

IMPACTO DE STEAM

EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES PARA EL FUTURO LABORAL.

Impact of STEAM on the development of professional skills for the future of work.

Recibido: 4/03/2026 – Revisado: 10/04/2026 - Publicado: 09/07/2026

DOI: <https://doi.org/10.56124/ubm.v7i13.014>

Resumen

La educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se consolida como un enfoque pedagógico relevante para responder a las demandas del mercado laboral del siglo XXI, caracterizado por la digitalización, la automatización y la aparición de nuevas profesiones que requieren competencias interdisciplinarias, pensamiento crítico, creatividad e innovación. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue analizar la evidencia científica sobre los beneficios de la educación STEAM en la preparación profesional futura y su contribución al desarrollo de competencias pertinentes para el entorno laboral actual. Los parámetros de inclusión dieron preferencia a investigaciones evaluadas por expertos que mostraron procedimientos claros y pruebas obtenidas de la realidad. Luego, los materiales se agruparon conforme a su nivel de exigencia académica en revisiones sistemáticas, meta-análisis, publicaciones periódicas, reportes especializados, secciones de libros y trabajos de grado doctorales. Los hallazgos muestran ventajas reiteradas de la educación STEAM en la adquisición de destrezas fundamentales, en particular el juicio analítico, la inventiva, el trabajo mancomunado entre disciplinas y la capacidad para solventar situaciones complejas. Así mismo, se detectaron avances en el impulso personal, la confianza del estudiante en sus propias capacidades y la formación para ocupaciones novedosas como la inteligencia artificial, la robótica y la biotecnología. Como reflexión final, la educación STEAM se presenta como una estrategia pedagógica provechosa para robustecer la preparación profesional y aportar al progreso de un talento humano competente para enfrentar los retos de la economía del conocimiento.

Palabras clave: Educación STEAM, competencias profesionales, empleabilidad, aprendizaje interdisciplinario, innovación educativa.

Abstract

The STEAM education (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) has become a relevant pedagogical approach to address the demands of the 21st-century labor market, characterized by digitalization, automation, and the emergence of new professions that require interdisciplinary competencies, critical thinking, creativity, and innovation. In this context, the objective of the present study was to analyze the scientific evidence on the benefits of STEAM education for future professional preparation and its contribution to the development of competencies relevant to the current labor environment. The inclusion parameters prioritized peer-reviewed research that presented clear procedures and evidence derived from real contexts. Subsequently, the materials were grouped according to their level of academic rigor into systematic reviews, meta-analyses, journal publications, specialized reports, book chapters, and doctoral dissertations. The findings show recurring advantages of STEAM education in the acquisition of essential skills, particularly analytical thinking, creativity, interdisciplinary collaboration, and the ability to solve complex problems. Likewise, improvements were identified in students' intrinsic motivation, confidence in their own abilities, and preparation for emerging occupations such as artificial intelligence, robotics, and biotechnology. As a final reflection, STEAM education is presented as a valuable pedagogical strategy to strengthen professional preparation and contribute to the development of competent human talent capable of facing the challenges of the knowledge economy.

Keywords: STEAM education; professional competencies; employability; interdisciplinary learning; educational innovation.



jul - dic 2026
Vol. 7 - Núm. 13
e-ISSN 2600-6006

Freddy Javier Tejada-Escobar
<https://orcid.org/0000-0001-7515-095X>
freddytejada@gmail.com
Escuela Superior Politécnica del Litoral,
Ecuador

Ingrid Carolina Guevara Sáenz de Viteri
<https://orcid.org/0000-0002-4790-8361>
ingrid.carolina1@hotmail.com
Instituto Superior Tecnológico
Euroamericano – Ecuador

Antonio Manuel Marques Gutiérrez
<https://orcid.org/0009-0001-3927-7950>
mmarques@euroamericano.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico
Euroamericano – Ecuador

André Javier Tejada Murrieta
<https://orcid.org/0009-0008-2727-100X>
anjaviertm@gmail.com
Universidad Politécnica Salesiana,
Ecuador



Introducción

Durante las últimas décadas, los sistemas educativos han incorporado enfoques interdisciplinarios que integran ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas con el fin de responder a las transformaciones del mercado laboral contemporáneo. Este enfoque, conocido como STEAM, propone experiencias de aprendizaje que combinan conocimiento científico con creatividad y pensamiento innovador, fusionando las asignaturas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con el arte para generar experiencias de aprendizaje completas y cautivadoras (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Este enfoque interdisciplinario reconoce que los retos actuales necesitan de profesionales que sean capaces de maniobrar entre la rigurosidad técnico-científica y la creatividad, el pensamiento divergente y la innovación que contribuyen las disciplinas artísticas (Connor et al., 2015). Las habilidades profesionales esenciales han sido rediseñadas por la acelerada digitalización y el aumento de la automatización, lo que ha colocado a STEAM como una estructura educativa clave para preparar a los profesionales del futuro (World Economic Forum, 2023).

