación artística o combinar conocimientos para solucionar una necesidad determinada.

2.3. Pensamiento científico

El pensamiento científico implica observar, preguntar, formular explicaciones, identificar variables, recopilar información, contrastar hipótesis y utilizar evidencias para argumentar conclusiones. En el ámbito escolar, estas habilidades resultan esenciales para que los estudiantes comprendan que la ciencia no consiste únicamente en memorizar conceptos, leyes o fórmulas, sino también en desarrollar formas sistemáticas de interpretar la realidad.

La metodología STEAM puede favorecer estas capacidades mediante problemas que requieren exploración, experimentación y toma de decisiones. Cuando una experiencia parte, por ejemplo, del diseño de una solución para ahorrar energía, mejorar la calidad del agua o construir una estructura resistente, el estudiante necesita comprender principios científicos y utilizar evidencias para justificar las decisiones adoptadas.

Tran et al. (2021) encontraron resultados positivos sobre la creatividad científica de estudiantes de educación secundaria después de participar en un currículo fundamentado en STEAM. Este hallazgo es relevante porque muestra que el pensamiento científico y el creativo no deben entenderse como procesos contrapuestos. La creatividad permite formular posibilidades, mientras que el razonamiento científico contribuye a contrastarlas, evaluarlas y determinar su viabilidad.

De esta manera, las actividades STEAM pueden generar escenarios donde formular una pregunta, experimentar, interpretar resultados y modificar una propuesta formen parte de una misma secuencia. La investigación escolar adquiere así un carácter aplicado y el conocimiento científico se convierte en una herramienta para comprender y solucionar problemas.

2.4. Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas

La metodología STEAM mantiene una relación estrecha con estrategias activas como el aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas. Ambas permiten organizar el aprendizaje alrededor de situaciones que requieren investigación, planificación, colaboración y elaboración de productos o soluciones.

Diego-Mantecón et al. (2021) evidenciaron que los proyectos STEAM pueden favorecer el desarrollo integrado de competencias cuando los estudiantes participan en desafíos interdisciplinarios prolongados. Bajo esta dinámica, los conocimientos dejan de utilizarse únicamente para superar una evaluación y pasan a funcionar como recursos necesarios para alcanzar una meta concreta.

La resolución de problemas ocupa un lugar central en este proceso. Frente a un desafío STEAM, los estudiantes deben comprender la situación, identificar restricciones, generar alternativas, seleccionar información pertinente, probar soluciones y valorar sus resultados. Cada una de estas fases demanda pensamiento crítico y creativo, pero también colaboración y capacidad para tomar decisiones.

Wilson et al. (2021) encontraron que las experiencias STEAM transdisciplinarias favorecieron habilidades relacionadas con creatividad, pensamiento crítico, resolución de problemas y aplicación de conocimientos. Estos hallazgos respaldan una concepción del aprendizaje en la que los estudiantes participan activamente en la producción de respuestas y no exclusivamente en la recepción de soluciones previamente establecidas.

2.5. Innovación, colaboración y aprendizaje activo

La innovación dentro del contexto escolar no necesariamente implica producir una invención completamente nueva. Puede expresarse mediante la búsqueda de soluciones diferentes, la adaptación de ideas existentes o la combinación creativa de conocimientos para responder a una necesidad. En este sentido, las experiencias STEAM pueden crear espacios donde los estudiantes desarrollen propuestas propias y aprendan a justificarlas, evaluarlas y mejorarlas.

El trabajo colaborativo también desempeña una función relevante. Los problemas interdisciplinarios suelen requerir diferentes conocimientos, perspectivas y capacidades, lo que favorece la distribución de tareas y el intercambio de ideas. Casado Fernández y Checa Romero (2023) analizaron conjuntamente creatividad, pensamiento crítico y trabajo en equipo dentro de proyectos STEAM en educación primaria, resaltando las posibilidades de este enfoque para desarrollar competencias que trascienden los contenidos disciplinares.

A partir de los fundamentos revisados, puede observarse que las dimensiones que componen STEAM se encuentran conectadas mediante procesos de investigación, creación, diseño y resolución de problemas. La Tabla 1 sintetiza la función educativa de cada componente y su posible contribución al desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico.

Tabla 1. Integración de los componentes STEAM y su contribución al desarrollo de competencias

Componente	Función dentro de la metodología STEAM	Capacidades que favorece	Aplicación educativa
Ciencia	Facilita la observación, explicación y comprensión de fenómenos mediante evidencias.	Pensamiento científico, formulación de preguntas, experimentación y argumentación.	Investigaciones, experimentos, análisis de fenómenos y comprobación de hipótesis.
Tecnología	Proporciona herramientas y recursos para investigar, modelar, crear y comunicar.	Pensamiento tecnológico, alfabetización digital, selección crítica de herramientas y creación.	Programación, simulaciones, recursos digitales, robótica y procesamiento de información.
Ingeniería	Introduce procesos sistemáticos de diseño orientados a solucionar necesidades.	Resolución de problemas, pensamiento crítico, planificación, construcción e iteración.	Diseño y prueba de prototipos, estructuras, mecanismos y soluciones funcionales.
Arte	Amplía las posibilidades de imaginación, diseño, representación y comunicación.	Creatividad, pensamiento divergente, expresión y sensibilidad estética.	Diseño visual, representación de ideas, producción artística y comunicación de soluciones.
Matemáticas	Permiten representar, medir, calcular, modelar e interpretar cuantitativamente situaciones.	Razonamiento lógico, pensamiento abstracto, análisis y modelización.	Medición, cálculos, patrones, geometría, análisis de datos y construcción de modelos.
Integración STEAM	Articula las cinco áreas alrededor de un desafío o problema significativo.	Creatividad, pensamiento científico-tecnológico, colaboración, innovación y resolución de problemas.	Proyectos interdisciplinarios, desafíos reales, diseño de soluciones y elaboración de productos.

Nota. Elaboración propia a partir de Diego-Mantecón et al. (2021), Wilson et al. (2021) y Yim et al. (2025).

