

Vol. 6, No. 2 | 2026

ARJEAD

ARTÍCULO

Pensamiento Crítico y STEAM en la Educación Básica: una
Articulación entre Teorización, Predicción y Evaluación

*Critical Thinking and STEAM in Basic Education: An
Articulation of Theorization, Prediction, and Evaluation*

Luz Marina Muñoz Santiago

Recepción: 20-11-2025 | Aceptación: 05-06-2026

Recepción: 20-11-2025 | Aceptación: 05-06-2026

Pensamiento Crítico y STEAM en la Educación Básica: una Articulación entre Teorización, Predicción y Evaluación

Critical Thinking and STEAM in Basic Education: An Articulation of Theorization, Prediction, and Evaluation

Luz Marina Muñoz Santiago¹¹ Universidad Cuauhtémoc, Aguascalientes, México, E-mail: luzmamusa379@gmail.com

Resumen

Este artículo muestra una parte del trabajo de investigación doctoral titulado Efecto del modelo STEAM en el desarrollo de actitudes y disposiciones de pensamiento crítico de estudiantes de quinto grado de básica primaria, cuyo propósito es analizar, mediante una revisión documental sistemática basada en (PRISMA) Ítems de referencia preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis, cómo las prácticas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM), potencian el pensamiento crítico en educación básica, específicamente en las dimensiones de teorización, predicción y evaluación. En el marco de la sociedad del conocimiento, que demanda mayores niveles de estimulación cognitiva en los infantes, el modelo STEAM se entiende como un ecosistema pedagógico interdisciplinario en el que se combinan la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas. Bajo el enfoque metodológico, se desarrolló un análisis documental siguiendo los lineamientos de PRISMA, lo cual permitió el hallazgo de evidencias empíricas, líneas teóricas, vacíos de investigación y tensiones para implementar prácticas STEAM en distintos contextos. Los resultados muestran que la teorización ayuda a construir explicaciones y a comprender problemas reales; la predicción fomenta la capacidad analítica para predecir resultados a partir de datos, simulaciones y modelos; y la evaluación se configura en el juicio crítico, sobre la base de la confrontación de evidencias, de la autoevaluación y del procesamiento metacognitivo.

Palabras clave: competencias cognitivas, Educación primaria, Pensamiento crítico, STEAM

Abstract

This article presents part of the doctoral research entitled Effect of the STEAM model on the development of critical thinking

attitudes and dispositions in fifth-grade primary school students, whose purpose is to analyze, through a systematic literature review based on (PRISMA) Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, how Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM), practices enhance critical thinking in basic education, specifically in the dimensions of theorization, prediction, and evaluation. Within the framework of the knowledge society, which demands higher levels of cognitive stimulation in children, the STEAM model is understood as an interdisciplinary pedagogical ecosystem that integrates science, technology, engineering, art, and mathematics. From a methodological perspective, a documentary analysis was conducted following PRISMA guidelines, allowing for the identification of empirical evidence, theoretical trends, research gaps, and tensions related to the implementation of STEAM practices in diverse educational contexts. The results show that theorization supports the construction of explanations and the understanding of real-world problems; prediction strengthens analytical capacity to anticipate outcomes based on data, simulations, and models; and evaluation is manifested in critical judgment grounded in evidence comparison, self-assessment, and metacognitive processing.

Keywords: Critical thinking, STEAM, Elementary education, Cognitive competencies

Introducción

En el sistema escolar moderno, caracterizado por la complejidad, el pensamiento crítico (PC) es vital para el aprendizaje. Arifin (2025) identifica el aula como un contexto

de creación de significado, donde los métodos deben desarrollarse para facilitar la reflexión crítica, la argumentación y la creatividad más allá de la memorización mecánica. El pensamiento crítico, caracterizado como un proceso intencional, reflexivo y autorregulado (Facione, 2007), representa el conjunto de habilidades que incluyen interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación, orientadas hacia decisiones éticas. A la luz de estos desafíos, el modelo STEAM es una poderosa alternativa, que integra enfoques interdisciplinarios desarrollando experiencias de aprendizaje activo, que fomentan habilidades cognitivas.

