

STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental

STEAM for the development of mathematical thinking: a documentary review

Jaylin Milagro Acendra-Pertuz ¹ 
Robinson Junior Conde-Carmona ²  

¹Estudiante de licenciatura en matemáticas, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. jmacendra@mail.uniatlantico.edu.co

²PhD. en Educación Matemática, docente e investigador del Grupo GIMED de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. rjconde@mail.uniatlantico.edu.co

Recibido: 04 de marzo de 2024

Aceptado: 28 de marzo de 2024

Publicado en línea: 04 de julio de 2024

Editor: Matilde Bolaño García 

Para citar este artículo: Acendra-Pertuz, J. y Conde-Carmona, R. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis*, 20 (2), 351-370.

RESUMEN

El artículo presenta una revisión del estado del arte del Enfoque STEAM en educación matemática, con el objetivo de identificar tendencias actuales vinculadas a su impacto en el desarrollo del pensamiento matemático, teniendo en cuenta enfoques globales. Se destacan subcategorías como: STEAM en educación matemática, STEAM y la resolución de problemas, y STEAM y gamificación en educación matemática. Este trabajo se desarrolló por medio del resumen analítico investigativo (RAI) de la documentación objeto de estudio. Se concluye una apropiación en el uso del Enfoque educativo en cuanto a la creación y puesta en práctica de metodologías basadas en STEAM. También se identifica este enfoque como una propuesta novedosa que brinda las bases para formular estrategias educativas sumamente llamativas para los estudiantes, en especial en educación matemática.

Palabras clave: STEAM; pensamiento matemático; educación matemática.

ABSTRACT

The article presents a review of the state of the art of the STEAM approach in mathematics education, with the aim of identifying current trends related to its impact on the development of mathematical thinking, taking into account global approaches. Subcategories such as STEAM in mathematics education, STEAM and problem solving, and STEAM and gamification in mathematics education are highlighted. This work was developed by means of the research analytical summary (RAI) of the documentation under study. It concludes an appropriation in the use of the Educational Approach in terms of the creation and implementation of STEAM-based methodologies. This approach is also identified as a novel proposal that provides the basis for the formulation of highly engaging educational strategies for students, especially in mathematics education.

Keywords: STEAM; mathematical thinking; mathematics education.

INTRODUCCIÓN

Desarrollar un proceso de enseñanza es complejo, especialmente en el ámbito de la educación matemática, ya que implica que los actores involucrados tomen conciencia de su desempeño en el aula (Piñero, 2020). Dado que muchos estudiantes muestran apatía hacia la formación tradicional en matemáticas, es imperativo explorar metodologías que atraigan a todos los alumnos, reconociendo la importancia intrínseca de esta área (García-Mejía y García-Vera, 2020).

La relevancia de las matemáticas reside en su capacidad para desarrollar competencias y habilidades vitales para diversos aspectos de la vida cotidiana, tales como la resolución de problemas, el razonamiento, la comunicación, la modelación y la representación (Alsina *et al.*, 2019). En particular, la destreza para resolver problemas vitaliza tanto las matemáticas como el pensamiento en general, facilitando la comprensión del mundo (ver Burbano-Pantoja *et al.*, 2021; Fajardo y Benítez, 2020; Torres *et al.*, 2022; Vargas, 2021; Torres-Castro, Yataco *et al.*, 2022; Burbano Pantoja, Munévar Sáenz y Valdivieso Miranda, 2021).

Dado lo anterior, es esencial idear estrategias que potencien la enseñanza y el aprendizaje matemático. Diversas investigaciones sugieren abordar problemas reales, integrar herramientas tecnológicas y conectar esta disciplina con otras. Estas propuestas son cruciales para renovar los enfoques pedagógicos tradicionales (Meza y Duarte, 2020). En lo que respecta concretamente al uso de recursos tecnológicos en educación, Bolaño-García (2021) sostiene que les brinda a los estudiantes la posibilidad de vivir experiencias que son cercanas a su realidad, contextualizadas. No obstante, se requiere que los docentes estén capacitados para emplear estas herramientas de forma adecuada en el aula sin que se disperse la atención de los alumnos.

Ahora bien, los avances actuales en ciencia y tecnología han provocado cambios significativos en diversas actividades de la vida cotidiana (Meza y Duarte, 2020; Conde-Carmona y Bolívar, 2024) ya

que no se centran en un campo en específico, sino que, por el contrario, están inmersos en el diario vivir (Bolaño-García, 2023). En educación, las nuevas herramientas tecnológicas han facilitado espacios interactivos que priorizan la participación, la creatividad y el razonamiento, especialmente en la educación matemática, impulsando la motivación de los estudiantes (Torres *et al.*, 2022; Vera *et al.*, 2020). En particular, estos recursos potencian habilidades como el razonamiento, la introspección, la argumentación, la generalización y el análisis de patrones al resolver problemas matemáticos (Olsson y Granberg, 2019; Santos-Trigo, 2020).

Dentro de este contexto, STEAM (sigla en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) surge como respuesta a las necesidades planteadas. Así, este enfoque fomenta la integración de diversas disciplinas, potencia la resolución innovadora de problemas y cultiva el pensamiento creativo (Kummanee *et al.*, 2020), además de incentivar estrategias que incorporan recursos tecnológicos (Conde-Carmona y Padilla, 2020; Genwords, 2020).

Con esta perspectiva, el objetivo de la presente revisión es descubrir las tendencias actuales en educación matemática vinculadas al enfoque educativo STEAM y su efecto en el desarrollo del pensamiento matemático. Se busca comprender las metodologías empleadas y sus contribuciones en diversos contextos por medio de la pregunta de investigación “¿Cómo se ha implementado el enfoque educativo STEAM en la educación matemática para el desarrollo del pensamiento matemático en los últimos cinco años?”. Para responderla, se llevó a cabo una revisión hermenéutica de la literatura de los últimos cinco años en torno al tema.

Principios epistémicos de STEAM

La educación ha evidenciado en las últimas décadas una creciente necesidad de integrar diversas disciplinas científicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta demanda se origina por la rápida adopción de tecnologías y la urgencia de adaptarse a un entorno en constante cambio, con el fin de equipar a los estudiantes con competencias

esenciales para su vida laboral, personal y social (Asinc y Alvarado, 2019). Ante la inclinación educativa hacia el aprendizaje interdisciplinario y transdisciplinario, ha emergido el enfoque educativo STEAM, que integra arte, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Bertrand y Namukasa, 2020).

Las disciplinas agrupadas en el acrónimo STEAM fundamentan este enfoque educativo, buscando romper las barreras que tradicionalmente las han mantenido aisladas, y así innovar en los procesos pedagógicos (Bautista, 2021). Esta idea concuerda con lo propuesto por Yakman (2008), quien introdujo el término basándose en la necesidad de integrar materias que se habían desarrollado de forma independiente y, por ende, reestructurar los currículos.

Es esencial destacar que el desarrollo de competencias es el núcleo de STEAM (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2022). Algunas de las competencias esenciales incluyen el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la innovación, la comunicación, la toma de decisiones, la conciencia cultural, la adaptabilidad y la alfabetización digital, entre otras (Krüger y Chiappe, 2021). Así, la integración del arte en este enfoque se fundamenta en que las destrezas fomentadas por medio de esta disciplina favorecen algunas de esas competencias —concretamente, la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la comunicación—, junto a otras como la autonomía y el trabajo colaborativo (Sousa y Pilecki, 2013).