Como se observa en la Tabla 1, ninguna de las disciplinas constituye por sí sola una experiencia STEAM. El potencial formativo del enfoque aparece cuando los conocimientos y procedimientos de las distintas áreas se articulan alrededor de un propósito compartido. La ciencia permite explicar; las matemáticas ayudan a representar y analizar; la tecnología proporciona herramientas; la ingeniería convierte las ideas en soluciones; y el arte amplía las posibilidades de creatividad, diseño y comunicación.

Esta articulación permite plantear una secuencia formativa en la que el estudiante identifica un problema, investiga sus características, genera ideas, diseña alternativas, utiliza herramientas científicas y tecnológicas, construye o representa una solución, evalúa los resultados y realiza mejoras. Así, el pensamiento creativo, científico y tecnológico no se desarrolla como capacidades independientes, sino mediante su interacción durante la resolución de situaciones significativas.

En consecuencia, el sustento teórico de esta investigación concibe la metodología STEAM como un enfoque interdisciplinario y activo cuyo valor depende de la calidad de la integración entre sus componentes. La evidencia revisada permite plantear que las experiencias basadas en proyectos, investigación, diseño y resolución de problemas pueden contribuir al fortalecimiento de la creatividad, el razonamiento científico, la competencia tecnológica y la capacidad de innovación de los estudiantes de educación básica y bachillerato, siempre que dichas experiencias se encuentren pedagógicamente estructuradas y respondan a objetivos de aprendizaje claramente definidos.

A partir de los fundamentos analizados, la metodología STEAM puede comprenderse como un proceso interdisciplinario en el que los estudiantes parten de problemas o desafíos

contextualizados y movilizan conocimientos científicos, tecnológicos, ingenieriles, artísticos y matemáticos para construir soluciones. Esta integración adquiere valor pedagógico cuando promueve procesos activos de investigación, generación de ideas, diseño, experimentación, construcción, evaluación y mejora continua. En este proceso también intervienen competencias transversales como la colaboración y el pensamiento crítico, necesarias para analizar alternativas, justificar decisiones y enriquecer las soluciones propuestas.

La Figura 1 sintetiza esta relación y muestra cómo la articulación de los componentes STEAM puede contribuir al desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico.

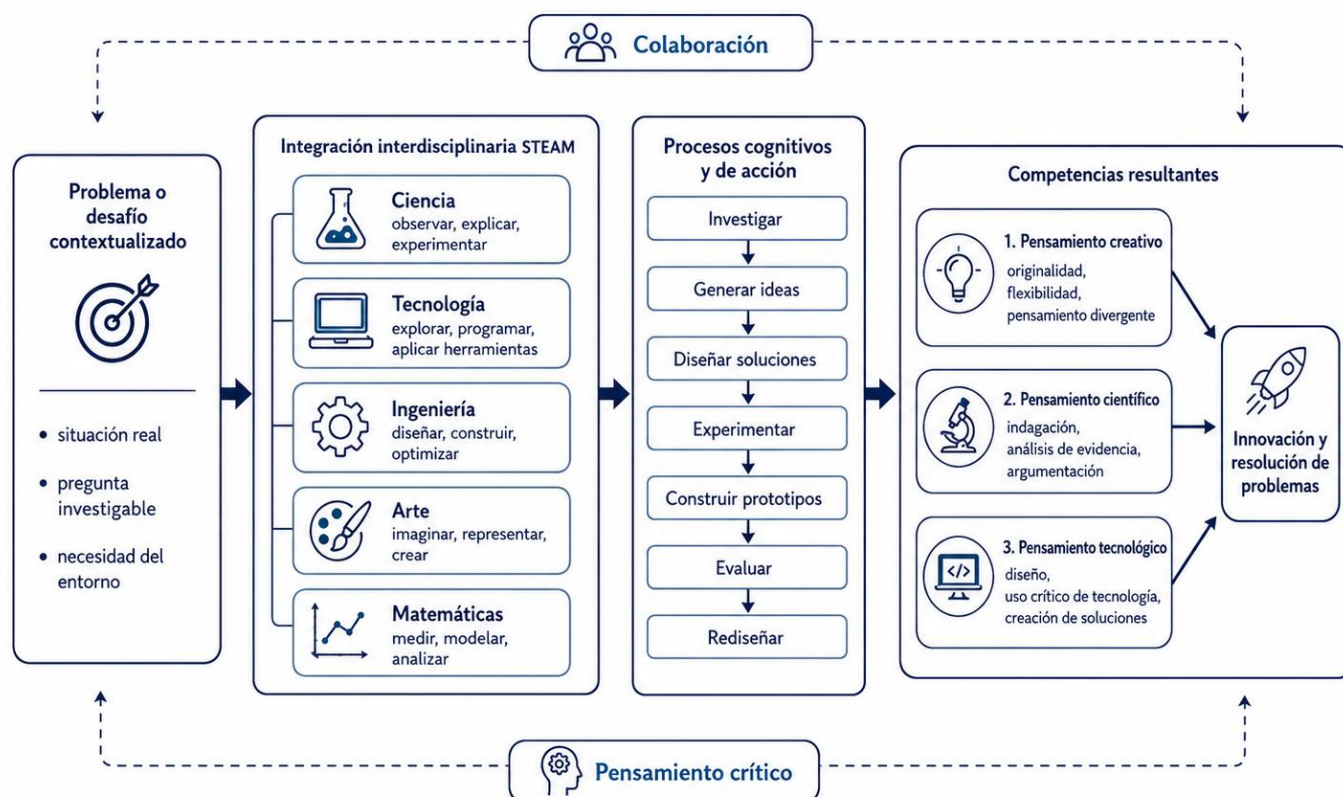


Figura 1. Modelo integrador de la metodología STEAM para el desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico.