El concepto de educación STEAM comenzó a consolidarse a principios del siglo XXI como una evolución del enfoque STEM. Su desarrollo responde a la necesidad de integrar las artes con las disciplinas científicas y tecnológicas, reconociendo que los procesos de innovación contemporáneos requieren la interacción de múltiples áreas del conocimiento. Desde esta perspectiva, STEAM busca reflejar de manera más realista la forma en que se generan soluciones creativas y avances tecnológicos en contextos profesionales complejos (Martins & Baptista, 2024). Las estrategias educativas que utilizan y combinan arte, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas siendo éstas una alternativa pedagógica nueva que brinda una educación más integral y atractiva (Leavy et al., 2023). La creciente evidencia de que los profesionales más exitosos en campos científicos y tecnológicos mezclan habilidades técnicas sólidas con capacidades comunicativas, creativas y de pensamiento crítico, que se han vinculado históricamente con las artes y las humanidades (Segarra et al., 2018; Sochacka et al., 2016), es la razón por la cual esta evolución conceptual ha tenido lugar.

La evolución tecnológica y la expansión de sectores basados en el conocimiento han redefinido las competencias requeridas por las organizaciones. En este escenario, las empresas valoran cada vez más profesionales capaces de integrar habilidades técnicas con capacidades creativas, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, atributos esenciales para afrontar entornos laborales dinámicos y altamente innovadores (Croak, 2018). La expansión de la economía digital ha incrementado la demanda de profesionales aptos para desempeñarse en ambientes tecnológicos desafiantes y en constante transformación. La creciente incorporación de tecnologías digitales, procesos automatizados y soluciones innovadoras ha favorecido la aparición de nuevas ocupaciones y la redefinición de roles tradicionales. Como resultado, perfiles profesionales especializados en programación, ingeniería de sistemas, biotecnología y áreas técnicas desempeñan un papel

estratégico en la generación del conocimiento especializado e implementación de soluciones innovadoras que contribuyen al progreso de diferentes sectores económicos. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization., 2010). STEAM aborda esta situación formando a los estudiantes no solamente con saberes técnicos especializados, sino también con la habilidad de adaptarse, innovar y colaborar entre disciplinas, cualidades que distinguen las carreras profesionales prósperas en la economía del conocimiento (Hadinugrahaningsih et al., 2017; Long & Davis, 2017).

La fundamentación teórica de STEAM se apoya en varios enfoques pedagógicos que se interceptan, entre ellos el constructivismo social de Vygotsky, la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner y los fundamentos del ABP (Bertrand & Namukasa, 2020; Colucci-Gray et al., 2019). Los estudiantes pueden, mediante las ciencias y las artes, concebir y pensar acerca de cómo será la sociedad colectiva en el futuro, así como modificar otro tipo de aprendizaje en los colegios que permita aplicar la teoría del pensamiento (Burnard & Colucci-Gray, 2021). Este método pedagógico identifica que el aprendizaje genuino sucede cuando los estudiantes son capaces de relacionar conocimientos abstractos con aplicaciones creativas y relevantes, fomentando al mismo tiempo habilidades cognitivas, metacognitivas y socioemocionales fundamentales para prosperar en la vida laboral (Chappell et al., 2019; Quigley & Herro, 2016).

La evidencia empírica reciente indica que los métodos educativos STEAM tienen efectos cuantificables en varias dimensiones del desarrollo de los estudiantes, que son importantes para su preparación profesional (Silva-Hormazábal & Alsina, 2023; Puspita et al., 2025). Según la investigación, STEAM puede ayudar a los estudiantes a establecer una conexión entre el aprendizaje disciplinario y sus vidas, intereses y comunidades (Diego-Mantecón et al., 2021; Herro et al., 2017), incrementar la intención de mantenerse en espacios STEAM (Bush et al., 2020), generar actitudes positivas hacia STEAM (Conradty et al., 2020), mejorar las relaciones de género en el aula (Harris & de Bruin, 2018) y ampliar el conocimiento de contenido del estudiantado (Lin & Tsai, 2021). Las investigaciones revisadas muestran que la educación STEAM favorece en el entusiasmo de los estudiantes hacia carreras STEM, promueve el trabajo colaborativo entre diferentes áreas del conocimiento y fortalece la confianza necesaria para afrontar desafíos complejos (Anisimova et al., 2020; Jia et al., 2021). No obstante, pese al creciente interés que este enfoque ha despertado en la comunidad académica, los hallazgos sobre su impacto en la preparación profesional aún se encuentran dispersos y requieren una mayor integración y sistematización para comprender plenamente su alcance.