La integración propuesta por STEAM tiene un doble propósito. Por un lado, actúa como canal para el aprendizaje efectivo en distintas áreas del conocimiento. Por otro, promueve el pensamiento divergente, donde la curiosidad y el deseo de aprender se convierten en motores para la adquisición de nuevo conocimiento a través de diversas soluciones, vinculando arte, ciencia y tecnología, disciplinas anteriormente vistas como antagónicas (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

Entonces, ¿qué ofrece el enfoque educativo STEAM? Al combinar ciencias técnicas con humanidades y

artes, no solo se busca desarrollar habilidades específicas, sino también potenciar el pensamiento lógico y creativo. En ese orden de ideas, es un enfoque orientado hacia la investigación basada en la curiosidad y la imaginación (Stroud y Baines, 2019), centrándose en la resolución de problemas a través de la observación y la percepción desde diferentes ángulos. De tal modo se espera a su vez disminuir la complejidad de los problemas que se plantean mediante la articulación de varias áreas para su resolución, algo que de hecho caracteriza a los problemas en contexto (Castro-Campos, 2022).

Asimismo, se destaca que STEAM promueve el trabajo colaborativo y la exploración de múltiples soluciones (Cilleruelo y Zubiaga, 2014), especialmente a través de la transdisciplinariedad, lo que permite abordar un problema desde diversas perspectivas en un contexto real (Costantino, 2017). También promueve el desarrollo de competencias tecnológicas y la aplicación profunda de las ciencias, basándose en un enfoque interdisciplinario. En la práctica, esto ofrece oportunidades para la mejora continua y fomenta la adaptabilidad en variados contextos educativos (Santillán *et al.*, 2019).

STEAM en educación

✓ STEAM en educación matemática

Numerosas investigaciones fundamentan la implementación de procesos educativos en el modelo STEAM enfocándose especialmente en el desarrollo del pensamiento matemático. Ahora bien, dado que los contenidos matemáticos pueden ser abstractos para los estudiantes, STEAM ofrece estrategias que facilitan la comprensión de esta disciplina y su relevancia en la vida cotidiana (Bedewy *et al.*, 2021).

El pensamiento matemático se concentra en la habilidad del razonamiento que da paso a la resolución de problemas en diversos contextos (Carreño, Palacios y Medina, 2023), involucrando el desarrollo de la comunicación y de competencias propias de las matemáticas tales como la modelación y la representación (MEN, 2015). En este punto se puede identificar una relación directa

con el modelo educativo STEAM ya que los problemas contextualizados promueven la interdisciplinariedad propia de este. De tal forma, esta aproximación puede encontrar un ambiente propicio para su implementación en el aula (Alsina y Salgado, 2018) por medio de proyectos que se fundamenten en el trabajo colaborativo, la conjunción de distintas áreas y la investigación (Solano-Díaz *et al.*, 2023; Zamorano *et al.*, 2018).

De acuerdo con una revisión bibliográfica de Zamorano *et al.* (2018), el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos son metodologías frecuentemente adoptadas en la implementación de STEAM en educación matemática. Esta observación concuerda con Sáez (2018), quien caracteriza estas estrategias como ideales para el desarrollo del pensamiento matemático.

Por otra parte, para poner en práctica este enfoque, Bertrand y Namukasa (2023) proponen unas etapas de aprendizaje que constan de cuatro componentes y cuyo desarrollo permite abordar experiencias de aprendizaje profundas, de modo que se puedan alcanzar los objetivos de formación propuestos; específicamente, en el área de matemáticas. Dichas fases son:

1. Construcción de la curiosidad, la cual se basa en conectar al estudiante con el objeto de estudio de manera que atrape su atención y sea llamativo para él. Para ese fin se sugiere recurrir a actividades prácticas y experiencias del mundo real que incrementen la curiosidad y desarrollen habilidades esenciales.
2. Recopilación de datos y hechos, que se fundamenta en la comprensión de un problema para su pronta solución. Esta etapa requiere que los estudiantes lleven a cabo una lluvia de ideas, planifiquen procesos o elaboren un plan y hagan uso de sus conocimientos. De igual forma, es preciso invitar a los alumnos a que busquen información que les permita plantear posibles

soluciones y, así, desarrollar las habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico, lógica y razonamiento.

3. Fabricación y perfeccionamiento, es decir, creación de un prototipo diseñado por los estudiantes y direccionado hacia la resolución del problema. En este momento se les presenta a los alumnos la libertad de desarrollar su creatividad para formular su propuesta de la forma más adecuada según sus propios objetivos.
4. Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro, que se basa en compartir con la comunidad educativa todo lo realizado en etapas anteriores de modo que se pueda evaluar el prototipo creado e idear la manera de mejorarlo en un futuro.

En definitiva, la implementación del enfoque educativo STEAM puede aportar favorablemente a la adquisición de conocimientos y competencias matemáticas en diferentes niveles educativos. En esta área convergen el razonamiento lógico, la resolución de problemas, los conceptos geométricos y el análisis de datos, que son elementos matemáticos fundamentales que se promueven mediante el modelado, el uso de tecnologías y otras estrategias (Fernández-Blanco *et al.*, 2020).

✓ STEAM y gamificación en educación matemática

Es pertinente establecer una conceptualización de lo que hoy por hoy se concibe como gamificación para posteriormente establecer el vínculo con el enfoque educativo STEAM y las matemáticas. En ese sentido, cabe partir de la teoría de Sánchez-Pacheco *et al.* (2020), quienes afirman que la gamificación consiste en la creación de un ambiente de juego para situaciones que no son de naturaleza jugable con el

objetivo de hacer lúdicos distintos espacios —entre ellos, el educativo—, propiciando la participación, la motivación y el cambio de significado que se pueda identificar en un medio determinado (Li, Grossman y Fitzmaurice, 2012).

Meza y Duarte (2020) establecen que, en lo que a educación matemática respecta y a la forma en la que se puede aplicar STEAM, la gamificación es una de las estrategias que se recomienda tener en cuenta. Esta propuesta se alinea con el hecho de que los campos del STEAM no se pueden abordar de manera aislada, sino que se debe buscar una interrelación con distintas asignaturas, conocimientos y aplicaciones que involucren situaciones reales de los estudiantes, teniendo en cuenta el nivel educativo y los objetivos de aprendizaje.

Considerando el planteamiento anterior, Chacón (2022) realizó un proyecto de investigación en educación matemática donde se articularon estos dos componentes, titulado “Prototipo de aplicación de realidad virtual y gamificación con enfoque STEAM para el aprendizaje de las matemáticas en grado octavo de educación básica”. El autor consideró recurrir a la gamificación debido a que, entre sus múltiples usos, permitía implementar la tecnología para crear un prototipo de realidad virtual que llevara al estudiante a dominar diferentes conceptualizaciones matemáticas, como el análisis de los sólidos y el cálculo de áreas, para superar cada uno de los niveles propuestos en el juego diseñado.

Investigaciones como la anterior evidencian cómo la articulación del juego en entornos educativos puede ser útil para alcanzar objetivos planteados sobre la base de un análisis de necesidades educativas; en este caso, en el área de matemáticas. En ese sentido, es preciso anotar que ya existen distintas herramientas utilizadas para crear actividades gamificadas. Entre ellas se encuentran Adventure, Gamicad, Youtopia, Classdojo y Kahoot (Acosta-Medina *et al.*, 2020), así como Classcraft (George, 2020; Sánchez-Pacheco *et al.*, 2020).