STEAM es considerado un elemento emergente que categoriza los aprendizajes activos, dentro de un proceso dinámico. Dewey (1938) sostiene que el conocimiento emerge en razón de la interacción reflexiva del entorno. Papert (1980) explica que los estudiantes aprenden mejor cuando tienen que crear objetos con “propósito” bajo un contexto. Ackermann (2001) explica cómo esta síntesis articula el diseño, la creación y el pensamiento reflexivo. Yakman (2008) se encargó en convertir el modelo educativo STEAM en un sistema formal, donde diferentes disciplinas generan una forma compleja de conocimiento. Henriksen (2014) observó además que el arte añade la creatividad, el pensamiento crítico y la innovación.

Los proyectos STEAM, según Ferrada (2022), promueven el pensamiento complejo en los entornos escolares modernos. Adopta la posición de un enfoque transformador de la experiencia escolar. No solo mejora el pensamiento científico, sino que también fomenta habilidades cognitivas como la creatividad, el trabajo colaborativo y

el pensamiento crítico. Casado y Checa (2023) insisten en que estos son espacios innovadores, donde los estudiantes deben interpretar los eventos, formular hipótesis, analizar alternativas y juzgar las soluciones, actividades que están inextricablemente entrelazadas con el pensamiento crítico.

Cuando los estudiantes construyen en búsqueda de la mejor solución, esto facilita la operacionalización del pensamiento crítico en el aula y fomenta oportunidades pedagógicas, que pasan desapercibidas en la educación básica (Fherdiana y Sriyanto, 2025). En este marco, se sugiere que, dentro del contexto del artículo actual, se examinen los resultados del pensamiento crítico y su relevancia para STEAM a partir de documentación teórica, donde los hallazgos puedan interrogar tensiones, éxitos y características pedagógicas que faciliten la comprensión de este modelo educativo desde la teoría. Por lo anterior, el propósito del presente artículo parte de analizar, desde una revisión documental sistemática orientada por PRISMA, los hallazgos recientes sobre la relación entre STEAM y PC en educación básica, organizando la evidencia en torno a la teorización, la predicción y la evaluación, e identificando tensiones y desafíos pedagógicos para su implementación.

En primera medida, es imperativo que se desarrollen habilidades cognitivas de orden superior para responder a los problemas que enfrenta la sociedad del conocimiento y ayudar a alcanzar objetivos globales como el ODS 4. Por lo tanto, Muftidafila (2025), Prahani (2025) y Kurtuluş (2025) establecen que el modelo STEAM es un modelo educativo para la alfabetización crítica y la sostenibilidad en la era de la sociedad

5.0. STEAM se configura como una forma de articular contenido disciplinario, problemas auténticos y metodologías activas, facilitando la reconstrucción de significados y la resiliencia académica que lo relaciona directamente con PC, como señala Guanotuña et al. (2024). Esta relación, se considera un constructo interdisciplinario con materiales ricos, una capa esencial para la exploración progresiva para el aprendizaje sistemático, porque insta a los estudiantes a dar sentido a eventos complicados, predecir efectos secundarios y considerar las implicaciones éticas y sociales de las soluciones que sugieren.

La Teorización en la Vía del Conocimiento

Esta primera capa es evidente dentro del estudiante, quien pasa de la observación real en términos concretos a la abstracción conceptual llegando a articular respuestas generales sobre fenómenos. Casado y Checa (2023) afirman que este proceso se desarrolla gradualmente: comienza con la investigación de situaciones, continúa con el reconocimiento de un patrón y culmina con la construcción de hipótesis. Así, la teorización no se trata de la reiteración de definiciones, sino de la vinculación de conceptos, la explicación de decisiones y la recomputación de ideas a través de la conexión, la fundamentación y el replanteamiento para nuevas evidencias.

Fherdiana y Sriyanto (2025) señalan que el análisis de problemas complejos, lleva a los estudiantes a verbalizar lo que anteriormente se trabajó de manera fragmentada. En los retos propios de las matemáticas, las ciencias, el diseño, los educandos se encargan de justificar por qué una solución es más eficiente que otra. Esto subyace en la precisión de la función o la suposición que se

toma para lograr formar un modelo. Nurhikmayati et al. (2024) resaltan que es importante explicar conceptos matemáticos no solo desde un elemento, sino desde la necesidad de constatar la información, partiendo desde lo abstracto para concebir el conocimiento de manera concreta.