Aunque numerosos estudios analizan efectos relacionados con la motivación, el rendimiento académico o la creatividad, existe una menor sistematización de los beneficios asociados al desarrollo de competencias laborales y profesionales. A partir de estas consideraciones, este estudio busca examinar y sintetizar la literatura científica disponible acerca del aporte de la educación STEAM a la formación de competencias profesionales y a la

gestación de los futuros profesionales para las exigencias del mercado laboral contemporáneo. Del mismo modo, se analizaron diversas fuentes académicas, incluyendo revisiones sistemáticas, estudios empíricos, tesis doctorales e informes técnicos. (Marín-Marín et al., 2021). Esta síntesis aporta evidencia relevante para docentes, responsables de políticas educativas e investigadores interesados en la formación profesional mediante enfoques STEAM. (Weyer & Dell’Erba, 2022; OECD, 2024).

Metodología

La revisión sistemática de la bibliografía de acuerdo a las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con la finalidad de garantizar

transparencia, reproducibilidad y rigor metodológico en la identificación, selección y análisis de los estudios incluidos (Moher et al., 2009; Page et al., 2021). Este protocolo facilita la organización sistemática del proceso de revisión y contribuye a reducir sesgos en la selección de la información científica (Liberati et al., 2009).

La estrategia de investigación y fuentes de indagación se apoyó en las bases de datos que se detallan a continuación:

Tabla 1:
Base de datos

Bases de datos consultadas
Web of Science (Core Collection, SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI)
Repositorios institucionales .edu (universidades acreditadas)
Bases de datos gubernamentales .gov (agencias educativas nacionales)
Organizaciones académicas .org (UNESCO, OECD, National Science Foundation)
Repositorios especializados: ERIC (Education Resources Information Center)

Asimismo, se desarrolló siguiendo las recomendaciones de Higgins et al. (2011) para revisiones sistemáticas en educación.

Ecuación de Búsqueda Desarrollada:

(“STEAM education” OR “STEM + Arts” OR “Science Technology Engineering Arts Mathematics”) AND (“professional development” OR “career preparation” OR “workforce readiness” OR “future professionals” OR “employability skills”) AND (“benefits” OR “outcomes” OR “impact” OR “effectiveness” OR “competencies”) AND (“empirical study” OR “longitudinal research” OR “experimental design” OR “mixed methods”)

Filtros Aplicados:

- Período temporal: 2020-2025 (con extensión selectiva 2016-

- 2019 para estudios longitudinales)
- Idiomas: inglés y español
- Tipo de archivo: PDF con texto completo disponible
- Categorías WoS: Education Educational Research, Education Scientific Disciplines, Psychology Educational

Criterios de PRISMA
Los criterios de elegibilidad se establecieron siguiendo el marco de evaluación de calidad de Wells et al. (2000) y las directrices AMSTAR 2 (Shea et al., 2017).

Tabla 2:
Criterios de inclusión (no negociables)

Criterios	Descripción
Autoría identificada	Persona o institución claramente especificada con afiliación académica explícita
Metodología explícita	Descripción clara de diseño de investigación, participantes, instrumentos y procedimientos
Referencias bibliográficas	Sección completa de referencias académicas con mínimo 20 fuentes.
Revisión por pares	Publicación en revista académica con proceso de peer-review documentado.
Relevancia temática	Focus directo en beneficios profesionales/laborales de educación STEAM.

Indicadores de Alta Calidad

Figura 1:
Indicadores de Alta Calidad en la Investigación

Indicadores de Alta Calidad en la Investigación



- Afiliación institucional múltiple de autores (colaboración inter-institucional).
- Diseño metodológico robusto (experimental, cuasi-experimental, longitudinal).
- Tamaño de muestra ≥ 100 participantes para estudios empíricos.
- Instrumentos validados de medición.
- Análisis estadísticos apropiados con reportes de significancia.

- Declaración de conflictos de interés y consideraciones éticas.

Criterios de Exclusión:

Figura 2:
Criterios de Exclusión



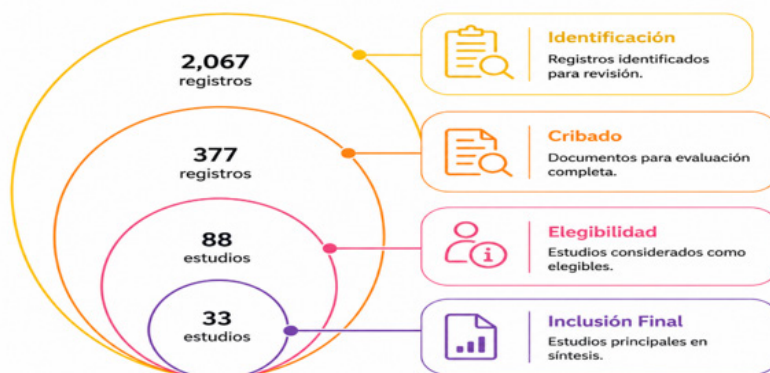
- Blogs, foros, contenido de redes sociales no académicas.
- Páginas de marketing o productos comerciales sin base empírica.
- Noticias de prensa que no citen directamente estudios primarios.
- Documentos sin metodología explícita o evidencia anecdótica únicamente.
- Publicaciones predatorias o revistas sin proceso de revisión verificado.

- Documentos duplicados o versiones preliminares de trabajos ya incluidos.