Finalmente, también cabe mencionar que diversas investigaciones sostienen el fuerte desarrollo cognitivo que se da con la implementación de la gamificación guiada por STEAM. No obstante, de igual modo es necesario contar con capacitación docente en lo que respecta a la complejidad didáctica que implica la creación de actividades educativas de este tipo, de tal modo que se evite generar resistencia y conflictos cognitivos (Rodrigues-Silva y Alsina, 2023).

✓ **STEAM y la resolución de problemas**

Una de las competencias de indispensable desarrollo en las personas durante el siglo XXI es la resolución de problemas, de forma que puedan responder de forma óptima ante los cambios de la sociedad (Krüger y Chiappe, 2021). En ese orden de ideas, una de las características principales que se destacan del enfoque STEAM es el desarrollo de dicha competencia a la par que se ponen en práctica habilidades sociales y se implementan estrategias creativas. También se reconoce la virtud de que el trabajo colaborativo permanezca (Santillán *et al.*, 2019) e involucre la articulación de diversos conocimientos (Kummanee *et al.*, 2020).

De este modo, una de las estrategias más utilizadas para el desarrollo del pensamiento matemático es la solución de problemas ya que se caracteriza por darle un rol activo al estudiante. Así pues, el mismo alumno es el centro y la fuente de inspiración para la formulación de la estrategia toda vez que los problemas propuestos derivan del propio contexto de este, lo que genera motivación y curiosidad (Marcillo-Manzaba *et al.*, 2022). Por esta razón, Meza y Duarte (2020) establecen que los planteamientos de problemas y STEAM permiten examinar diferentes caminos para su resolución en el marco de materias variadas.

✓ **STEAM en educación primaria**

Existen diversas investigaciones que dejan en evidencia la pertinencia del uso de STEAM en educación primaria (Silva-Hormazábal *et al.*, 2022). Esta implementación se da principalmente debido a que se hace necesario desarrollar desde edades

tempranas competencias que les permitan a las futuras generaciones adquirir habilidades para responder al mundo actual. Por lo tanto, se recomienda que el docente aplique metodologías que involucren la interdisciplinariedad y adopte una estrategia didáctica direccionada a que los estudiantes obtengan un aprendizaje real. Para ese fin, la metodología con la que se imparten los contenidos objetos de estudio debe hacer que estos sean llamativos, interesantes, relevantes y acordes a la realidad (Rudi *et al.*, 2023).

En efecto, una investigación desarrollada por Robles *et al.* (2022) ha logrado determinar que es posible emplear el enfoque STEAM en educación primaria; especialmente en asignaturas como las matemáticas, las ciencias naturales y la educación artística. Los autores, además, identifican que la metodología en cuestión se centra en el aprendizaje de distintas competencias a la vez, abarcando así la lingüística, la matemática, la digital y la cívica. Asimismo, se destaca este enfoque como un mecanismo para tomar conciencia de las expresiones culturales y del aprender a aprender. En tal medida, destacan el enfoque como un instrumento válido para el aprendizaje de las áreas del conocimiento que comprende. Igualmente, rescatan que, a pesar de que en educación primaria por lo general no se trabajan cada una de estas asignaturas, esta aproximación pedagógica lleva a una articulación y a un abordaje de todas ellas.

En esa misma línea, un estudio desarrollado por Erol y Erol (2023) tuvo como objetivo determinar los resultados implícitos que se obtienen con la implementación del enfoque educativo STEAM en educación primaria mediante reflexiones realizadas por docentes que lo han aplicado. De esa forma los autores concluyeron que STEAM no solo es funcionalmente llamativo y atractivo para el desarrollo cognitivo de los estudiantes y no solo presenta un entorno ideal para alcanzar objetivos deseados, sino que además promueve la diversión, el trabajo colaborativo, el autocontrol, el pensamiento analítico y crítico, entre otros. En ese sentido, identificaron tres funciones que son reflejo de STEAM:

1. Oportunidad de aprendizaje colaborativo con amigos.
2. Valores.
3. Oportunidad del desarrollo de habilidades.

Referentes destacados

Diversas investigaciones promueven el desarrollo del pensamiento matemático haciendo uso de STEAM articulado con otras disciplinas (Monreal *et al.*, 2022; Silva-Hormazábal *et al.*, 2022). Una de las estrategias destacadas para ese fin es el pensamiento computacional, que resulta útil para potenciar el razonamiento matemático a través de la resolución de problemas contextualizados debido a que exige una articulación entre competencias, como la lógica y el pensamiento crítico, en el momento de idear, definir, planificar, ejecutar y evaluar modelos matemáticos relacionados con ecuaciones cuadráticas y funciones lineales (Garnica y Ramos, 2023).

Un estudio realizado por Bermejo *et al.* (2023) en República Dominicana analiza el impacto que ha tenido la implementación del enfoque STEAM en una institución educativa del sector rural desde una mirada cualitativa y cuantitativa. De esta manera, los autores evidencian en primera instancia que el alcance de este enfoque no se limita solo a entornos urbanos, sino que, por medio de una adecuada planificación y estructuración, se puede poner en práctica de forma exitosa en ambientes rurales, transformando el medio y el contexto cuando se implementa de forma ininterrumpida.

Del mismo modo, Bermejo *et al.* (2023) destacan que los procesos educativos implementados en diversas áreas se caracterizaron por estar enfocados en el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas. Este método de trabajo ha llevado a la institución que examinaron a obtener reconocimientos tanto a nivel nacional como al institucional, desde tecnología hasta en ciencias humanas. Además, se observó una notable diferencia con respecto a las instituciones locales en

cuanto a los resultados de las pruebas nacionales, mostrando así un considerable incremento en el aprendizaje y el desarrollo del pensamiento de los alumnos. Esto puede relacionarse con los planteamientos de Shatunova *et al.* (2019), según los cuales el aprendizaje basado en proyectos y en problemas utilizados en el marco de STEAM propician una metodología activa y motivan, de forma directa, la participación de los estudiantes en su propia formación.

A nivel general, las diversas estrategias que se implementan en educación infantil relacionadas con educación matemática pueden agruparse en tres categorías, diferenciables en cuanto a lo que desarrollan y a su enfoque: el pensamiento computacional, la construcción y experimentación, y aquellas en las que el estudiante es quien desarrolla una propuesta. Un ejemplo de ello es el uso de ScratchJr para el desarrollo del pensamiento lógico, en lo que respecta al pensamiento computacional.

Cabe resaltar que todas estas estrategias se caracterizan por tener un horizonte común: incrementar habilidades matemáticas como las de clasificar, ordenar, identificar y resolver problemas, razonar, comunicar, representar, etc. (Prat y Sellas, 2021). Así, para cada una de las categorías mencionadas, queda abierta una amplia gama de actividades que se pueden formular e implementar. Ahora bien, también es preciso tener en cuenta que, para un óptimo desarrollo de la enseñanza y el cumplimiento de los objetivos pactados, los docentes deben contar con una formación sólida en estas metodologías STEAM (Salgado y Alsina, 2020).