Villalba y Robles (2021) ilustran, por ejemplo, que, al observar el entorno natural, atender a procesos artesanales y trabajar con materiales físicos, los estudiantes son capaces de reconstruir ideas científicas a partir de una experiencia cultural ligada a los sentidos. En paralelo, Tan et al. (2021) y Siregar et al. (2022) demuestran que programar con Scratch y el uso de simuladores matemáticos obliga a los estudiantes a proporcionar explicaciones lógicas sobre patrones, algoritmos y relaciones numéricas, ilustrando las suposiciones subyacentes a su razonamiento. De manera similar, los estudios de Meepat et al. (2024) y Moreno y García (2024) muestran que manipular materiales y figuras geométricas permite a los estudiantes categorizar, inferir propiedades, proporcionar conjeturas y construir definiciones operativas robustas.

La Predicción y el Modelado de Escenarios Complejos

La capacidad predictiva (también conocida como expectativa sobre qué resultado va a tener el sistema) puede refinarse en el modelo STEAM al comprender variables interconectadas y luego construir modelos que permitan estimar posibles resultados. Dentro del campo socioambiental, Ramos y Núñez (2024) y Kroff et al. (2025) destacan que en los proyectos ecológicos propuestos bajo el enfoque STEAM, los estudiantes pueden anticipar los efectos futuros de

la degradación ambiental y modelar escenarios de sostenibilidad. Estudios de Pelamonia et al. (2025) demuestran que el análisis de series de datos y la generación de gráficos explicativos transforman las estadísticas en una herramienta para la previsión social, en lugar de ser simplemente una pieza aritmética de documentación. Durante sus encuentros, los estudiantes calculan promedios o porcentajes, analizan tendencias, predicen impactos acumulativos y discuten la plausibilidad de diferentes escenarios futuros, y combinan la predicción con la argumentación crítica. De esta manera, las predicciones dejan de ser meras suposiciones y se convierten en conclusiones derivadas de la presencia de variables objetivas y criterios claros para la evaluación.

Hashmi y Surani (2024) y Arguello (2025) enfatizan la importancia de los laboratorios digitales y las simulaciones virtuales, donde los estudiantes necesitan anticipar en los experimentos y la probabilidad de fracaso antes de intervenir en el mundo real, reduciendo los riesgos y pensando en alternativas. Suryani et al. (2025) demuestran cómo la indagación guiada en proyectos GI-STEAM promueve la planificación, desafiando a los estudiantes a considerar explícitamente sus hipótesis sobre cómo se comportarán los prototipos o sistemas antes de su construcción. Mencionan que cuando se diseñaron artefactos, modelos y dioramas, se pudieron realizar fácilmente representaciones anticipadas de la comprensión conceptual.

La Evaluación desde los Juicios Regulados

La dimensión evaluativa de nuestra comprensión del pensamiento crítico se refleja en STEAM, que describe el juicio en STEAM

como juicios multidimensionales que tienen una combinación de evidencia técnica, relevancia contextual y sensibilidad socioemocional. Ortiz et al. (2024) y Vera y Bonilla (2025) resaltan que, las experiencias STEAM promueven la autoevaluación y la coevaluación de los procesos creativos, requiriendo que los estudiantes justifiquen qué factores guiaron sus decisiones de diseño, justifiquen por qué eligieron ciertos materiales o estrategias y desafíen la relevancia social de sus productos. Se convierte en mucho más que una actividad docente; es una práctica compartida de evaluar críticamente el proceso y el resultado.

Morillo et al. (2025) añaden explícitamente el componente socioemocional en este tipo de evaluación, demostrando que los proyectos colaborativos implican gestionar emociones en situaciones de error, negociar puntos de vista conflictivos y valorar alternativas combinando estándares técnicos y empáticos. El juicio crítico se humaniza así a través de la ética del cuidado, la corresponsabilidad y el reconocimiento del otro como un interlocutor real. Tomala (2023) señala que la evaluación rigurosa en STEAM, desde un punto de vista metodológico, consiste en examinar la consistencia interna de las soluciones, contrastar información de diversas fuentes y determinar la pertinencia de las estrategias en la práctica. Sin embargo, advierte que los mecanismos metacognitivos explícitos que acompañan a tales juicios siguen siendo limitados.

De manera similar, Meepat et al. (2024) demuestran que comparar sistemáticamente hipótesis preliminares con resultados experimentales, requisito previo para tomar decisiones informadas porque desafía a los

estudiantes a notar inconsistencias, identificar errores y reformular modelos. Los estudios de Muftidafila (2025), Prahani (2025) y Kurtuluş (2025) convergen en demostrar que la evaluación es un ejercicio de alfabetización crítica: el estudiante no solo aprende a "dar una respuesta correcta", sino a analizar la calidad de sus argumentos, la fiabilidad de su evidencia y la validez de los enfoques utilizados en respuesta a desafíos globales complejos. Aunque las habilidades cognitivas aplicadas han mejorado, la literatura revisada indica que persiste una tensión en el dominio metacognitivo del pensamiento crítico.