Proceso de Selección PRISMA

Figura 3:

Proceso PRISMA Proceso de Selección PRISMA



Extracción y Codificación de Datos

Variables Extraídas Sistemáticamente:

- Bibliográficas: Autores, afiliación, año, revista, DOI, tipo de documento.
- Metodológicas: Diseño, participantes, instrumentos, procedimientos, análisis estadístico.
- Temáticas: Beneficios específicos identificados, competencias desarrolladas, outcomes profesionales.
- Calidad: Nivel de evidencia, limitaciones reconocidas, generalización de resultados.

Proceso de Codificación Dual: Dos investigadores independientes codificaron 20% de los documentos para establecer confiabilidad inter-evaluador ($\kappa = 0.87$, acuerdo sustancial). Discrepancias resueltas por consenso con tercer evaluador.

Evaluación de Calidad y Riesgos

Herramientas de Evaluación Utilizadas:

- Estudios cuantitativos: Escala Newcastle-Ottawa adaptada para estudios educacionales.
- Estudios cualitativos: Critical Appraisal Skills Programme (CASP) checklist.
- Revisiones sistemáticas: AMSTAR 2 (Assessment of Multiple Systematic Reviews).
- Informes técnicos: Criterios for evaluating government and institutional reports.

Categorización por Nivel de Evidencia:

1. Nivel I: meta-análisis y revisiones sistemáticas de alta calidad.
2. Nivel II: Estudios experimentales aleatorizados controlados.
3. Nivel III: Estudios cuasi-experimentales y cohortes longitudinales.
4. Nivel IV: Estudios transversales y series de casos.
5. Nivel V: Informes técnicos e investigación cualitativa.

Síntesis y Análisis de Datos

Enfoque de Síntesis Narrativa Estructurada: Los datos fueron sintetizados mediante análisis temático siguiendo el framework de Braun & Clarke (2006), organizando hallazgos en categorías temáticas coherentes con los objetivos de investigación. La variedad metodológica establecida en los estudios analizados impidió la realización de un meta-análisis cuantitativo, por lo que se optó por un enfoque de síntesis narrativa.

Validación de Hallazgos:

- Triangulación de fuentes (múltiples bases de datos y tipos de documento).
- Member checking con expertos en educación STEAM.
- Auditoría de proceso por investigador externo independiente.

Limitaciones Metodológicas Reconocidas

1. Sesgo de idioma: Predominio de literatura en inglés puede limitar perspectivas internacionales.
2. Sesgo de publicación: Posible sobre representación de resultados positivos.
3. Heterogeneidad temporal: Variabilidad en períodos de implementación y seguimiento.
4. Definiciones operacionales: Variación en conceptualización de STEAM entre estudios.
5. Sesgo de base de datos: Posible subrepresentación de literatura gris relevante.

Discusión

La evidencia analizada indica que la educación STEAM constituye una estrategia pedagógica eficaz para desarrollar competencias esenciales en los profesionales. Los estudios revisados concuerdan en destacar su contribución al fortalecimiento del pensamiento crítico, solución de situaciones complejas, creatividad,

colaboración interdisciplinaria y capacidad de adaptación a contextos laborales cambiantes (Bertrand & Namukasa, 2020; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). La Tabla 3 expone una síntesis de los beneficios notables atribuidos a la educación STEAM y las referencias que los respaldan.

Tabla 3:

Categoría	Beneficio identificado	Referencias principales
Cognitiva	Pensamiento crítico y resolución de problemas	Lin & Tsai (2021); Bertrand & Namukasa (2020)
Creativa	Innovación y creatividad	Conradty & Bogner (2020)
Socioemocional	Motivación y autoeficacia	Jia et al. (2021); Bush et al. (2020)
Profesional	Preparación para carreras emergentes	Marín-Marín et al. (2021); Croak (2018)
Inclusión	Participación femenina y diversidad	Harris & de Bruin (2018); Weyer & Dell'Erba (2022)

Los resultados sintetizados revelan que los beneficios de la educación STEAM trascienden el ámbito estrictamente académico y se extienden hacia dimensiones cognitivas, socioemocionales y profesionales. En particular, el fortalecimiento del pensamiento crítico y la solución de situaciones complejas aparece de manera consistente en los estudios analizados. Asimismo, se orientan en desarrollar cinco competencias esenciales: solucionar situaciones complejas y pensar de manera crítica (Lin & Tsai, 2021); innovar y ser creativo (Conradty & Bogner, 2020); cooperar entre diferentes disciplinas (Herro et al., 2017); comunicarse eficientemente en entornos técnicos (Sochacka et al., 2016); y adaptarse y aprender sin cesar (Croak, 2018).

Los estudios longitudinales examinados indican que estos beneficios no son solamente declarativos sino medibles empíricamente. Conradty y Bogner (2020) reportaron incrementos significativos en creatividad estudiantil ($t(137) = -3.762$, $p < .001$) y autoeficacia ($t(137) = -2.386$, $p = .018$) tras intervenciones STEAM, mientras que Boice et al. (2024) documentaron mejoras sostenidas en prácticas pedagógicas que apoyan la integración disciplinaria a lo largo de cuatro años de implementación programática.