Una aplicación que se destaca del enfoque STEAM en niños es la realizada por Alsina y Salgado (2018), la cual se caracteriza por utilizar materiales manipulables y basarse en un movimiento artístico llamado *Land Art*. La actividad consistió en tomar elementos variados del medio ambiente, tales como hojas secas, ramas de árbol y demás, para luego categorizarlos y posteriormente hacer un análisis de cada uno de ellos en cuanto a variables como el tamaño, el color, la consistencia, la cantidad, entre otras. Este estudio se realizó por medio de

preguntas abiertas, donde el razonamiento, la comunicación, la argumentación, la participación y el trabajo activo prevalecieron. Finalmente, los estudiantes debían plasmar en papel una obra de arte con los materiales recolectados, lo que dio una oportunidad de desarrollar la creatividad y la motivación.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

El presente estudio se basa en una revisión sistemática de la literatura con un enfoque cualitativo. Esta metodología se distingue por su capacidad para sintetizar y resumir temas específicos en respuesta a una pregunta de investigación, para así obtener información actualizada sobre un tema en particular de interés (Aguilera, 2014). En ese sentido, es importante anotar que el trabajo cualitativo, por su naturaleza, permite descripciones detalladas y exhaustivas (Aguilera, 2014). Además, se adoptó un enfoque epistemológico hermenéutico, fundamental para interpretar la realidad y entender la intencionalidad dentro de un contexto específico (Pérez *et al.*, 2019).

Diseño de investigación

Para el diseño del presente estudio se tuvieron presentes aspectos relacionados con la declaración PRISMA, de tal forma que se redujeran sesgos en la revisión documental (Urrútia y Bonfill, 2010). También se llevó a cabo un cribado de resúmenes y textos completos con el propósito de determinar la pertinencia en la selección de un documento o bibliografía. Esta evaluación es preestablecida y contiene los criterios de selección establecidos por el autor (Linares-Espinós *et al.*, 2018).

Instrumentos de análisis

Durante esta revisión se empleó el resumen analítico investigativo (RAI) (Sánchez *et al.*, 2021), el cual permitió examinar los documentos seleccionados por medio de matrices. De esta forma se identificaron metodologías, líneas investigativas, limitaciones de las investigaciones desarrolladas, entre otros factores que llevaron, en definitiva, a la

organización categórica y la caracterización de estudios.

Crterios y estrategias de búsqueda

Se analizaron diversas investigaciones publicadas tanto a nivel nacional como al internacional, incluyendo artículos de revista y tesis de grado. Igualmente, se tuvieron en cuenta contribuciones que originalmente fueron publicados en inglés. Así, luego de una lectura minuciosa y una revisión bibliográfica, se seleccionaron 44 investigaciones que contemplaron categorías específicas preestablecidas debido a su relación con el objetivo del presente estudio: STEAM, educación matemática, enseñanza y pensamiento matemático.

RESULTADOS

La tabla 1 resume algunos estudios de investigación centrados en el fomento del pensamiento matemático mediante el desarrollo de competencias relacionadas con base en el enfoque STEAM. Esta síntesis destaca aspectos clave de dichos trabajos tales como: la fuente o los autores, la metodología empleada, la pregunta de investigación o los objetivos planteados, los resultados, las categorías principales abordadas y el impacto identificado en la investigación.

Tabla 1. Proyectos STEAM en educación matemática.

| Fuente | Metodología | Preguntas-objetivo | Resultados | Categorías principales | Impacto de la investigación |
|---|---|---|--|---|--|
| Zambrano (2018) | Cuantitativo-descriptivo (experimental-longitudinal). | Formular una secuencia pedagógica que implique el uso de la tecnología y permita identificar las matemáticas como una herramienta que plantea soluciones a problemas en contexto. | El uso de software articula áreas como robótica e ingeniería, estimulando el pensamiento lógico y reduciendo el temor hacia las matemáticas. | Aprendizaje, matemática, STEAM, enseñanza. | El docente debe mantener objetivos claros en su metodología al incluir la tecnología en los procesos, de tal forma que esta motive al estudiante y no sea un distractor. |
| Martínez-Baquero y Rodríguez-Umaña (2022) | Cualitativa, estudio de caso. | Identificar los beneficios del uso de aplicaciones móviles para apoyar los procesos de | Las aplicaciones móviles, como STEAM Math, complementan contenidos y mejoran el intercambio de | Aplicaciones móviles, aprendizaje, enseñanza, estudiante, profesor. | Aunque el uso de las aplicaciones móviles representa excelentes resultados en educación, se |

De este modo se evidencia que la metodología predominante es cualitativa. Sin embargo, también se han realizado investigaciones con un enfoque cuantitativo e inductivo para evaluar la efectividad de diferentes estrategias de enseñanza de cara al desarrollo del pensamiento matemático utilizando el enfoque STEAM. Asimismo, es importante resaltar que se ha reconocido la eficacia de las herramientas tecnológicas en este tipo de propuestas, como es el caso de aplicaciones móviles, softwares, realidad virtual, robots y *blogs*, las cuales además se han articulado con la gamificación.

En esta misma línea, se identifica la creación de prototipos y juegos basados en el conocimiento de los estudiantes con miras a identificar de manera cercana tanto sus dificultades específicas en el área como sus intereses para el diseño de los prototipos. También se evidencia que, cuando las matemáticas se fusionan con otras disciplinas, se genera un enfoque cautivador que estimula el interés de los alumnos al descubrir cómo aplicar lo aprendido para resolver problemas concretos, cercanos a su realidad. De igual manera, este modelo no solo fomenta el desarrollo del pensamiento lógico, sino que involucra otros tipos de pensamiento como lo son el geométrico y el variacional.

| | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|--|--|--|---|
| | | enseñanza en primaria, haciendo uso de STEAM. | conocimientos. Estas aplicaciones, diseñadas según las necesidades de los estudiantes, favorecen el aprendizaje. | | establece que tanto docentes como estudiantes deben identificar el buen uso de ellas, de tal forma que sean un apoyo para el proceso de aprendizaje. |
| Da Silva y Rosa (2022) | Cualitativa. | ¿Qué sentido tienen los números enteros en una clase de matemáticas STEAM con tecnologías digitales? | Abordar los números enteros desde una perspectiva interdisciplinaria incrementa su comprensión, permitiendo relacionarlos no solo con la recta numérica, sino también con la ubicación geográfica. | Educación matemática, STEAM, interdisciplinariedad, escuela primaria. | Resulta eficaz materializar en un mismo objeto matemático diferentes perspectivas de comprensión, las cuales se ven articuladas en los distintos momentos de su abordaje. Así se desarrollan competencias en geografía, física, arte, tecnología y matemáticas en un mismo momento. |
| Alsina (2020) | Cualitativa. | Definir una estructura que permita analizar, desde su planificación hasta la evaluación, las conexiones matemáticas que se desean promover en metodologías con un enfoque STEAM. | Se propone una base para argumentar el desarrollo de conexiones matemáticas en propuestas educativas STEAM, enfocándose en puntos clave como la planificación y gestión de la actividad. | Conexiones matemáticas, competencia matemática, educación STEAM, desarrollo profesional, educación infantil. | Es importante crear metodologías STEAM objetivas hacia el enfoque de conexiones matemáticas, lo que permitirá precisarlas en el aula, eliminando las barreras durante el aprendizaje de las matemáticas. |
| Garnica y Ramos (2023) | Positivista con enfoque cuantitativo. | Fortalecer competencias matemáticas por medio de la implementación del pensamiento computacional y STEAM en estudiantes de educación básica. | La estrategia implementada fomenta un enfoque por parte de los estudiantes para la resolución de problemas relacionados con ecuaciones lineales, mejorando su comprensión y articulando las matemáticas con otras áreas. | Pensamiento computacional, STEAM, fortalecimiento, estrategia, competencias matemáticas. | La segmentación de procesos que debe realizar el estudiante en un proyecto fundamentado en STEAM resulta exitosa debido a que promueve la creatividad en cada una de las etapas y da al alumno una visión práctica de todo lo desarrollado, permitiéndole crear conciencia de cada una de las etapas. |
| Chacón (2022) | Inductiva. | Implementar la gamificación a | La utilización de la realidad virtual en la | Realidad virtual, gamificación, | Se hace imprescindible |