Como se observa en la Figura 1, el modelo parte de una situación problemática o desafío relacionado con el contexto del estudiante, lo que permite otorgar significado al aprendizaje. A partir de esta situación se integran las distintas disciplinas STEAM, cada una con una función específica: la ciencia contribuye a observar y explicar fenómenos; la tecnología proporciona herramientas para explorar y crear; la ingeniería orienta los procesos de diseño y construcción; el arte amplía las posibilidades de imaginación y representación; y las matemáticas permiten medir, modelar y analizar información.

La interacción de estas disciplinas activa procesos cognitivos y prácticos que incluyen investigar, generar ideas, diseñar soluciones, experimentar, construir prototipos, evaluar y rediseñar. Como resultado, se favorece el desarrollo del pensamiento creativo, mediante la originalidad y la generación de alternativas; del pensamiento científico, mediante la indagación y el análisis de evidencias; y del pensamiento tecnológico, mediante el diseño y el uso crítico de herramientas. La convergencia de estas capacidades puede fortalecer la innovación y la resolución de problemas,

evidenciando que el potencial educativo de STEAM reside principalmente en la integración significativa de conocimientos y procesos orientados a la construcción de soluciones.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y diseño

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de tipo documental y alcance descriptivo-analítico, orientado a examinar la evidencia científica sobre la metodología STEAM y su relación con el desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato.

3.2. Estrategia de búsqueda y selección

La revisión se concentró principalmente en publicaciones científicas correspondientes al periodo 2021-2026. Se emplearon términos de búsqueda en español e inglés relacionados con *STEAM education*, *creative thinking*, *scientific thinking*, *technological thinking*, *problem solving*, *project-based learning* e *interdisciplinary learning*.

Se incluyeron artículos revisados por pares, estudios empíricos y revisiones sistemáticas directamente vinculadas con población escolar. Se excluyeron documentos duplicados, publicaciones sin respaldo académico verificable y estudios alejados del nivel de educación básica y bachillerato. Aplicados estos criterios, se seleccionaron 20 estudios científicos para el análisis.

3.3. Análisis de la información

La información fue examinada mediante análisis temático, organizando los hallazgos en cinco categorías: integración interdisciplinaria STEAM, pensamiento creativo, pensamiento científico, pensamiento tecnológico y resolución de problemas. Posteriormente, se realizó una síntesis interpretativa orientada a identificar tendencias, coincidencias y aportes relevantes de la evidencia revisada.

4. RESULTADOS

El análisis de las 20 investigaciones seleccionadas permitió identificar una tendencia general favorable respecto al uso de la metodología STEAM en educación básica y bachillerato. Aunque los estudios difieren en diseño, duración, nivel educativo y forma de implementación, sus resultados muestran que las experiencias interdisciplinarias adquieren mayor valor cuando los estudiantes no se limitan a recibir contenidos, sino que deben investigar, diseñar, experimentar, construir y justificar soluciones frente a problemas concretos.

Los hallazgos también evidencian que los beneficios de STEAM no se concentran en una única capacidad. La creatividad aparece de manera recurrente, pero se encuentra acompañada por procesos de razonamiento científico, utilización de tecnologías, diseño de soluciones, colaboración y resolución de problemas. En este sentido, la metodología parece actuar como un espacio de convergencia entre diferentes formas de pensamiento, especialmente cuando existe una integración real entre las disciplinas y las actividades se organizan alrededor de proyectos o desafíos contextualizados.

4.1. Tendencias generales identificadas en la literatura

Una primera tendencia corresponde al predominio de experiencias de aprendizaje activo e interdisciplinario. Los estudios revisados muestran que STEAM suele implementarse mediante proyectos, situaciones problemáticas, procesos de diseño y actividades prácticas. García Fuentes et al. (2023) destacan precisamente la interdisciplinariedad y la conexión con situaciones reales como características frecuentes de este enfoque, mientras que Diego-Mantecón et al. (2021) muestran que los proyectos STEAM permiten movilizar simultáneamente distintas competencias cuando los estudiantes participan de forma activa en la construcción de una solución.

La creatividad constituye otro de los resultados más reiterados. Aguilera y Ortiz-Revilla (2021) identificaron una presencia importante de esta variable dentro de la investigación sobre STEAM, mientras que Ozkan y Umdü Topsakal (2021) encontraron que los procesos de diseño pueden ofrecer oportunidades para que los estudiantes generen, revisen y transformen ideas. De forma complementaria, Lage-Gómez y Ros (2024) muestran que la creatividad dentro de los proyectos STEAM puede adoptar distintas formas, por lo que no debería limitarse únicamente a la producción artística.

La Tabla 2 organiza los principales hallazgos identificados según las dimensiones que estructuran el presente estudio.

Tabla 2. Principales hallazgos de la literatura sobre metodología STEAM y desarrollo de competencias

Dimensión analizada	Tendencia identificada	Evidencia representativa	Interpretación educativa
Integración interdisciplinaria	La articulación entre distintas áreas favorece experiencias de aprendizaje contextualizadas y menos fragmentadas.	Diego-Mantecón et al. (2021); García Fuentes et al. (2023); Yim et al. (2025)	STEAM adquiere mayor sentido cuando las disciplinas contribuyen de manera complementaria a resolver un problema común.
Pensamiento creativo	Las actividades de diseño y los proyectos abiertos favorecen la generación de ideas, flexibilidad y búsqueda de alternativas.	Aguilera y Ortiz-Revilla (2021); Ozkan y Umdü Topsakal (2021); Lage-Gómez y Ros (2024)	La creatividad se fortalece cuando existe más de una posible solución y el estudiante puede experimentar y modificar sus propuestas.
Pensamiento científico	La indagación, experimentación y análisis de evidencias aparecen integrados en diferentes propuestas STEAM.	Tran et al. (2021); Filipe et al. (2024)	Los conocimientos científicos se utilizan para comprender situaciones y fundamentar decisiones, no solo para reproducir información.
Pensamiento tecnológico	Las tecnologías se emplean para investigar, programar, representar, modelar o construir soluciones.	Hsiao et al. (2022); Leavy et al. (2023)	El valor tecnológico aumenta cuando las herramientas se utilizan con una finalidad de resolución de problemas.
Resolución de problemas	Los proyectos STEAM demandan identificar necesidades, generar alternativas, probarlas y evaluar sus resultados.	Wilson et al. (2021); Diego-Mantecón et al. (2021)	Resolver problemas funciona como eje articulador de las diferentes disciplinas y capacidades.
Colaboración y pensamiento crítico	Las actividades interdisciplinarias promueven intercambio de ideas, argumentación.	Wilson et al. (2021); Casado Fernández y Checa Romero (2023)	STEAM también puede fortalecer competencias transversales necesarias para justificar soluciones.