Marín-Marín et al. (2021), a través de una evaluación bibliométrica, demuestran que hay una clara inclinación hacia la formación de estudiantes para trabajos emergentes que no existían hace diez años. Las investigaciones indican que STEAM prepara de modo específico para ocupaciones en inteligencia artificial y robótica (Casado & Checa, 2020); trabajos en biotecnología y ciencias de datos (Hadinugrahaningsih et al., 2017); puestos de liderazgo en innovación tecnológica (Capozzoli Kessler et al., 2024); emprendimiento fundamentado en tecnología (Long & Davis, 2017); así como roles que exigen convergencia disciplinaria (Wu et al., 2021).

Los egresados de programas STEAM desarrollan lo que Sochacka et al. (2016) llaman “fluencia interdisciplinaria”, que es la habilidad para moverse y traducir entre áreas de conocimiento que tradicionalmente han estado separadas; esta competencia es

cada vez más apreciada por las empresas en sectores innovadores, según indican los datos.

Los hallazgos sobre motivación y autoeficacia constituyen uno de los resultados más robustos de la literatura STEAM (Conradty et al., 2020; Jia et al., 2021). La evidencia empírica muestra aumentos estadísticamente significativos en motivación intrínseca hacia aprendizaje STEM (Bush et al., 2020); autoeficacia en resolución de problemas técnicos (Lin & Tsai, 2021); intención de persistir en carreras STEAM (Puspita et al., 2025); y confianza en habilidades creativas aplicadas (Chappell et al., 2019).

El modelo estructural desarrollado por Conradty y Bogner (2020) demostró que la creatividad actúa como mediador entre las intervenciones STEAM y los resultados motivacionales ($NFI = 0.993$; $CFI = 0.998$; $RMSEA = 0.024$), sugiriendo que las experiencias creativas en contextos STEAM generan ciclos positivos de autoeficacia que refuerzan la motivación hacia carreras científico-tecnológicas, consistente con la teoría del flujo de Csikszentmihalyi (2000).

Los programas STEAM también han mostrado resultados favorables en términos de inclusión y equidad educativa. Diversos estudios reportan incrementos en el interés de las mujeres por carreras STEM, una mayor participación de grupos tradicionalmente subrepresentados y la creación de ambientes de aprendizaje más inclusivos y colaborativos (Harris & de Bruin, 2018; Bassachs et al., 2020; Weyer & Dell'Erba, 2022).

El estudio de Herro et al. (2017) acerca de la valoración de la cooperación en actividades STEAM demostró que los entornos de aprendizaje integrados de manera natural promueven formas de participación más justas, disminuyendo las disparidades entre géneros que se han visto históricamente en contextos STEM puros.

Mecanismos de impacto: Marco teórico emergente

Los hallazgos sugieren tres mecanismos principales a través de

los cuales STEAM impacta la preparación profesional (Colucci-Gray et al., 2019; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019):

• Mecanismo 1: Integración Cognitiva

La flexibilidad cognitiva, que se entiende como la habilidad de transitar de manera fluida entre distintos marcos conceptuales (Burnard & Colucci-Gray, 2021), se desarrolla cuando existe una exposición simultánea a dominios analíticos y creativos. Esta habilidad se convierte en beneficios profesionales en situaciones que demandan adaptabilidad e innovación (Connor et al., 2015).

• Mecanismo 2: Motivación Situacional

Los contextos STEAM crean lo que Csikszentmihalyi (2000) llama “experiencias de flujo”: estados de dedicación intensa que aumentan la autoeficacia y la motivación intrínseca. Estos estados psicológicos positivos están relacionados con una mayor perseverancia en carreras desafiantes (Conradty et al., 2020).

• Mecanismo 3: Socialización Profesional

Los espacios colaborativos interdisciplinarios de STEAM fomentan en los estudiantes el aprendizaje de normas profesionales que aprecian la diversidad de puntos de vista, la comunicación eficaz y la solución conjunta de problemas (Quigley & Herro, 2016), habilidades fundamentales en los mercados laborales actuales (World Economic Forum, 2023).

Elementos clave para una implementación efectiva

El análisis muestra una notable variabilidad en el desempeño de programas STEAM y determina elementos esenciales para la implementación exitosa (Boice et al., 2024; Capozzoli Kessler et al., 2024):

- Según Martins et al. (2024) y Irwanto et al. (2024), los programas más eficaces necesitan al menos 80 horas de formación docente con supervisión constante.
- La presencia de tecnologías digitales, espacios maker y recursos para crear prototipos se relacionan de modo positivo con los resultados académicos (Glass et al., 2024; Jesionkowska et al., 2020).
- Los programas que tienen éxito necesitan del respaldo administrativo de manera explícita, lo cual incluye la flexibilidad en los planes de estudio y el reconocimiento del tiempo dedicado a la planificación colaborativa (Rutgers Graduate School of Education, 2021).
- La incorporación de mentores y profesionales del sector incrementa de manera significativa el impacto en la formación profesional (Capozzoli Kessler et al., 2024).