Tomala (2023) y Pelamonia et al. (2025) coinciden en encontrar un patrón de la capacidad más débil del estudiante para examinar críticamente y discutir sus propios procesos de pensamiento, justificar la razón por la que deciden ciertas estrategias y/o apreciar los límites de la información sobre la cual han establecido su propio conocimiento. En muchos estudios, el impacto de STEAM se evalúa en función de medidas de rendimiento y logro conceptual, reflejando menos espacio para "cómo se aprende" y "por qué se piensa de cierta manera" (Ivanis, 2018). Esta tendencia también es respaldada por la investigación de Nurhikmayati et al. (2024) en la que más de 6 intervenciones se centran en medir los resultados cognitivos inmediatos de las intervenciones y no se menciona la articulación explícita de actividades metacognitivas (por ejemplo, planificación, monitoreo, medición de su rendimiento cognitivo y/o evaluación de su actividad cognitiva).

La tensión no sugiere una contradicción imposible, pero deja claro que hay ciertos pasos que deben tomarse: diarios de aprendizaje, rúbricas

de autorregulación, discusión guiada sobre errores para crear visuales del lado metacognitivo del pensamiento crítico en el aula STEAM. La segunda tensión relevante surge con respecto a las aplicaciones del modelo STEAM en contextos culturalmente relevantes y socioeconómicamente diversos. Arguello (2025) demostró el potencial de tal modo de intervención para la promoción de la inclusión educativa en comunidades en riesgo al tomar problemas específicos del territorio, como punto de partida de varios proyectos. Morillo et al. (2025) sugieren que la adaptación curricular sensible al contexto y un uso inventivo de materiales locales (reciclados, artesanales o económicos) pueden ayudar a aliviar estas limitaciones, convirtiendo la escasez en un recurso para un diseño significativo y socialmente situado.

Desafíos para la Integración Pedagógica del Pensamiento Crítico en STEAM

La exitosa incorporación del pensamiento crítico en el modelo STEAM depende críticamente de las cualificaciones de los docentes. Vera y Bonilla (2025) enfatizan el hecho de que las experiencias de formación en espacios de creación, laboratorios de fabricación y proyectos colaborativos brindan oportunidades para que los docentes aprendan la lógica de la integración de disciplinas y "se apropien" de los procesos de teorización, predicción y evaluación que deberían emplearse en clase en el futuro. Pero estos autores advierten que la familiaridad con los recursos tecnológicos por sí sola no es insuficiente; se requiere tanto en la preparación de los docentes para desarrollar competencias, diseñar secuencias didácticas difíciles, gestionar la variedad de ritmos y estilos de aprendizaje, y mantener comunidades

de indagación donde el error se replantee como una oportunidad, no una pérdida.

Ortiz et al. (2024) señalan que un desafío básico es que a menudo se requiere que el docente siga pasos en una naturaleza iterativa de prueba y mejora, en lugar de simplemente transmitir contenido fragmentado, actuando, así como guía y asistente. Con este cambio de rol también vienen implicaciones en torno a las habilidades de mediación socioemocional y resolución de conflictos, así como establecer un entorno seguro para explorar, todo lo cual está vinculado a promover el pensamiento crítico. De manera similar, Guanotuña et al. (2024) argumentan que la preparación docente es uno de los determinantes tanto de la resiliencia académica como de la innovación metodológica a lo largo del tiempo, además de ser capaz de crear soluciones académicas exitosas, particularmente en contextos de vulnerabilidad económica y social.

Suryani et al. (2025) sugieren modelos de indagación guiada, como GI-STEAM, para organizar las fases de exploración, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados y comunicación de tal manera que cada etapa se vincule directamente con el aprendizaje de habilidades de pensamiento crítico. Dichos marcos proporcionan un enfoque estructurado para la selección de áreas problemáticas relevantes, claridad de los objetivos de aprendizaje y desarrollo de instrumentos de evaluación consistentes con las competencias que se pretende fortalecer. Tan et al. (2021) demuestran cómo el diseño basado en el refinamiento iterativo de prototipos, retroalimentación entre pares y comparación sistemática de los resultados planificados con la

implementación real, impulsa a los estudiantes a agudizar el pensamiento crítico, porque hace que los estudiantes examinen sus decisiones, corrijan errores y justifiquen ajustes basados en evidencia.