Nota. Elaboración propia a partir de las investigaciones incluidas en la revisión.

Como se observa en la Tabla 2, la evidencia no presenta a creatividad, pensamiento científico y pensamiento tecnológico como resultados completamente separados. Por el contrario, estas capacidades suelen activarse simultáneamente cuando el estudiante debe responder a un desafío. Diseñar una solución implica imaginar posibilidades, pero también valorar si son viables; experimentar requiere aplicar conocimientos científicos, mientras que construir o representar una propuesta puede demandar herramientas tecnológicas y procedimientos de ingeniería.

Este hallazgo resulta especialmente importante para comprender el enfoque STEAM. Su potencial no parece depender de cuánto contenido de cada disciplina se incorpore en una actividad, sino de cómo se relacionan esos conocimientos durante la resolución de una situación concreta. Una experiencia puede incluir ciencia, matemáticas y tecnología y, aun así, conservar una estructura fragmentada si cada componente se desarrolla de manera independiente.

4.2. Desarrollo del pensamiento creativo

El pensamiento creativo fue una de las dimensiones con mayor presencia en las investigaciones revisadas. Los resultados indican que las actividades STEAM pueden favorecer especialmente la generación de alternativas cuando los estudiantes enfrentan problemas abiertos, construyen productos o prototipos y tienen la oportunidad de modificar sus decisiones iniciales.

Aguilera y Ortiz-Revilla (2021) encontraron que la creatividad constituye uno de los argumentos más recurrentes para justificar la incorporación del arte dentro de STEM. Sin embargo, la evidencia revisada permite observar que la creatividad no depende exclusivamente del componente artístico. También puede manifestarse al formular una hipótesis, diseñar un mecanismo, encontrar una forma diferente de utilizar un material o desarrollar una solución tecnológica.

Los resultados de Ozkan y Umdü Topsakal (2021) respaldan la importancia de los procesos de diseño en este desarrollo. Cuando los estudiantes deben producir una respuesta propia, evaluar su funcionamiento y realizar modificaciones, la actividad deja de tener una única solución predeterminada. Esta apertura puede favorecer la originalidad y la flexibilidad cognitiva.

Filipe et al. (2024) muestran, además, que la creatividad puede fortalecerse cuando las disciplinas se integran alrededor de una producción significativa. De este modo, la creatividad aparece menos como una habilidad aislada y más como un proceso que acompaña la investigación, el diseño y la aplicación del conocimiento.

4.3. Pensamiento científico y tecnológico

Los estudios revisados también muestran aportes relevantes para el pensamiento científico. Las experiencias STEAM permiten trasladar procesos como la observación, formulación de preguntas, experimentación y utilización de evidencias hacia situaciones aplicadas. Tran et al. (2021) encontraron resultados favorables en creatividad científica después de implementar una propuesta STEAM, lo que muestra que el pensamiento científico puede desarrollarse paralelamente con la generación de ideas originales.

Este resultado permite superar la idea de que creatividad y rigor científico representan formas de pensamiento incompatibles. En realidad, ambas pueden complementarse: la creatividad permite

imaginar posibilidades y formular soluciones, mientras que la indagación científica ayuda a contrastarlas mediante datos, observaciones o experimentos.

En cuanto al componente tecnológico, Leavy et al. (2023) evidencian una presencia creciente de tecnologías dentro de las experiencias STEAM. Sin embargo, los resultados revisados sugieren que disponer de recursos digitales no constituye por sí mismo una innovación. La contribución educativa de la tecnología aparece cuando el estudiante la utiliza para investigar, modelar, programar, construir, representar o comunicar una solución.

Hsiao et al. (2022) muestran también la importancia de combinar conocimientos con desempeño práctico. Esto refuerza una característica central del enfoque: el aprendizaje no termina cuando el estudiante comprende un concepto, sino cuando puede aplicarlo, probarlo y utilizarlo dentro de una situación que demanda una respuesta.

4.4. Resolución de problemas como eje articulador

La resolución de problemas emergió como uno de los elementos que mejor conecta las diferentes dimensiones encontradas. En las experiencias STEAM, el estudiante puede pasar de comprender un problema a investigar sus causas, proponer alternativas, seleccionar recursos, diseñar una solución, construirla y evaluar sus resultados. Wilson et al. (2021) identificaron efectos favorables de experiencias STEAM transdisciplinarias sobre habilidades relacionadas con pensamiento crítico, creatividad, aplicación del conocimiento y resolución de problemas. Estos resultados sugieren que el valor del enfoque se encuentra en buena medida en el tipo de actividad intelectual que exige al estudiante.

Desde esta perspectiva, resolver un problema STEAM no consiste únicamente en encontrar una respuesta correcta. Supone analizar restricciones, comparar posibilidades, justificar decisiones y reconocer cuándo una solución necesita ser modificada. El error adquiere entonces una función formativa, porque proporciona información para revisar y rediseñar.

A partir de estas relaciones fue posible identificar un patrón común entre las investigaciones revisadas. La Tabla 3 presenta esta secuencia de manera analítica, mostrando las condiciones pedagógicas que aparecen vinculadas con determinados procesos de aprendizaje y sus resultados potenciales.