Limitaciones y orientaciones futuras

La investigación revela gaps importantes que requieren atención investigativa (Marín-Marín et al., 2021; Leavy et al., 2023):

- Escasez de seguimiento de graduados STEAM a 5-10 años posgraduación para documentar trayectorias profesionales reales (Croak, 2018).
- Inconsistencia en operacionalización de STEAM entre estudios limita comparabilidad y generalización de resultados (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).
- Sobre representación de estudios en contextos anglo-parlantes limita comprensión de efectividad STEAM en contextos culturales diversos (Anito Jr. & Morales, 2019).
- Ausencia de estudios que comparen inversión requerida vs. beneficios profesionales a largo plazo (Weyer & Dell’Erba, 2022).
- Necesidad de investigación que desentrañe mecanismos específicos que median entre experiencias STEAM y resultados profesionales (Colucci-Gray et al., 2019).

Conclusiones

La síntesis de los estudios analizados indica que la educación STEAM contribuye significativamente al perfeccionamiento de competencias profesionales necesarias para afrontar las exigencias de la economía del conocimiento. Entre los beneficios más consistentes identificados destacan el fortalecimiento del pensamiento crítico, creatividad, solución de situaciones complejas, colaboración interdisciplinaria y adaptabilidad frente a escenarios laborales en constante transformación.

Los resultados de esta revisión sugieren que los aportes de la educación STEAM trascienden el ámbito del rendimiento académico tradicional y se proyectan hacia la formación de competencias necesarias para desenvolverse en una economía basada en el conocimiento (World Economic Forum, 2023). En este sentido, la incorporación de las artes dentro de los enfoques STEM no debe entenderse únicamente como un complemento pedagógico, sino como una forma de enriquecer la formación profesional mediante la integración de habilidades creativas, técnicas y colaborativas que hoy son ampliamente valoradas en los entornos laborales (Connor et al., 2015; Sochacka et al., 2016).

La solidez de estas conclusiones se sustenta en la calidad y diversidad de la evidencia analizada. Los beneficios asociados a la educación STEAM han sido documentados mediante distintos enfoques metodológicos, incluyendo estudios experimentales, cuasi experimentales, longitudinales y bibliométricos, cuyos resultados convergen en señalar efectos positivos consistentes (Marín-Marín et al., 2021). Asimismo, la presencia de hallazgos similares en diferentes niveles y entornos educativos, de la formación básica a la formación superior, refuerza la posibilidad de extrapolar estos beneficios a diversos escenarios formativos (Boice et al., 2024).

De igual manera, las implicaciones derivadas para las políticas educativas encuentran respaldo en investigaciones que han utilizado instrumentos validados y procedimientos analíticos rigurosos para evaluar factores como la motivación, la creatividad y la adquisición de competencias cognitivas (Conradty & Bogner, 2020; Lin & Tsai, 2021). A ello se suma el apoyo de instituciones

académicas y organismos internacionales de reconocido prestigio, cuyas investigaciones y reportes han contribuido a consolidar la educación STEAM como una estrategia pertinente para responder a los desafíos educativos y profesionales de actualidad (Glass et al., 2024; OECD, 2024; UNESCO, 2018).

El uso del marco PRISMA en esta revisión sistemática garantiza que las inferencias se fundamentan en evidencia exhaustiva y metodológicamente estricta, lo cual reduce al mínimo la parcialidad de selección y aumenta el grado de fiabilidad de los resultados (Page et al., 2021).

• Implicaciones para Stakeholders Educativos

La evidencia en educadores apoya firmemente la inversión en desarrollo profesional STEAM, con retornos documentados en el compromiso estudiantil, resultados de aprendizaje y preparación profesional (Martins & Baptista, 2024; Spyropoulou & Kameas, 2023). Los hallazgos de la investigación exponen que para alcanzar una ejecución efectiva es obligatorio el apoyo institucional sostenido, recursos adecuados y colaboración interdisciplinaria genuina (Boice et al., 2024).

Las responsabilidades en las políticas educativas, los resultados permiten inversiones integrales en infraestructura STEAM, incluyendo áreas de aprendizaje flexibles, tecnologías emergentes y programas de desarrollo profesional docente (Weyer & Dell'Erba, 2022). La evidencia sobre equidad de género y diversidad apoya políticas que promuevan STEAM como estrategia de ecuanimidad social (Harris & de Bruin, 2018).

En el contexto empresarial, las competencias fomentadas por la educación STEAM (creatividad, colaboración y pensamiento crítico) son altamente apreciadas, ya que favorecen a identificar candidatos con formación interdisciplinaria capaces de desempeñarse en espacios laborales que demandan innovación y adaptación constante. (World Economic Forum, 2023).