Tensiones en el Uso de STEAM para el Desarrollo del Pensamiento Crítico

Sin embargo, dentro del alcance de este estudio, también hay una tensión visible en términos de la meta-tensión emergente en el uso de procesos de autorregulación, especialmente en cuanto a la escasa articulación explícita del y el área de inclusión, particularmente en entornos donde el acceso amplio a recursos y tecnologías parece ser el problema. Además, los problemas de formación docente y la necesidad de estar preparados para la disciplina metodológica y la continuidad para los encuentros de aprendizaje son desafiantes..

Método

La búsqueda documental fue llevada a cabo de acuerdo con las pautas del método PRISMA, pero adaptado a la orientación

de la investigación (Page et al., 2021). Se realizaron consultas de fuentes de los cinco últimos años en revistas científicas indexadas, especialmente en Scielo y Dialnet, con revisión manual de referencias no informatizadas. En el proceso de identificación se encontraron 67 documentos sobre modelo STEAM y pensamiento crítico. Posteriormente, tras aplicar unos criterios de inclusión según pertinencia teórica de los documentos y claridad conceptual de los autores, el corpus se redujo a 28 documentos. Finalmente, después de una lectura analítica de los documentos y de la verificación de su vinculación con la educación primaria, se seleccionaron 21 documentos.

Matriz de Análisis y Categorías de Codificación

Se elaboró la matriz de análisis documental para organizarycompararlosestudiosseleccionados, considerando autor, año, nivel educativo, enfoque metodológico, tipo de intervención STEAM y hallazgos. La codificación se realizó mediante categorías deductivas (teorización, predicción y evaluación) y subcategorías inductivas emergentes.

Tabla 1
Características de los estudios incluidos (revisión sistemática sobre STEAM y Pensamiento Crítico)

Autor (Año)	País	Diseño metodológico	Dimensión STEAM	Dimensión PC	Hallazgos (STEAM + Pensamiento Crítico)
Aguello (2025)	Ecuador	Diseño mixto convergente con análisis de desempeño académico	Ciencia, Tecnología e Ingeniería (STEM)	Evaluación	Fortalece el juicio crítico al evaluar decisiones académicas y resultados de aprendizaje en contextos educativos vulnerables.
Badás & García (2024)	España	Diseño mixto con análisis de intervención pedagógica	STEAM interdisciplinar	Teorización	Favorece la construcción conceptual al teorizar problemas reales mediante integración disciplinar y análisis contextual.

Autor (Año)	País	Diseño metodológico	Dimensión STEAM	Dimensión PC	Hallazgos (STEAM + Pensamiento Crítico)
Fernández & Checa (2022)	España	Estudio de caso cualitativo	STEAM interdisciplinar (ABP)	Teorización	ABP-STEAM potencia la teorización al promover argumentación, explicación fundamentada e interpretación crítica de evidencias
Fherdiana (2025)	Indonesia	Cuasi-experimental (pretest–posttest)	Ciencia, Matemáticas y Arte (STEAM)	Evaluación	Mejora significativamente la evaluación crítica de soluciones y resultados frente a métodos tradicionales.
Guanotuña et al. (2024)	Ecuador	Diseño mixto	STEM–STEAM interdisciplinar	Evaluación	Fortalece la evaluación reflexiva del aprendizaje y la regulación del progreso académico tras la pandemia.
Hashmi & Surani (2024)	Pakistán	Investigación-acción	STEAM en prácticas pedagógicas	Teorización	Impulsa la teorización reflexiva al interpretar problemas y explicar procesos durante ciclos de mejora pedagógica
Krisna et al. (2025)	Indonesia	Cuasi-experimental comparativo	Integración STEM–STEAM	Predicción	Fortalece la predicción de estrategias y resultados al anticipar soluciones antes de su implementación.
Kroff et al. (2025)	Brasil	Diseño mixto	Tecnología, Ingeniería y Arte (superior)	Evaluación	Incrementa la evaluación crítica de soluciones complejas y visibiliza tensiones de equidad en la participación.
Meepat et al. (2024)	Tailandia	Experimental (control; pretest–posttest)	STEAM con aprendizaje activo	Predicción	Potencia la predicción de soluciones y resultados antes de la experimentación.
Morillo (2025)	Ecuador	Cualitativo interpretativo	STEAM interdisciplinar escolar	Teorización	Favorece la teorización situada al interpretar experiencias y construir explicaciones con sentido pedagógico.
Nurhikmayati et al. (2024)	Indonesia	Revisión sistemática (PRISMA)	PBL-STEM/STEAM (Matemáticas y Tecnología)	Predicción	Fortalece la predicción matemática al anticipar procedimientos y resultados antes de resolver problemas.
Ortiz et al. (2024)	Ecuador	Cuasi-experimental (pretest–posttest)	Ciencia, Tecnología e Ingeniería	Evaluación	Mejora la evaluación de evidencias científicas y la toma de decisiones fundamentadas.