Tabla 3. Relación entre características de las experiencias STEAM, procesos activados y resultados educativos

Característica de la experiencia STEAM	Proceso que activa en el estudiante	Competencia principalmente asociada	Resultado educativo observado o esperado
Problema contextualizado	Analizar una situación, formular preguntas e identificar necesidades.	Pensamiento científico y crítico	Mayor significado del aprendizaje y aplicación del conocimiento.
Integración de disciplinas	Relacionar conceptos y utilizar conocimientos de diferentes áreas.	Pensamiento interdisciplinario	Comprensión menos fragmentada de los problemas.
Generación de alternativas	Imaginar, comparar y seleccionar diferentes posibilidades.	Pensamiento creativo	Mayor flexibilidad y producción de soluciones diversas.

Experimentación	Formular hipótesis, probar ideas y analizar evidencia.	Pensamiento científico	Desarrollo de procesos de indagación y argumentación.
Diseño y construcción	Planificar, crear, utilizar recursos y convertir ideas en productos.	Pensamiento tecnológico y de ingeniería	Aplicación práctica del conocimiento y creación de soluciones.
Evaluación y rediseño	Detectar errores, valorar resultados y realizar modificaciones.	Pensamiento crítico y tecnológico	Mejora progresiva de las soluciones y aprendizaje a partir del error.
Trabajo colaborativo	Dialogar, distribuir responsabilidades, contrastar perspectivas y tomar decisiones.	Colaboración y comunicación	Construcción colectiva de conocimientos y soluciones.
Presentación de resultados	Explicar procesos, justificar decisiones y comunicar productos.	Argumentación y comunicación	Mayor capacidad para fundamentar y comunicar el aprendizaje.

Nota. Elaboración propia a partir de Wilson et al. (2021), Diego-Mantecón et al. (2021)

La Tabla 3 permite advertir que los resultados atribuidos a STEAM dependen, en gran medida, de lo que el estudiante hace durante la experiencia. Si una actividad se limita a seguir instrucciones para construir un producto cuyo procedimiento y resultado ya están determinados, las oportunidades para desarrollar creatividad o resolución de problemas pueden ser reducidas. En cambio, cuando existe una situación abierta que obliga a investigar, tomar decisiones y evaluar alternativas, se generan mayores posibilidades de activar procesos cognitivos complejos.

Esta interpretación también permite comprender por qué no todas las experiencias identificadas como STEAM producen los mismos efectos. La incorporación de varias disciplinas constituye una condición importante, pero no suficiente. La calidad del problema planteado, el grado de autonomía otorgado al estudiante, las posibilidades de experimentación, la utilización pedagógica de la tecnología y las oportunidades para revisar las soluciones influyen en la profundidad del aprendizaje.

4.5. Integración de los principales resultados

En conjunto, los hallazgos permiten identificar una secuencia conceptual consistente con el modelo presentado al final del marco teórico. Las experiencias que parten de problemas contextualizados tienden a favorecer la movilización de conocimientos procedentes de distintas disciplinas. Esta integración genera oportunidades para investigar, diseñar, experimentar y construir, procesos mediante los cuales pueden desarrollarse de manera articulada el pensamiento creativo, científico y tecnológico.

No obstante, los resultados sugieren evitar una interpretación lineal o automática. STEAM no produce creatividad o pensamiento científico únicamente por recibir esa denominación. Los efectos dependen de la planificación pedagógica, de la forma en que se integran las disciplinas y del protagonismo real otorgado al estudiante. García Fuentes et al. (2023) y Yim et al. (2025) coinciden en la importancia de profundizar en la integración interdisciplinaria y en las condiciones bajo las cuales se implementan estas experiencias.

También se observa que el aprendizaje basado en proyectos y los procesos de diseño funcionan como mecanismos especialmente relevantes. Permiten trasladar el conocimiento desde una lógica predominantemente conceptual hacia una lógica de aplicación, en la que el estudiante debe

utilizar lo aprendido para producir una respuesta. Esta transición explica, al menos parcialmente, la presencia simultánea de creatividad, razonamiento científico, pensamiento tecnológico y resolución de problemas en los estudios revisados.

En síntesis, los resultados muestran que la principal contribución de la metodología STEAM no se encuentra únicamente en integrar cinco campos disciplinares, sino en crear experiencias en las que diferentes formas de conocimiento interactúan para responder a problemas significativos. La evidencia analizada permite reconocer efectos favorables sobre el pensamiento creativo, científico y tecnológico, así como sobre competencias transversales de colaboración, pensamiento crítico e innovación. Sin embargo, la magnitud y profundidad de estos aportes dependen de que la metodología sea implementada mediante experiencias auténticamente interdisciplinarias, activas y orientadas a la resolución de problemas.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de la revisión permiten sostener que la metodología STEAM posee un potencial significativo para favorecer el desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato. Sin embargo, los hallazgos también muestran que dicho potencial no depende únicamente de incorporar ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas dentro de una misma actividad. La contribución educativa del enfoque parece estar relacionada principalmente con la capacidad de integrar estas disciplinas alrededor de problemas auténticos que demanden investigación, generación de ideas, experimentación, diseño y evaluación de soluciones.

En este sentido, Aguilera y Ortiz-Revilla (2021) destacan que la creatividad constituye una de las dimensiones centrales que ha impulsado el tránsito desde STEM hacia STEAM. Los resultados encontrados en esta revisión coinciden con esta perspectiva, especialmente porque las experiencias que ofrecen mayor autonomía para generar alternativas y modificar propuestas parecen proporcionar mejores condiciones para el pensamiento divergente. No obstante, la creatividad no debe atribuirse exclusivamente a la incorporación del arte. Dentro de una experiencia STEAM, también existe creatividad cuando un estudiante formula una explicación original, modifica un diseño, encuentra una estrategia matemática diferente o desarrolla una solución tecnológica frente a una necesidad.

Esta interpretación coincide con Ozkan y Umdü Topsakal (2021), quienes evidenciaron que los procesos de diseño STEAM pueden favorecer el desarrollo de la creatividad en estudiantes de educación secundaria. El diseño adquiere especial importancia porque obliga a pasar de una idea inicial a una solución susceptible de ser probada y posteriormente mejorada. Así, el estudiante no solamente imagina, sino que debe contrastar sus ideas con restricciones, evidencias y resultados concretos. Esta dinámica permite comprender por qué la creatividad dentro de STEAM puede coexistir con el razonamiento científico y tecnológico, en lugar de constituir un proceso separado de ellos.