| | | | | | |
|-------------------------|---|--|---|---|--|
| | | través de la realidad virtual para la enseñanza de matemáticas en secundaria. | educación matemática implica un aumento en la autonomía y la mejora de las habilidades de los estudiantes a través de la resolución de problemas y acertijos. | matemáticas, STEAM. | continuar implementando la realidad virtual en el aula con el objetivo de reconocer los beneficios e inconvenientes que esta tecnología podría plantear. Así será posible aplicarla de manera adecuada en los procesos de enseñanza de la matemática. |
| Angamarca et al. (2023) | Enfoque de investigación mixto de tipo descriptivo. | Fomentar un aprendizaje más profundo de los estudiantes y mejorar la capacidad para utilizar el razonamiento lógico a través de la implementación de la metodología STEAM. | La aplicación de una unidad didáctica basada en la metodología STEAM y enfocada en desarrollar habilidades en las que se presentaban dificultades resulta ser apropiada al demostrar un avance moderado en habilidades cognitivas por desarrollar en los estudiantes. | STEAM, Scratch, Wechsler (WISC), UECIB. | El uso del test de inteligencia de Wechsler resulta ser adecuado en el momento de realizar el pretest y el postest para identificar la variación del nivel de aprendizaje luego de la aplicación de una unidad didáctica basada en STEAM. Además, es indispensable establecer las habilidades que se busca desarrollar para crear unidades didácticas objetivas. |

Fuente: elaboración propia.

La tabla 2, por otra parte, presenta una clasificación que identifica los aportes realizados por ciertas investigaciones con un enfoque en el pensamiento matemático, los recursos utilizados en la metodología STEAM y el diseño instruccional para la elaboración de la propuesta. En esta categorización se identifican los pensamientos matemáticos por desarrollar, las herramientas utilizadas y el medio de desarrollo, así como la fundamentación de las fases que se deben seguir para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Por consiguiente, en la triangulación de la tabla 2 se logra destacar que el uso de la metodología STEAM no se limita al desarrollo de pensamientos matemáticos específicos. De tal modo se reafirma lo expresado anteriormente ya que también permite abordar otros pensamientos como el variacional, el

numérico, el espacial, el métrico y el aleatorio. Asimismo, un aspecto destacable es que permite dicho desarrollo por medio de la resolución de problemas, la articulación con la etnomatemática, el pensamiento computacional, el uso de conexiones matemáticas y la argumentación. Así, con la implementación de estas propuestas se han fortalecido y consolidado los objetivos de comprensión y adquisición de competencias matemáticas.

En lo que respecta a los recursos utilizados, en primera instancia se abre la posibilidad de hacer uso tanto de materiales manipulables y situaciones observables en la vida real como de herramientas tecnológicas tales como robots y softwares educativos. De la misma manera, el software Scratch, relacionado con el pensamiento

computacional, se ha empleado para interiorizar características del pensamiento lógico.

En cuanto al diseño instruccional, se resalta al autor Alsina (2020), quien presenta distintos enfoques que se pueden tener en cuenta en el momento de plantear propuestas STEAM, como el diagrama

piramidal y el modelo para la alfabetización matemática en la niñez. Además, se toman aspectos propios del constructivismo y se tiende a seguir una secuencia instruccional que va desde un diagnóstico preliminar hasta la evaluación de la puesta en práctica de la propuesta, así como metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos.

Tabla 2. Caracterización de proyectos STEAM en educación matemática: desarrollo del pensamiento matemático.

| Fuente | Pensamiento matemático | Recursos | Diseño instruccional para la elaboración de la propuesta |
|------------------------------------|---|---|---|
| Salgado <i>et al.</i> (2020) | Desarrollo del pensamiento espacial por medio de la argumentación y la resolución de problemas. | Uso de materiales manipulables a través del aprendizaje por proyectos, promoviendo así el descubrimiento, la interacción y la manipulación. | El enfoque se centra en la propuesta de Alsina (2010), quien presenta el diagrama piramidal de los contextos habituales para enseñar matemáticas en los primeros años. Se fundamentan en la base de la pirámide, situaciones cercanas a la vida y el uso de materiales manipulativos. |
| García-Arango <i>et al.</i> (2023) | Desarrollo del pensamiento métrico con base en las dimensiones que aborda el pensamiento computacional. | Uso de recursos tecnológicos; principalmente, Google Classroom, Educaplay y Scratch. | Modelo ADDIE (Belloch, 2017), el cual permite realizar evaluaciones constantes a cada fase: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Asimismo, se tuvieron en cuenta elementos que constituyen el constructivismo. |
| Canhala-Cárdenas (2021) | Desarrollo de habilidades matemáticas tales como el razonamiento, la comunicación y la argumentación, junto con competencias indispensables para el siglo XXI como la creatividad, el pensamiento crítico, entre otras. Para ese fin se desarrollan el pensamiento numérico y el computacional. | Uso de recursos tecnológicos como el software Scratch. | El diseño de tareas se aborda desde un enfoque constructivista, el cual consta de cuatro fases: diagnóstico de competencias, diseño de la estrategia, desarrollo de la estrategia y evaluación del aprendizaje. |
| Espigares (2022) | Desarrollo de diversos tipos de pensamiento y competencias, como el pensamiento espacial, el numérico, entre otros, así como de las competencias resolución de problemas, comunicación, etc., gracias a la variedad de juegos seleccionados. | Uso de juegos tradicionales minuciosamente seleccionados en los que se identifican contenidos matemáticos por desarrollar. | Se tienen en cuenta cuatro fases para el desarrollo del proyecto, articuladas con la etnomatemática: el estudio antropológico, el estudio analítico, el estudio educativo y el estudio de investigación de campo. |
| Alsina (2020) | Se enfoca en el desarrollo de diversos pensamientos, como el | Se hace uso de robots, como los llamados Bee- | La planificación y la gestión de las actividades se basaron en el modelo |

| | | | |
|----------------------------|--|---|--|
| | aleatorio, el variacional y el espacial, por medio de distintas actividades. También se centra en las conexiones matemáticas. | bots, y se usan materiales manipulables como maderas para simular carros. | desarrollado por Alsina (2017) para la alfabetización matemática en la niñez, la cual consta de seis etapas. |
| Tarazona (2021) | Se centra en el desarrollo de los pensamientos espacial, variacional y numérico por medio de diferentes actividades con distinto grado de complejidad, de tal forma que se logre implementar en diversos grados. | Se prioriza el uso de softwares como Tenkercad y <i>blogs</i> , los cuales se seleccionaron con base en las necesidades para llevar a cabo las actividades. | Las fases de desarrollo estuvieron definidas según las cinco fases propuestas por Valles (1999): definición del problema, diseño del trabajo, recolección de datos, análisis de los datos, validación e informe. |
| Soler-Garcie (2024) | Desarrollar el pensamiento geométrico articulado con las artes por medio de obras artísticas que se encuentran en un museo, con miras a obtener competencias específicas como el razonamiento y transversales como la creatividad, las sociales y la expresión cultural. | Se hace uso tanto de materiales didácticos palpables como de herramientas tecnológicas. También se emplea la visualización. | La propuesta se plantea siguiendo postulados constructivistas enfocados en metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo. |

El análisis de los hallazgos resumidos en la tabla 2 refleja una tendencia ascendente hacia la incorporación de tecnologías y enfoques constructivistas en la enseñanza orientada al desarrollo del pensamiento matemático. Se evidencia además un énfasis generalizado en el fomento de habilidades como el razonamiento, la comunicación y la resolución de problemas a través de herramientas como Google Classroom, Educaplay, Scratch y juegos tradicionales. Del mismo modo, se destaca el uso de materiales manipulables y proyectos prácticos para fomentar el aprendizaje. Sin embargo, existe una divergencia en la aplicación de estas metodologías, variando desde enfoques estructurados como el modelo ADDIE hasta modelos más abiertos basados en la etnomatemática y la alfabetización matemática temprana.