Autor (Año)	País	Diseño metodológico	Dimensión STEAM	Dimensión PC	Hallazgos (STEAM + Pensamiento Crítico)
Pelamonia et al. (2025)	Indonesia	Cualitativo fenomenológico	STEAM para sostenibilidad	Teorización	Fortalece la teorización de problemas ambientales mediante interpretación crítica del entorno.
Ramos & Núñez (2024)	Indonesia	Revisión sistemática	STEM	Evaluación	Consolida la evaluación de procesos formativos y resultados educativos desde una perspectiva crítica.
Siregar et al. (2022)	Indonesia	Cuasi-experimental (N-Gain)	STEAM en matemáticas	Predicción	Mejora la predicción de estrategias matemáticas al anticipar procedimientos y soluciones.
Sujaryanto et al. (2025)	Indonesia	I+D (Borg & Gall)	Módulos STEAM	Evaluación	Fortalecen la evaluación crítica de evidencias y resultados en ciencias escolares.
Suryani et al. (2025)	Indonesia	Diseño mixto	STEAM contextualizado en ciencias	Evaluación	Consolida la evaluación crítica del aprendizaje mediante reflexión y seguimiento sistemático.
Tan et al. (2021)	Indonesia	Cuasi-experimental (control)	STEAM con Scratch	Predicción	STEAM con Scratch potencia la predicción algorítmica al anticipar resultados y depurar soluciones.
Tomala (2023)	Ecuador	Cuantitativo descriptivo comparativo	Matemáticas e Ingeniería (STEAM)	Teorización	Fortalece la teorización matemática al interpretar problemas y estructurar modelos conceptuales.
Vera & Bonilla (2025)	Ecuador	Experimental cuantitativo	STEAM con situaciones problema	Evaluación	Motiva la evaluación crítica al justificar decisiones y valorar evidencias en tareas problémicas.
Villalba & Robles (2021)	España	Cuasi-experimental	STEM	Predicción	Refuerza la predicción lógico-matemática al anticipar respuestas en tareas estructuradas.

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones Éticas

Se respetaron principios de integridad académica, citación adecuada y reconocimiento de autoría. Las fuentes fueron seleccionadas de bases indexadas y revisadas por pares, garantizando fidelidad interpretativa, transparencia metodológica y uso responsable de la información científica.

Resultados

La revisión de los estudios muestra que el pensamiento crítico se puede establecer dentro de la educación básica de forma intencionada en las prácticas de la STEAM, sobre todo si se organiza en tres dimensiones interdependientes: teorización, predicción y evaluación. En su conjunto, los resultados indican que estas dimensiones no funcionan como habilidades independientes, sino que lo hacen como un entramado cognitivo que se potencia si se estructura la experiencia mediante proyectos auténticos, trabajo colaborativo y ciclos iterativos del tipo diseñar, probar, mejorar y reflexionar.

Igualmente, la teorización se presenta como la puerta de entrada del pensamiento crítico en STEAM. Las investigaciones se profundizan en el aprendizaje a partir de proyectos que arrancan desde problemas cercanos del estudiante en el centro del aprendizaje, la justificación de una serie de ideas y descripción de procedimientos. Se describen estrategias como poder observar el entorno, experimentar con los materiales concretos y hacer uso de múltiples lenguajes. Para facilitar una teorización situada, el alumnado relaciona su intuición inicial con conceptos científicos y matemáticos. También se pone de manifiesto que esta dimensión no aparece de forma espontánea; es preciso que se planteen preguntas por parte del docente, con andamiajes discursivos. Cuando la experiencia STEAM se reduce a construir productos sin el acompañamiento de un proceso reflexivo, el alumnado realiza acciones, pero no puede dar cuenta de los motivos ni de los principios que sostienen las acciones que realizan.