De manera complementaria, Lage-Gómez y Ros (2024) muestran que en los proyectos STEAM pueden coexistir diversas manifestaciones de creatividad. Este planteamiento resulta relevante para interpretar los hallazgos obtenidos, pues evita reducir la creatividad a la producción estética o artística. En la práctica educativa, una solución puede ser creativa por la forma en que integra conocimientos, por el procedimiento utilizado para resolver un problema o por la capacidad

del estudiante para transformar una propuesta después de identificar sus limitaciones. Por tanto, la creatividad adquiere un carácter transversal dentro del proceso STEAM.

Respecto al pensamiento científico, los resultados muestran que la metodología puede generar oportunidades para observar fenómenos, formular preguntas, experimentar, recopilar información y utilizar evidencias para tomar decisiones. Tran et al. (2021) encontraron efectos favorables de una propuesta STEAM sobre la creatividad científica de estudiantes de secundaria, lo que respalda la idea de que pensamiento científico y creatividad pueden fortalecerse de manera simultánea. Este resultado resulta especialmente importante en contextos escolares donde la enseñanza de las ciencias todavía puede concentrarse excesivamente en la memorización de conceptos y procedimientos previamente establecidos.

Desde esta perspectiva, STEAM ofrece la posibilidad de acercar el aprendizaje científico a una lógica de indagación. El estudiante no solamente necesita saber qué ocurre, sino comprender por qué sucede, comprobar si su explicación resulta adecuada y utilizar ese conocimiento para resolver una situación. La ciencia adquiere así una función práctica dentro del proyecto, mientras que la creatividad permite formular posibilidades que posteriormente pueden ser sometidas a experimentación. Esta articulación representa uno de los principales aportes identificados en la literatura revisada.

El pensamiento tecnológico presenta una dinámica semejante. Leavy et al. (2023) evidencian la creciente presencia de tecnologías emergentes dentro de las experiencias STEAM. Sin embargo, los resultados analizados permiten señalar que la incorporación tecnológica adquiere mayor valor cuando el estudiante deja de ser únicamente consumidor de herramientas y comienza a utilizarlas para investigar, modelar, programar, representar o construir soluciones. En consecuencia, disponer de dispositivos o plataformas digitales no convierte automáticamente una actividad en STEAM; lo relevante es la función cognitiva y práctica que la tecnología cumple dentro del proceso de resolución del problema.

Esta idea también encuentra respaldo en Hsiao et al. (2022), quienes estudiaron experiencias que combinaron aprendizaje basado en proyectos con STEAM y analizaron conocimiento, creatividad y desempeño práctico. La participación del estudiante en actividades de construcción permite conectar los contenidos conceptuales con su aplicación y evaluación. Desde el punto de vista pedagógico, esta relación es importante porque transforma el conocimiento en una herramienta para actuar sobre una situación, en lugar de mantenerlo exclusivamente en el plano teórico.

Otro resultado relevante corresponde al papel de la interdisciplinariedad. García Fuentes et al. (2023) identifican la integración disciplinar como uno de los fundamentos de la educación STEAM, junto con el aprendizaje práctico y la conexión con situaciones reales. Los hallazgos de la presente revisión respaldan esta interpretación, pero permiten introducir una precisión: integrar disciplinas no significa simplemente incluir contenidos procedentes de varias asignaturas. La integración se vuelve significativa cuando esos conocimientos son necesarios para comprender o resolver un mismo desafío.

Por ejemplo, construir un prototipo puede requerir comprender principios científicos, realizar cálculos matemáticos, seleccionar recursos tecnológicos, aplicar un proceso de diseño ingenieril y considerar elementos creativos y comunicativos relacionados con el arte. En este caso, las disciplinas

no aparecen como fragmentos independientes, sino como recursos que el estudiante debe combinar estratégicamente. Esta diferencia resulta fundamental para evitar que STEAM se convierta únicamente en una etiqueta aplicada a actividades multidisciplinares tradicionales.

En este punto, los hallazgos coinciden con Diego-Mantecón et al. (2021), quienes muestran que los proyectos STEAM pueden contribuir al desarrollo integrado de competencias cuando el aprendizaje se organiza alrededor de desafíos que requieren investigación, colaboración y construcción de productos. El aprendizaje basado en proyectos parece funcionar, por tanto, como uno de los mecanismos pedagógicos más adecuados para concretar la interdisciplinariedad STEAM, debido a que proporciona una finalidad común alrededor de la cual pueden movilizarse las distintas áreas del conocimiento.

La resolución de problemas aparece precisamente como uno de los principales ejes articuladores encontrados en esta investigación. Wilson et al. (2021) identificaron resultados favorables de experiencias STEAM transdisciplinarias en capacidades relacionadas con pensamiento crítico, creatividad, aplicación del conocimiento y resolución de problemas. Estos resultados son coherentes con el modelo conceptual planteado en este artículo, donde un problema contextualizado constituye el punto de partida para investigar, diseñar, experimentar y evaluar alternativas.

Este hallazgo tiene una implicación pedagógica importante: no todos los problemas ofrecen las mismas oportunidades para desarrollar pensamiento complejo. Una actividad excesivamente dirigida, en la que los estudiantes conocen anticipadamente el procedimiento y el resultado esperado, puede limitar la toma de decisiones y la generación de alternativas. Por el contrario, los desafíos suficientemente abiertos permiten comparar posibilidades, justificar elecciones y aprender de los resultados obtenidos. El error adquiere en este contexto una función productiva, pues proporciona información para modificar y mejorar una solución.

La incorporación del arte también merece una consideración particular. Sanz-Camarero et al. (2023) muestran que alcanzar una integración significativa de la educación artística dentro de STEAM continúa siendo un desafío. Este resultado coincide con la necesidad, identificada en la presente revisión, de evitar que el arte sea reducido a la decoración final de un producto científico o tecnológico. La dimensión artística puede intervenir desde el inicio mediante la imaginación, la representación, el diseño, la comunicación y la exploración de posibilidades.