Un aspecto novedoso que se deduce del análisis es la prevalencia en el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y en problemas dentro de las propuestas STEAM en educación matemática. Esto refleja un interés por involucrar a los estudiantes de forma práctica y autogestionada en la construcción de su conocimiento. Asimismo, se observa una marcada

integración de pensamientos matemáticos menos tradicionales, como el aleatorio y el variacional. Esto sugiere un esfuerzo por presentar un panorama amplio e integral de las matemáticas, más allá de contenidos aislados.

De igual manera, se infiere una fuerte articulación entre matemáticas, tecnologías y artes dentro de los proyectos STEAM; por ejemplo, al vincular conceptos geométricos con diseño 3D o programación. Esta convergencia de áreas tradicionalmente aisladas es signo distintivo de STEAM y un factor motivacional clave (Bertrand y Namukasa, 2023). Así, STEAM se perfila como un vehículo ideal para reformar la educación matemática de manera interdisciplinaria. Sin embargo, se requiere mayor investigación sobre cómo concretar esta visión en políticas y prácticas educativas efectivas y sostenibles.

En conclusión, el artículo presenta evidencia sobre el potencial de STEAM para promover el pensamiento matemático de manera activa y significativa, aunque se requiere más investigación para determinar las estrategias más efectivas según los contextos.

DISCUSIÓN

El análisis del impacto del enfoque educativo STEAM en educación matemática ha dejado en evidencia la pertinencia del uso de la tecnología en los procesos formativos. De esta forma se ha identificado que, cuando se hace uso objetivo de estas herramientas para alcanzar metas educativas, se obtiene un resultado positivo. De hecho, además de desarrollar el pensamiento matemático, este enfoque ha demostrado que puede responder a las necesidades educativas del presente siglo.

Lo anterior concuerda con los hallazgos de Santillán *et al.* (2019), quienes establecen que una de las competencias que se busca desarrollar con el uso de la metodología STEAM es la tecnológica. Esta necesidad ha llevado a los docentes a potenciar y renovar su proceder, mostrándose así un interés por parte de estos actores para capacitarse y crear metodologías contundentes y conscientes que cautiven a los estudiantes. Esto coincide con lo propuesto por Piñero (2020) y Bolaño-García (2021).

Además, el trabajo desarrollado por Da Silva y Rosa (2022) demuestra que la articulación de las matemáticas con otras ciencias ha sido eficiente para la resolución de problemas y situaciones cercanas a la realidad del estudiante, donde este puede evidenciar una aplicación práctica de determinados procesos matemáticos. Esta conclusión es coherente con la de Kummanee *et al.* (2020), quienes sostienen que se hace necesario integrar diversos conocimientos para la resolución de problemas.

Por otro lado, se resalta el desarrollo de diversos tipos de pensamiento matemático a través de STEAM, más allá del lógico, como el espacial, el variacional y el aleatorio. De acuerdo con Alsina (2020), esto permite una comprensión más integral de las matemáticas y su aplicación transversal, conectando con planteamientos como los de Kummanee *et al.* (2020).

En cuanto al diseño instruccional de metodologías que integran STEAM en la educación matemática, es fundamental contemplar enfoques activos que

promuevan el esfuerzo colaborativo y la participación constante del estudiante. Una de estas aproximaciones es el aprendizaje basado en proyectos, el cual garantiza el desarrollo de habilidades comunicativas y el trabajo en equipo para alcanzar objetivos comunes. Esta perspectiva coincide con la de (Peña y Cano, 2023) quien afirma que estas metodologías son ideales para el desarrollo del pensamiento matemático, y con la de Shatunova *et al.* (2019), quienes argumentan que la metodología STEAM promueve estrategias activas de enseñanza.

Asimismo, la introducción del arte en el desarrollo de competencias matemáticas, como la resolución de problemas a través del pensamiento matemático, confirma la necesidad de establecer un canal para el desarrollo de la creatividad, entre otros aportes. Esto reafirma la postura de Sousa y Pilecki (2013), quienes mencionan que la integración de las artes influye positivamente en la creatividad, la resolución de problemas, la comunicación y otras competencias.

Finalmente, la implementación de materiales manipulables, herramientas tecnológicas y proyectos educativos que involucren de forma directa la participación del estudiante muestra la adaptabilidad y versatilidad de STEAM, cuyos elementos pueden adaptarse a determinados contextos. Esta diversidad refleja un campo en evolución, donde diferentes estrategias se adaptan a distintas necesidades educativas y ambientes de aprendizaje, lo que es, según Alsina y Salgado (2018), característico de la interdisciplinariedad propia del enfoque educativo STEAM.

CONCLUSIÓN

Las investigaciones centradas en el desarrollo del pensamiento matemático por medio de la metodología STEAM han sido numerosas. De esta forma se han evidenciado las propiedades que brinda este modelo para la educación matemática, principalmente en lo que respecta a la articulación con otras áreas para transformar las formas de enseñanza de los contenidos propios de las

matemáticas. Asimismo, se ha revelado el potencial de este enfoque para promover el desarrollo de habilidades necesarias tanto para la resolución de problemas como para las sociedades del siglo XXI, como lo son la argumentación, la creatividad, la comunicación, el pensamiento lógico, la criticidad, el trabajo en equipo, entre otras.

En cuanto las subcategorías que se destacan, se encuentra la articulación de uno o varios pensamientos matemáticos con el pensamiento computacional para abordar y desarrollar en conjunto aspectos comunes, como por ejemplo el desarrollo del razonamiento lógico. Del mismo modo, se destacan dos tipos de fuentes en cuanto a la creación de la propuesta STEAM: por un lado están las que caracterizan cada una de las áreas que trabaja el modelo (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) y los aportes o aspectos por trabajar en cada una de ellas, y por otro lado las que conjugan dos o más de estas áreas, sin dejar de lado ninguna. No obstante, estas propuestas convergen en varios aspectos característicos, como lo son: un diseño en torno a las necesidades e intereses del estudiante y los elementos que presta el contexto, hacer uso tanto de materiales manipulables como de recursos tecnológicos, y promover la participación directa de los estudiantes, en algunos casos empleando el aprendizaje basado en proyectos.

Asimismo, se destaca la aplicabilidad STEAM en estudiantes de todos los grados de escolaridad ya que puede adaptarse a las necesidades identificadas en los distintos grupos escolares. Su articulación para el desarrollo de pensamientos matemáticos con estrategias como los juegos, la gamificación y el enfoque en educación matemática como la etnomatemática hace de STEAM una propuesta novedosa que brinda las bases para formular estrategias educativas sumamente llamativas para los estudiantes, lo que va a posibilitar su participación e interés. De tal modo se facilita el desarrollo de competencias fundamentales en educación matemática como la resolución de problemas, mientras que el uso de materiales

palpables y herramientas tecnológicas no lo limita a aplicarse en determinados contextos.

Una vez identificadas las tendencias educativas que hacen uso del enfoque educativo STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático, se hace necesario que los docentes integren en sus metodologías las características propias de esta metodología para potenciar las habilidades de sus estudiantes con cada una de las bondades que esta brinda. Además, es preciso reconocer la adaptabilidad y flexibilidad que presenta este enfoque con la articulación de diversas estrategias y aproximaciones educativas, aunque en cualquier caso no se debe dejar de lado la base fundamental, que es STEAM.