Seguido, desde la predicción reconocida

como una conexión híbrida entre la teorización y evaluación. Se activa cuando el alumnado anticipa comportamientos del sistema y estimar resultados antes de experimentar. En la literatura revisada se evidencia que este es capaz de motivar el pensamiento prospectivo, Esta dimensión se ve fortalecida cuando se trabaja con datos, análisis de simulaciones a partir de resultados observados. De este modo, la predicción deja de ser un supuesto y se convierte en un proceso incremental de modelación. La evidencia muestra una tensión; la predicción se practica muchas veces, pero no se nombra ni se emplea como una habilidad explícita.

De la misma manera, la evaluación se considera un juicio razonado de los procesos. Los estudios apuntan que su repercusión aumenta cuando autoevaluación, coevaluación y reflexión compartida están presentes en el aula. Durante estos procesos, el alumnado va configurando criterios, detectando errores, justificando cambios y regulando cómo se van tomando decisiones, enlazando así lo cognitivo y lo socioemocional.

Discusión y Conclusiones

En la dimensión de teorización, la evidencia indica que las vivencias STEAM refuerzan tanto la construcción conceptual como la práctica argumentativa, ya que la práctica de las experiencias STEAM exige que el alumnado interprete información y relacione conceptos entre las diferentes disciplinas, así como también que los sustentan con fundamentaciones basadas en evidencias. En la predicción, la evidencia hace énfasis en el desarrollo de capacidades analíticas que permiten anticipar resultados,

formular hipótesis y tomar decisiones a partir de datos, modelos o simulaciones, especialmente en los contextos STEM/STEAM enfocados en la resolución de problemas.

En la evaluación, el pensamiento crítico se da a conocer como el juicio fundamentado; contraste entre la información, la revisión de los errores y la gestión metacognitiva con mejoras reportadas por encima de los enfoques tradicionales. Sin embargo, la metacognición no siempre se explicita, existen brechas de recursos y tecnología, y se requieren mayores procesos de formación docente y continuidad curricular para sostener los efectos.

Referencias

Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference? In Future of Learning Group Publication. Massachusetts Institute of Technology (MIT). https://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf

Argüello-Guevara, J. V. (2025). El método STEM como recurso pedagógico de innovación curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en comunidades educativas de contexto vulnerable. *Revista Internacional Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 18(1), 278–290. DOI: <https://doi.org/10.37843/rtd.v18i1.611>

Arifin, M. (2025). The classroom as a space of meaning construction: Rethinking critical pedagogy in the 21st century. *Journal of Educational Transformation*, 12(1), 45–58.

Casado Fernández, R., & Checa-Romero, M.

(2022). Creatividad, pensamiento crítico y trabajo en equipo en educación primaria: un enfoque interdisciplinar a través de proyectos STEAM, *Revista Complutense de Educación*, 34(3), 629–640 *Revista Complutense de Educación*, 33(?) <https://doi.org/10.5209/rced.79861>

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.

Facione, P. A. (2007). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*. <https://www.law.uh.edu/blakely/advocacy-survey/Critical%20Thinking%20Skills.pdf>

Ferrada Ferrada, C. A. (2022). Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de educación primaria. URI: <http://hdl.handle.net/10481/76036>

Fherdiana, L., & Sriyanto, S. (2025). Develop critical thinking skills through STEAM learning in Grade 5 at SD Negeri 2 Sawal Banjarnegara. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 25. <https://doi.org/10.30595/pssh.v25i.1755>

Guanotuña Balladares, G. E., Pujos Basantes, A. A., Oñate Pazmiño, M. F., Ponce Jiménez, M. A., Carrillo Llumitaxi, E. P., Delgado Yar, N. P., Váscenez Maza, E. C., & Calvopiña Trujillo, M. C. (2024). Adaptación de la metodología STEM-STEAM en la educación pospandemia: un enfoque integral para la recuperación académica. *Revista INVECOM: Estudios Transdisciplinarios en Comunicación y Sociedad*, 4(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10279662>

Hashmi, K., & Surani, S. (2024). STEAM education: A pathway to enhance critical thinking in dynamic elementary classrooms. *Sukkur IBA Journal of Educational Sciences & Technologies (SJEST)*, 4(1). DOI: <https://doi.org/10.30537/sjest.v4i1.1274>

Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), Article 15. <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15> <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/15/>