En esta misma línea, Filipe et al. (2024) evidencian cómo una experiencia integrada puede combinar conocimientos científicos con procesos creativos y de producción. Esto refuerza la idea de que la “A” de STEAM puede actuar como un elemento que amplía las formas de aproximarse a los problemas y comunicar las soluciones, siempre que su presencia responda a objetivos pedagógicos y no únicamente a criterios estéticos.

El análisis también muestra que las competencias desarrolladas mediante STEAM trascienden las tres dimensiones centrales consideradas en este estudio. Casado Fernández y Checa Romero (2023) relacionan los proyectos STEAM con creatividad, pensamiento crítico y trabajo colaborativo. Estos elementos resultan especialmente importantes porque los problemas científicos y tecnológicos contemporáneos difícilmente pueden resolverse desde una única perspectiva. Saber escuchar, contrastar propuestas, distribuir responsabilidades y justificar decisiones forma parte también de una experiencia educativa orientada a la innovación.

Asimismo, la revisión de Yim et al. (2025) pone de manifiesto el creciente interés por implementar STEAM desde la educación primaria. Este aspecto refuerza la pertinencia de no reservar estas metodologías exclusivamente para etapas educativas avanzadas. Las capacidades para preguntar, explorar, construir y experimentar pueden desarrollarse progresivamente desde edades tempranas, adaptando la complejidad de los problemas y las herramientas a las características del alumnado.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando algunas limitaciones. Las investigaciones revisadas presentan diversidad en cuanto a niveles educativos, duración de las intervenciones, tamaño de las muestras, instrumentos de evaluación y formas de entender la integración STEAM. Esta heterogeneidad dificulta establecer un efecto uniforme del enfoque sobre todas las competencias analizadas. Además, algunos estudios evalúan experiencias de corta duración, lo que limita la posibilidad de determinar si los aprendizajes alcanzados se mantienen en el tiempo.

Otra limitación reside en que las competencias asociadas al pensamiento creativo, científico y tecnológico son conceptos amplios que no siempre son evaluados mediante los mismos indicadores. En consecuencia, futuras investigaciones deberían incorporar diseños longitudinales, instrumentos validados y comparaciones entre diferentes modalidades de implementación. También sería pertinente fortalecer la investigación desarrollada en contextos latinoamericanos, especialmente en educación básica y bachillerato, para comprender cómo factores como infraestructura, formación docente, acceso tecnológico y organización curricular influyen en los resultados.

6. CONCLUSIONES

La revisión realizada permite concluir que la metodología STEAM constituye un enfoque educativo con potencial para favorecer el desarrollo articulado del pensamiento creativo, científico y tecnológico en estudiantes de educación básica y bachillerato. Su principal aporte no radica únicamente en integrar contenidos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, sino en organizar experiencias de aprendizaje donde estas disciplinas interactúan para comprender problemas, generar alternativas y construir soluciones.

Los hallazgos muestran que el pensamiento creativo se fortalece especialmente cuando los estudiantes participan en actividades abiertas que les permiten formular ideas, explorar diferentes posibilidades, diseñar propuestas y modificar sus soluciones a partir de los resultados obtenidos. En este contexto, la creatividad no se limita al componente artístico, sino que también se expresa en la formulación de hipótesis, el diseño de prototipos, la búsqueda de estrategias y la adaptación de conocimientos a situaciones nuevas.

Asimismo, la metodología STEAM favorece procesos asociados con el pensamiento científico, como la observación, la indagación, la experimentación y el análisis de evidencias. Estas capacidades adquieren mayor significado cuando se vinculan con problemas contextualizados, debido a que el estudiante utiliza el conocimiento científico como una herramienta para interpretar situaciones y fundamentar decisiones. De manera complementaria, el pensamiento tecnológico se desarrolla mediante la selección, utilización y creación de herramientas orientadas a investigar, modelar, construir y comunicar soluciones.

Otro aspecto relevante es que la resolución de problemas funciona como eje articulador de las experiencias STEAM. Investigar una situación, generar ideas, diseñar, construir, evaluar y rediseñar permite que distintas formas de pensamiento se activen de manera simultánea. En este proceso, el error adquiere un valor formativo, pues ofrece información para revisar decisiones y mejorar las propuestas desarrolladas.

La evidencia analizada también muestra que la calidad de una experiencia STEAM depende de la integración real entre disciplinas. La presencia simultánea de contenidos científicos, tecnológicos, artísticos o matemáticos no garantiza por sí sola un aprendizaje interdisciplinario. Para alcanzar resultados significativos es necesario que cada área contribuya de manera funcional a la comprensión o resolución de un desafío común y que el estudiante tenga una participación en la toma de decisiones.

Además, competencias transversales como la colaboración y el pensamiento crítico aparecen estrechamente vinculadas con este enfoque. El intercambio de ideas, la argumentación, la distribución de responsabilidades y la evaluación de alternativas fortalecen una formación que trasciende la adquisición de contenidos disciplinares y aproxima el aprendizaje escolar a situaciones complejas del mundo real.

En consecuencia, el objetivo del estudio se cumple al evidenciar que la metodología STEAM puede contribuir al desarrollo del pensamiento creativo, científico y tecnológico cuando se implementa mediante experiencias auténticamente interdisciplinarias, contextualizadas y orientadas a la resolución de problemas. No obstante, los resultados deben interpretarse considerando la diversidad de diseños, contextos educativos e instrumentos utilizados en los estudios revisados.