También cabe anotar que, para la creación de metodologías basadas en STEAM, los docentes deben tener claridad de los objetivos que se buscan con ellas, y conocer a sus estudiantes. De esta manera se podrán identificar las estrategias adecuadas y se tendrá claro cómo articular la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas en cada una de las sesiones por desarrollar, formando así una ruta que transforme los procesos educativos.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tuvieron ningún interés personal en la revisión sistemática y el desarrollo de este artículo y que no se integraron conductas y valores inapropiados que diferían éticamente de los utilizados en el estudio. Por lo tanto, declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta-Medina, J. K., Torres-Barreto, M. L., Paba-Medina, M. C. y Álvarez-Melgarejo, M. (2020). *Análisis de la gamificación en relación con sus elementos*. Universidad Industrial de Santander.

Aguilera, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359-360.

<https://dx.doi.org/10.4321/S1134-804620140006000010>

Alsina, Á. (2020). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 16(58), 168-190.

Alsina, Á. (2010). La “pirámide de la educación matemática”, una herramienta para ayudar a desarrollar la competencia matemática. *Aula de Innovación Educativa*, 189, 12-16.

Alsina, Á. y Salgado, M. (2018). Land Art Math: una actividad STEAM para fomentar la competencia matemática en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 1-11. [10.24197/edmain.1.2018.1-11](https://doi.org/10.24197/edmain.1.2018.1-11)

Alsina, Á., García, M. y Torrent, E. (2019). La evaluación de la competencia matemática desde la escuela y para la escuela. *Unión – Revista Iberoamericana De Educación Matemática*, 15(55). <https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/294>

Alsina, Á. (2017). Caracterización de un modelo para fomentar la alfabetización matemática en la infancia: vinculando la investigación con buenas prácticas. *AIEM, Avances de Investigación en Educación Matemática*, 12, 59-78.

Angamarca, E. I., Flores, C. M., Flores, C. H. y Pinos, L. F. (2023). Metodología STEAM como herramienta para mejorar el pensamiento lógico y matemático en estudiantes del séptimo año EGB de la UECIB “Suscal”. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(49), 46-61.

Asinc, E. y Alvarado, S. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, 1-12. <https://doi.org/10.37611/IB0oI01-12>

Bautista, A. (2021). STEAM education: contributing evidence of validity and effectiveness. *Journal for the Study on Education and Development: Infancia y*

Aprendizaje, 44(4).

<https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926678>

Bedewy, S. E., Choi, K., Lavicza, Z., Fenyvesi, K. y Houghton, T. (2021). STEAM Practices to Explore Ancient Architectures Using Augmented Reality and 3D Printing with GeoGebra. *Open Education Studies*, 3(1), 176-187. <https://doi.org/10.1515/edu-2020-0150>

Belloch, C. (2017). Diseño instruccional. <https://cutt.ly/ICT92Ur>

Bermerjo, E., Peña, G. y Clemente, C. (2023). El enfoque STEAM como proyecto educativo en un entorno rural: análisis comparativo en República Dominicana. *Revista Iberoamericana de Educación*, 91(1).

Bertrand, M. G. y Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56.

Bertrand, M. G. y Namukasa, I. K. (2023). A pedagogical model for STEAM education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 16(2), 169-191.

Bolaño-García, M. (2021). La educación en perspectiva humanizadora mediante su articulación con las tecnologías. *Praxis*, 17(2). <https://doi.org/10.21676/23897856.4657>

Bolaño-García, M. (2023). Empoderamiento de las tecnologías para la participación y la transformación. *Praxis*, 18(1), 7-10. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.4908>

Burbano-Pantoja, V. M. Á., Munévar-Sáenz, A. y Valdivieso-Miranda, M. A. (2021). Influencia del método Montessori en el aprendizaje de la matemática escolar. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(3), 555-568. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n3.2021.13354>

Canchala-Cárdenas, J. R. (2021). *Fortaleciendo las Competencias Matemáticas Mediante la Integración del Pensamiento Computacional, la Metodología Steam y Scratch, en Estudiantes de Grado Séptimo de Bachillerato*. Universidad de Santander.

Castro-Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158-175.
<http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3762>

Castro, M. Y. T., Yataco, P. V., Valdivia, M. I. V., & López, G. S. L. (2022). Desarrollo de las competencias matemáticas en entornos virtuales. Una Revisión Sistemática. *Alpha Centauri*, 3(2), 46-59. <https://doi.org/10.47422/ac.v3i2.80>

Chacón, D. A. (2022). *Prototipo de aplicación de realidad virtual y gamificación con enfoque steam para el aprendizaje de las matemáticas en grado octavo de educación básica* [tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
<http://hdl.handle.net/11349/30463>

Canchala-Cardenas, J. R. (2021). *Fortaleciendo las Competencias Matemáticas Mediante la Integración del Pensamiento Computacional, la Metodología Steam y Scratch, en Estudiantes de Grado Séptimo de Bachillerato*.

Carreño Flórez, E. F., Palacios Alvarado, W., & Medina Delgado, B. (2023). Aplicación móvil como recurso didáctico para el aprendizaje de las matemáticas financieras en el ámbito educativo. *Praxis*, 19(3), 319–334.
<https://doi.org/10.21676/23897856.4659>

Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*, 18, 1-18.

Conde Carmona, R. J. y Padilla, I. A. (2020). Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 60, 116-136.

Conde-Carmona, RJ y Bolívar, N. (2023). Modelo didáctico para la formación docente, en el pensamiento matemático, tecnológico y pedagógico en el marco de la resolución de problemas y la planificación. *Revista De Gestão E Secretariado*, 14 (12), 21796–21817.
<https://doi.org/10.7769/gesec.v14i12.3186>

Costantino, T. (2017). STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 100-106. 10.1080/10632913.2017.1292973

Ministerio de Educación Nacional, (2022). Enfoque educativo STEM+ para Colombia.
<https://colombiaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>

Da Silva, S. F. y Rosa, M. (2022). Educación Matemática STEAM: dando sentido a los números enteros con las tecnologías digitales. *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (66), 4.

Erol, M. y Erol, A. (2023). Reflections of STEAM Education on Children According to Early Childhood and Primary School Teachers. *International Journal on Social and Education Sciences (IJonSES)*, 5(3), 493-506. <https://doi.org/10.46328/ijonSES.507>

Espigares, M. J. (2022). *Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva etnomatemática*. Universidad de Granada.

Fajardo, A. y Benítez, D. (2020). Influencia de las creencias de los estudiantes en la resolución de problemas en Educación Matemática. *Revista de Educación Matemática (RevEM)*, 35(3), 1.

Fernández-Blanco, T., González-Roel, V. y Ares, A. Á. (2020). Estudio exploratorio de las steam desde las matemáticas. *Saber & Educar*, (28).

García-Arango, A. I., García-Arango, H. A. y García-Arango, W. D. (2023). *Fortalecimiento del pensamiento computacional a través del modelo*

STEAM, para la apropiación del pensamiento métrico en estudiantes de quinto grado [tesis de maestría]. Universidad de Santander.

García-Mejía, R. O. y García-Vera, C. E. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 163-180.