Kroff, F. J., Saldivia, V. V., Cardenas, E. S., & Ferrada, C. (2025). Desarrollando habilidades del siglo XXI a través del enfoque STEAM en la escuela rural insular chilena [Developing 21st century skills through the STEAM approach in the Chilean island rural school]. *Revista Espacios*, 46(3), Art. 23. <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n03p23>

Meepat, P., Kadroon, T., & Sangarwut, A. (2024). The use of STEAM education learning package to develop elementary school students' science process skills and learning achievement of physical properties of materials. *Higher Education Studies*, 14(4). <https://doi.org/10.5539/hes.v14n4p38>

Moreno Badás, A., & García-Terceño, E. M. (2024). Educación inclusiva: propuesta didáctica STEAM integrada para alumnado de Educación Primaria centrada en el aprendizaje de las figuras planas. *Educación Matemática*. DOI: <https://doi.org/10.24844/EM3603.10>

Morillo Ramírez, C. V., Paillacho Huera, S. B.,

& Macas Guamán, F. E. (2025). Proyecto STEAM como puente de innovación y mejora de relaciones socioemocionales. *DISCE. Revista Científica Educativa y Social*, 2(2), 228–248. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10348586>

Muftidafila Ilham Rosyida, K., Prahani, B. K., & Kurtuluş, M. A. (2025). Analysis of the role of STEAM education in improving critical thinking skills for sustainable development. *Journal of Current Studies in SDGs*, 1(2), 20–32. DOI: <https://doi.org/10.63230/jocsis.1.1.9>

Nurhikmayati, I., Kusumah, Y. S., & Darhim, D. (2024). Mathematical critical thinking skills through STEM/STEAM approach: A systematic literature review. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 35, 145–160. DOI: <https://doi.org/10.55549/epess.810>

Ortiz-Carranza, G. R., Ortiz-Barre, J. M., Trejo-Márquez, G. D., & Martínez-Satizabal, E. A. (2024). Metodología STEAM: Aplicaciones en la educación básica, 593 Digital Publisher CEIT, 9(3), 1154–1166. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2501>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1095592>

Pelamonia, J., Ginting, C., Kempa, E., Tobing,

- D., & Leasa, M. (2025). Students' critical thinking skills based on the STEAM approach: The issue of waste recycling and ecology. *Journal of Environment and Sustainability Education*, 3(3), 396–413. <https://doi.org/10.62672/joease.v3i3.95>
- Ramos Doria, J. A., & Núñez Urueta, L. E. (2024). Enfoque STEM para desarrollar habilidades de resolución de problemas y su impacto en la gestión académica. *Revista INVECOM: Estudios Transdisciplinarios en Comunicación y Sociedad*, 4(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10642059>
- Siregar, Y. E. Y., Rahmawati, Y., & Suyono, S. (2022). The impact of an integrated STEAM project delivered via mobile technology on the reasoning ability of elementary school students. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 410–428. <https://doi.org/10.3926/jotse.1446>
- Sujaryanto, E., Sarwanto, S., & Yulisetiani, S. (2025). Steam-based science module to optimize critical thinking skills of Grade V elementary school students. *SHES: Conference Series*, 8(4), 214–223. <https://jurnal.uns.ac.id/SHES/article/view/109505>
- Suryani, E., Prasetyo, Z. K., Hermanto, H., & Purwanti, K. Y. (2025). A comparative study of inquiry, STEAM, and STEAM-based guided inquiry (GI-STEAM). *European Journal of STEM Education*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/17191>
- Tan, W.-L., Samsudin, M. A., Ismail, M. E., Ahmad, N. J., & Abdul Talib, C. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM integrated approach via Scratch on computational thinking. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12), em2049. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11403>
- Tomalá-Vera, V. V. (2024). La metodología STEAM y su aporte en el aprendizaje matemático. *Episteme Koinonía*, 7(13), 222–239. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i13.3215>
- Vera Rubio, P. E., & Bonilla González, G. P. (2025). Metodología STEAM y formación docente en educación básica: Una experiencia desde los actores. *Ciencia Latina: Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16170
- Villalba Gómez, J. V., & Robles Moral, F. J. (2021). «Del árbol al cuadro»: Un proyecto didáctico STEAM para Educación Primaria. *Educación*, 30(59), 275–293. <https://doi.org/10.18800/educacion.202102.014>
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Pupil's Attitudes Toward Technology (PATT-19 Conference)*, Salt Lake City, Utah. https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education