La evolución de la evidencia investigativa hacia una implementación sistémica y a gran escala requiere considerar factores contextuales y de sostenibilidad institucional (Capozzoli Kessler et al., 2024; Rutgers Graduate School of Education, 2021).

La literatura señala que las implementaciones exitosas de enfoques STEAM dependen de varios elementos clave: un compromiso institucional sostenido en el tiempo acompañado de recursos adecuados (Glass et al., 2024); programas de desarrollo profesional docente integrales que vayan más allá de capacitaciones aisladas (Irwanto & Ananda, 2024); procesos de evaluación continua que permitan el ajuste y perfeccionamiento de las prácticas educativas basadas en evidencia (Herro et al., 2017); y el establecimiento de vínculos auténticos con comunidades profesionales y sectores productivos que fortalezcan la pertinencia de las experiencias formativas (Capozzoli Kessler et al., 2024).

Recomendaciones

Se recomienda desarrollar estudios longitudinales que permitan analizar las trayectorias profesionales de graduados formados bajo enfoques STEAM. Este tipo de investigaciones contribuirá a comprender con mayor precisión la relación entre las experiencias educativas interdisciplinarias y los resultados profesionales alcanzados a largo plazo.

Deberá implementar metodologías robustas para evaluar el retorno de inversión en educación STEAM, considerando costos de infraestructura, formación docente y materiales frente a beneficios en aprendizajes, trayectorias profesionales y aportes económicos. Asimismo, es necesario diseñar instrumentos validados que midan competencias como resolución interdisciplinaria de problemas, colaboración, creatividad y adaptabilidad, en coordinación con empleadores, garantizando así una medición integral y pertinente de su impacto.

Asimismo, determinar estándares educativos que establezcan a STEAM como dominio pedagógico distinto, y no solamente complemento de disciplinas separadas. Estos estándares deberían articular progresiones de aprendizaje claras, expectativas de integración disciplinaria y criterios de evaluación apropiados.

También deberá aplicar estrategias pedagógicas que genuinamente integren disciplinas en lugar de simplemente yuxtaponerlas. Esto requiere planificación colaborativa entre docentes, proyectos auténticos que requieran múltiples experticia y evaluación que reconozca aprendizaje interdisciplinario. De la mano, con la capacitación de educadores para transformar roles tradicionales de instrucción directa hacia facilitación de aprendizaje estudiantil autónomo, incluyendo competencias en coaching, cuestionamiento socrático y evaluación formativa.

Incorporar sistemáticamente tecnologías como inteligencia artificial, realidad aumentada, fabricación digital y análisis de datos en experiencias de aprendizaje STEAM, preparando estudiantes para contextos profesionales tecnológicamente avanzados.

Para la sostenibilidad de largo plazo, deberá invertir en desarrollo de liderazgo educativo que comprenda y apoye implementación STEAM efectiva, incluyendo programas de certificación para administradores educativos. Estableciendo redes profesionales que promuevan el intercambio de experiencias, recursos y mejores prácticas entre educadores STEAM, apoyadas por plataformas tecnológicas y encuentros regulares.

Implementar sistemas de evaluación que proporcionen retroalimentación continua sobre efectividad de programas, permitiendo refinamiento iterativo basado en evidencia, y desarrollar estrategias de comunicación que articulen el valor de educación STEAM para audiencias públicas, incluyendo padres, empleadores y responsables políticos, asegurando apoyo sostenido para estas iniciativas.