Garnica, A. G. y Ramos, D. X. (2023). Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 23(39), 16-31. <https://doi.org/10.47189/rcct.v23i39.595>

Genwords. (2020). Educación STEAM: Qué Es, Barreras y Cómo Implementarlo en el Aula. *Aulica*. <https://aulica.com.ar/educacion-modelo-steam/>

George, S. (2020). Games, Simulations, Immersive Environments, and Emerging Technologies. En A. Tatnall (Ed.), *Encyclopedia of Education and Information Technologies* (pp. 807-816). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10576-1_36

Krüger, W. y Chiappe, A. (2021). 21st-century skills and their relationship to STEAM learning environments: a review. *Revista de Educación a Distancia*, 21(68). <http://dx.doi.org/10.6018/red.470461>

Kummanee, J., Nilsook, P., Piriya-surawong, P. y Wannapiroon, P. (2020). STEAM Gamification Learning Model to Enhance Vocational Students' Creativity and Innovation Skills. En M. Auer, H. Hortsch y P. Sethakul (Eds.), *The Impact of the 4th Industrial Revolution on Engineering Education: Proceedings of the 22nd International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2019)–Volume 2* 22 (pp. 692-703). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40271-6_68

Li, W., Grossman, T. y Fitzmaurice, G. (2012). GamiCAD: a gamified tutorial system for first time autoCAD users. En *Proceedings of the 25th annual*

ACM symposium on User interface software and technology (pp. 103-112).

Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B. y Ribal, M. J. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42(8), 499-506.

Marcillo-Manzaba, M. M. y Portilla-Faicán, G. I. (2022). Práctica docente innovadora para el desarrollo de aprendizajes significativos desde el enfoque basado en problemas. *Polo del Conocimiento*, 7(3), 293-312.

Martínez-Baquero, J. E. y Rodríguez-Umaña, L. A. (2022). Uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo tecnológico para la enseñanza con metodología steam. *Revista Politécnica*, 18(36), 75-90. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n36a6>

Mejía, R. O. G., & Vera, C. E. G. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 163-180.

MEN. (2015). *Lineamientos para la aplicación muestral 2015*.

Meza, H. y Duarte, E. (2020). La metodología STEAM aplicada en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas. En A. L. Camacho (Coord.), *Una nueva mirada en la mediación pedagógica al encuentro con el sentido del aprendizaje en los procesos educativos* (pp. 105-128). Universidad Nacional.

Monreal, I. M., Palop, B. y López, M. A. (2022). Propuesta STEAM: matemáticas al ritmo. *Eufonía: Didáctica de la Música*, (91), 33-38.

Olsson, J. y Granberg, C. (2019). Dynamic Software, Task Solving With or Without Guidelines, and Learning Outcomes. *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 419-436. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9352-5>

Peña Coronado, G. A., & Cano Velásquez, T. E. (2023). TPACK para la implementación de recursos educativos digitales: una revisión sistemática. *Praxis*, 19(2), 238–255.

<https://doi.org/10.21676/23897856.5073>

Pérez, J. J., Nieto-Bravo, J. A. y Santamaría-Rodríguez, J. E. (2019). La hermenéutica y la fenomenología en la investigación en ciencias humanas y sociales. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 19(37), 21-30.

<https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2019.2/a09>

Piñero, J. C. (2020). Modelando los diferentes roles del docente en la educación matemática moderna. *Espacios*, 41(30), 301-317.

Prat, M. y Sellas, I. (2021). STEAM en Educación Infantil. Una visión desde las matemáticas. *Didacticae*, (10).

Olsson, J., Granberg, C. Dynamic Software, Task Solving with or Without Guidelines, and Learning Outcomes. *Tech Know Learn* 24, 419–436 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9352-5>

Robles, F. J., Mendoza, M. M. y Vélez, I. (2022). STEAM en Educación Primaria, ¿es posible? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(1), 90-104.

<https://doi.org/10.14483/23464712.17097>

Rodríguez Umaña, L. A., & Martínez Baquero, J. E. (2022). Uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo tecnológico para la enseñanza con metodología steam. *Revista Politécnica*, 18(36), 75-90.

<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n36a6>

Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2023). La educación STEAM y el aprendizaje lúdico en todos los niveles educativos. *Revista Práxis*, 1, 188-212.

<https://doi.org/10.25112/rpr.v1.3170>

Rudi, J. M., Reyes, M. S. y De Greef, M. (2023). Elaboración de materiales didácticos con enfoque

steam para la enseñanza de las ciencias experimentales en la escuela primaria. *Cenas Educativas*, 6, e15275-e15275.

Sáez, J. M. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED.

Salgado, M. y Alsina, Á. (2020). Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil. *Epsilon*, (104), 45-57.

<https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/24808>

Sánchez-Pacheco, C., García-Balladares, E. y Ajila-Méndez, I. (2020). Enfoque pedagógico: la gamificación desde una perspectiva comparativa con las teorías del aprendizaje. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(4), 47-55. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.4.202>

Sánchez, M. J., Fernández, M. y Díaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, 8(1), 107-121.

<https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>

Santillán, J. P., Cadena, V. C. y Cadena, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4), 212-227.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..847>

Santos-Trigo, M. (2020). Problem-Solving in Mathematics Education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 686-693). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_129

Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F. y Kalimullina, O. (2019). STEAM as an innovative educational technology. *Journal of Social Studies Education Research*, 10(2), 131-144.

Silva-Hormazábal, M., Jefferson, R. S., Alsina, Á. y Salgado, M. (2022). Integrando matemáticas y ciencias: una actividad STEAM en Educación Primaria. *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(66).

Soler-Garcie, M. E. (2024). *Aprendizaje Basado en Proyectos y enfoque STEAM para trabajar la Geometría a través del Arte en el Museo del Prado en 1º de Educación Secundaria* [tesis de maestría].

Somoza, M. S., Pastells, Á. A. I., & Filgueira, S. (2020). Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil. *Epsilon*, 104, 45-57. <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/24808>

Solano-Díaz, S., Conde-Carmona, R. J., & Tovar-Ortega, T. (2023). Conocimiento tecnológico matemático y su relación con EVA: un estudio de casos con docentes en formación. *Encuentros*, 21(02-Julio-Dic.), 1-13. DOI: 10.15665/encuen.v22i02-Julio-Dic.2967

Sousa, D. A. y Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Sage.

Stroud, A. y Baines, L. (2019). Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM. En M. S. Khine y S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education: Theory and Practice* (pp. 1-18). Springer.

Tarazona, E. (2021). *Una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediadas por las Steam para potenciar las habilidades científicas en el Colegio Canadiense* [tesis de maestría, Escuela de Educación y Pedagogía].

Torres, M. Y., Valera, P., Vázquez, M. I. y Lescano, G. S. (2022). Desarrollo de las competencias matemáticas en entornos virtuales. Una Revisión Sistemática. *Alpha Centauri*, 3(2), 46-59. <https://doi.org/10.47422/ac.v3i2.80>

Urrútia, G. y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507-511.

Valencia, A. F., & Mojica, D. B. (2020). Influencia de las creencias de los estudiantes en la resolución de problemas en Educación Matemática. *Revista de Educación Matemática (RevEM)*, 35(3), 1.

Valles, M. (1999). Guía de Apoyo para la construcción y Presentación del Proyecto de Investigación.

Vargas, W. (2021). La resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(17), 230-251.

Vera, R., Maldonado, K., Del Valle, W. J. y Valdéz, P. (2020). Motivación de los estudiantes hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Científica Sinapsis*, 1(16).

Yakman, G. (2008). *STEAM education: an overview of creating a model of integrative education*. http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf

Zambrano, K. J. (2018). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14(1), 39-52. <https://doi.org/10.21500/01235826.3796>

Zamorano, T., García, Y. y Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, (41). <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>