Finalmente, se recomienda fortalecer la formación docente en planificación interdisciplinaria, diseño de proyectos y evaluación de competencias STEAM, así como ampliar las investigaciones longitudinales y experimentales en contextos latinoamericanos. Esto permitiría comprender con mayor precisión qué condiciones pedagógicas, institucionales y tecnológicas favorecen una implementación efectiva del enfoque y su contribución sostenida al desarrollo de competencias necesarias para afrontar los desafíos científicos, tecnológicos y sociales contemporáneos.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Fortalecer la formación docente en metodología STEAM, especialmente en planificación interdisciplinaria, aprendizaje basado en proyectos, diseño de desafíos auténticos y evaluación de competencias.
- ✓ Diseñar experiencias STEAM vinculadas con problemas reales del entorno, de manera que los estudiantes puedan aplicar conocimientos científicos, tecnológicos, matemáticos, artísticos y de ingeniería en situaciones significativas.
- ✓ Promover una integración auténtica entre disciplinas, evitando actividades en las que cada área se trabaje de forma aislada o superficial bajo la etiqueta STEAM.
- ✓ Favorecer la participación del estudiante mediante procesos de investigación, experimentación, diseño, construcción de prototipos, evaluación y rediseño de soluciones.
- ✓ Incorporar tecnologías con una finalidad pedagógica clara, priorizando su uso para investigar, modelar, programar, crear y resolver problemas, y no únicamente como recursos de apoyo visual.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses con su investigación

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Autor 1.	Autor 2.
Participar activamente en:		
Conceptualización	X	X
Análisis formal	X	X
Adquisición de fondos	X	X
Investigación	X	X
Metodología	X	X
Administración del proyecto	X	X
Recursos	X	X
Redacción –borrador original	X	X
Redacción –revisión y edición	X	X
La discusión de los resultados	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. DOI: 10.3390/educsci11070331
- Casado Fernández, R., & Checa Romero, M. (2023). Creativity, critical thinking and teamwork in primary education: An interdisciplinary approach through STEAM projects. *Revista Complutense de Educación*, 34(3), 629–640. DOI: 10.5209/rced.79861
- Diego-Mantecón, J.-M., Blanco, T.-F., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. *Comunicar*, 66, 33–43. DOI: 10.3916/C66-2021-03.
- Eitah, R. M., & Abueita, J. D. (2023). The effectiveness of a STEAM-based learning approach in creative thinking among eighth-grade students in Jordan. *International Journal for Research in Education*, 47(3), 172–202. DOI: 10.36771/ijre.47.3.23-pp172-202.
- Filipe, J., Baptista, M., & Conceição, T. (2024). Integrated STEAM education for students' creativity development. *Education Sciences*, 14(6), 676. DOI: 10.3390/educsci14060676.
- García Fuentes, O., Raposo Rivas, M., & Martínez Figueira, M. E. (2023). STEAM education: Review of literature. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191–202. DOI: 10.5209/rced.77261.
- Hsiao, H.-S., Chen, J.-C., Chen, J.-H., Zeng, Y.-T., & Chung, G.-H. (2022). An assessment of junior high school students' knowledge, creativity, and hands-on performance using PBL via cognitive–affective interaction model to achieve STEAM. *Sustainability*, 14(9), 5582. DOI: 10.3390/su14095582.

- Lage-Gómez, C., & Ros, G. (2024). On the interrelationships between diverse creativities in primary education STEAM projects. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101456. DOI: 10.1016/j.tsc.2023.101456.
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., & Stylianou, E. (2023). The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(4), 1061–1082. DOI: 10.1111/jcal.12806.
- Mansyur, A. J., Bahar, A. A., & Dasari, D. (2024). The effectiveness of implementing the STEAM approach based on project-based learning (PjBL) on middle school students' self-confidence and creativity. *MaPan: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 12(2), 354–365. DOI: 10.24252/mapan.2024v12n2a9.
- Maričić, M., Andić, B., Mumcu, F., Marić, M., Gordić, S., Gorjanac Ranitović, M., & Cvjetičanin, S. (2025). Enhancing student engagement through instructional STEAM learning activities and self-explanation effect. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(1), em2560. DOI: 10.29333/ejmste/15798.
- Martínez Hernández, N. A., & Pascuas Rengifo, Y. S. (2025). Implementación del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la educación secundaria alta: revisión sistemática de metodologías, temáticas y formación de ciudadanos activos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 76, 254–294. DOI: 10.35575/rvucn.n76a10.
- Ozkan, G., & Umdü Topsakal, U. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM design processes on middle school students' creativity. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 95–116. DOI: 10.1007/s10798-019-09547-z.
- Pabón-Rúa, J.-D., López-Ríos, S.-Y., & Cardona-Zapata, M.-E. (2024). Perspectivas teóricas y metodológicas sobre creatividad en educación STEAM: Una revisión sistemática. *Revista Científica*, 51(3), 1–21. DOI: 10.14483/23448350.21959.
- Rodríguez de la Barrera, A., & Genes Quintero, C. (2024). La metodología STEAM: Una experiencia interdisciplinar para fomentar la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje. *Praxis*, 20(2), 248–262. DOI: 10.21676/23897856.5622.
- Sanz-Camarero, R., Ortiz-Revilla, J., & Greca, I. M. (2023). The impact of integrated STEAM education on arts education: A systematic review. *Education Sciences*, 13(11), 1139. DOI: 10.3390/educsci13111139.
- Theprasit, W., Pulsawad, W., Thepnurat, M., Aridech, P., Klaewklar, K., & Theprasit, R. (2026). An innovation driven pedagogy integrating STEAM and design thinking to enhance computational thinking in middle school. *Discover Education*, 5, 573. DOI: 10.1007/s44217-026-01561-3.
- Tran, N.-H., Huang, C.-F., & Hung, J.-F. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM-based courses on junior high school students' scientific creativity. *Frontiers in Education*, 6, 666792. DOI: 10.3389/feduc.2021.666792.
- Wilson, H. E., Song, H., Johnson, J., Presley, L., & Olson, K. (2021). Effects of transdisciplinary STEAM lessons on student critical and creative thinking. *The Journal of Educational Research*, 114(5), 445–457. DOI: 10.1080/00220671.2021.1975090.
- Yim, I. H. Y., Su, J., & Wegerif, R. (2025). STEAM in practice and research in primary schools: A systematic literature review. *Research in Science & Technological Education*, 43(4), 1065–1089. DOI: 10.1080/02635143.2024.2440424