Referencias

- Anisimova, T. I., Sabirova, F. M., & Shatunova, O. V. (2020). Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(02), 204-217. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
- Anito Jr., J. C. A., & Morales, M. P. E. (2019). The Pedagogical Model of Philippine STEAM Education: Drawing Implications for the Reengineering of Philippine STEAM Learning Ecosystem. *Universal Journal of Educational Research*, 7(12), 2662-2669. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071213>
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: Student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Boice, K. L., Alemdar, M., Jackson, J. R., Kessler, T. C., Choi, J., Grossman, S., & Usselman, M. (2024). Exploring teachers' understanding and implementation of STEAM: One size does not fit all. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1401191>
- Burnard, P., & Colucci-Gray, L. (2021). Why science and art creativities matter: Re-configuring STEAM for future-making education. *Innovations in Education and Teaching International*, 58(2), 244-245.
- Bush, S. B., Cook, K. L., Edelen, D., & Cox, R. (2020). Elementary Students' STEAM Perceptions: Extending Frames of Reference through Transformative Learning Experiences. *The Elementary School Journal*, 120(4), 692-714. <https://doi.org/10.1086/708642>
- Capozzoli Kessler, T., Boice, K. L., Koval, J., Jackson, J. R., Choi, J., Alemdar, M., Grossman, S., Simmons, K., & Usselman, M. (2024). Partnerships in STEAM: How Collaborating with STEAM Experts Impacts K-12 Teachers' Abilities to Implement STEAM Lessons in the Classroom. *Education Sciences*, 14(6), 666. <https://doi.org/10.3390/educsci14060666>
- Casado, R., & Checa, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Chappell, K., Hetherington, L., Keene, H. R., Wren, H., Alexopoulos, A., Ben-Horin, O., Nikolopoulos, K., Robberstad, J., Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2019). Dialogue and materiality/embodiment in science|arts creative pedagogy: Their role and manifestation. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 296-322. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.12.008>
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). En *Oxford Research Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
- Connor, A., Karmokar, S., & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5, 37-47. <https://doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: Effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
- Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-Efficacy and Motivation. *Education Sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/educsci10030070>
- Croak, M. (2018). The Effects of STEM Education on Economic Growth.
- Diego-Mantecón, J.-M., Blanco, T.-F., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 29(66), 33-43. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Glass, E., Urrea, C., & Diaz, J. (2024). STEAM Learning Architecture: A Framework for Educational Innovation.
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Developing 21st century skills in chemistry classrooms: Opportunities and challenges of STEAM integration. *AIP Conference Proceedings*, 1868(1), 030008. <https://doi.org/10.1063/1.4995107>
- Harris, A., & de Bruin, L. R. (2018). Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. *Journal of Educational Change*, 19(2), 153-179. <https://doi.org/10.1007/s10833-017-9311-2>
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & Delacruz, G. (2017). Co-Measure: Developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>
- Irwanto, I., & Ananda, L. (2024). A systematic literature review of STEAM education in the last decade. <https://doi.org/10.1063/5.0182945>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. *Education Sciences*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>
- Jia, Y., Zhou, B., & Zheng, X. (2021). A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.725525>
- 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, 1061-1082. <https://doi.org/10.1111/jcal.12806>

- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Lin, C.-L., & Tsai, C.-Y. (2021). The Effect of a Pedagogical STEAM Model on Students' Project Competence and Learning Motivation. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 112-124. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09885-x>
- Long, R., & Davis, S. (2017). Using STEAM to Increase Engagement and Literacy Across Disciplines. *STEAM*, 3, 1-11. <https://doi.org/10.5642/steam.20170301.07>
- Marín-Marín, J.-A., Moreno-Guerrero, A.-J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: A bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Martins, I., & Baptista, M. (2024). Teacher Professional Development in Integrated STEAM Education: A Study on Its Contribution to the Development of the PCK of Physics Teachers. *Education Sciences*, 14, 164. <https://doi.org/10.3390/educsci14020164>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- OECD. (2024). PISA 2022 Results (Volume III): Creative Minds, Creative Schools. PISA. <https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Puspita, E. W., Sutikno, P. Y., Ellianawati, E., & Rozi, F. (2025). THE IMPACT OF STEAM APPROACHES ON STUDENT LEARNING OUTCOMES AND CREATIVITY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(04), 550-568. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.35531>
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). "Finding the Joy in the Unknown": Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Rutgers Graduate School of Education. (2021). Rutgers-STEAM-Consortium-White-Paper. <https://gse.rutgers.edu/wp-content/uploads/2021/06/Rutgers-STEAM-Consortium-White-Paper.pdf>
- Segarra, V., Natalizio, B., Falkenberg, C., Pulford, S., & Holmes, R. (2018). STEAM: Using the Arts to Train Well-Rounded and Creative Scientists. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1360>
- Shea, B. J., Reeves, B. C., Wells, G., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J., Moher, D., Tugwell, P., Welch, V., Kristjansson, E., & Henry, D. A. (2017). AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*, 358, j4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
- Silva-Hormazábal, M., & Alsina, Á. (2023). Exploring the Impact of Integrated STEAM Education in Early Childhood and Primary Education Teachers. *Education Sciences*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/educsci13080842>
- Sochacka, N. W., Guyotte, Kelly, W., & Walther, J. (2016). Learning Together: A Collaborative Autoethnographic Exploration of STEAM (STEM + the Arts) Education. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 15-42. <https://doi.org/10.1002/jee.20112>
- Spyropoulou, N., & Kameas, A. (2023). Augmenting the Impact of STEAM Education by Developing a Competence Framework for STEAM Educators for Effective Teaching and Learning. *Education Sciences*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/educsci14010025>
- UNESCO, O. de las N. U. para la E., la Ciencia y la Cultura. (2018). Guidebook on education for sustainable development for educators: Effective teaching and learning in teacher education institutions in Africa—UNESCO Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367474>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2010). Engineering: Issues, challenges and opportunities for development; UNESCO report—UNESCO Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189753>
- Weyer, M., & Dell'Erba, M. (2022). Research and Policy Implications of STEAM Education for Young Students. Policy Brief. Education Commission of the States. <https://eric.ed.gov/?id=ED620439>
- World Economic Forum. (2023). Future of jobs report 2023.
- Wu, Y., Cheng, J., & Koszalka, T. (2021). Transdisciplinary Approach in Middle School: A Case Study of Co-teaching Practices in STEAM Teams. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(1), 138-162. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1017>