



El Hidalgo y la eternidad de las estrellas

[Redskin_21](#)

Revisión Bibliográfica de las Publicaciones Sobre el Método STEAM y STEAM-MAKER en la Educación Básica Primaria.

Bibliographic Review of Publications on the STEAM and STEAM-
maker Method in Elementary School.

Sandra Elena Mosquera Paternina

Especialista en Gerencia del TH, Lic en inglés, Historiadora Universidad de Cartagena.
sandritaelenademosquera@gmail.com

César Augusto Romero Barrios

Magíster en Educación Universidad de Córdoba, Psicólogo Universidad Pontificia Bolivariana.
cesarromero514@gmail.com

Juan Carlos Giraldo

Doctorado en Informática Universidad Americana de Europa,
Universidad Americana de Europa, Universidad Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación
Universidad del Valle, Especialista en Pedagogía del Lenguaje Audiovisual Universidad El Bosque,
Licenciado en Matemáticas y Computación Universidad del Quindío.
jgiraldo@correo.unicordoba.edu.co

Resumen

Este artículo de revisión bibliográfica busca acercarse a la literatura científica relacionada con un método de enseñanza que combina las ciencias y arte - STEAM (Science, technology, engineering, arts and maths, por sus siglas en inglés) en básica primaria, con el fin de hacer un balance sobre el diseño de actividades STEAM-MAKER, a nivel internacional. Esto permite conocer los resultados de la aplicación de dicho método en la enseñanza y sus resultados directos sobre el proceso de aprendizaje autónomo en los niños y niñas, desde básica primaria. La metodología fue la investigación-acción; se rastreó la información mediante el motor de búsqueda lib.step, provisto por la biblioteca virtual universitaria para consultar bases de datos suscritas así como bases de datos abiertas especializadas en educación de la investigación.

Se priorizaron los artículos de los últimos cinco años relacionados con el diseño de estrategias de metodológicas con enfoque STEAM en educación primaria, lo cual permitió identificar que las temáticas de los estudios corresponden a la evaluación del impacto del uso del método en STEAM en sus escuelas, al análisis de sus currículos, al impacto de la inclusión de las artes; a la inclusión de género y raza, al uso de la metodología para romper la brecha de género en niñas y ciencia, al estímulo de la creatividad, trabajo autónomo (DIY) y el trabajo en equipo; a las percepciones del uso de método por parte de docentes y estudiantes, al desarrollo teórico y conceptual y la experimentación del mismo.

Palabras claves: : STEAM, bibliométrica, revisión bibliográfica, básica primaria, educación.

Abstract

This bibliographic review article seeks to be aware of the scientific literature related to the STEAM methodology in primary school, in order to strike an international balance on the design of STEAM+MAKER activities. To explore how the application of this method in teaching has turned out and its direct results on the autonomous learning process in boys and girls, from basic primary school. The methodology was action research. Information tracking was carried out using the lib.step search engine, provided by the university virtual library, to consult subscribed databases as well as open databases specialized in education. investigation.

Prioritizing the articles related to the design of methodological strategies, with a STEAM focus in primary education, from the last 5 years, which resulted in the themes corresponding to the studies that evaluate the results of it in Steam in their schools, the analysis of their curricula, the results of the inclusion about arts, the inclusion of gender and race evaluate the use of the methodology to break the gender gap in girls and science, the stimulation of creativity, the Freelance work (DIY) and teamwork. The perceptions of the use of the method by teachers and students, the theoretical and conceptual development and its experimentation.

Keywords: Steam, Bibliometrics, Literature Review, Elementary School, Education.

Introducción.

En los últimos años, educadores, administradores, padres y legisladores han expresado un mayor interés en el aprendizaje centrado en los creadores, la incorporación de las prácticas del movimiento creador en la educación. Aunque muchos han argumentado que las experiencias de aprendizaje centradas en los creadores tienen la capacidad de aumentar la competencia y la motivación de los discentes en las asignaturas de tecnología, ciencia, matemáticas, ingeniería (STEM), otros han sugerido que las experiencias de aprendizaje centradas en los creadores son un terreno fértil para STEAM, es decir, es importante incorporar las artes en la educación STEM (Clapp y Jiménez, 2016).

No obstante, un análisis de los planes de estudios da cuenta de la falta de integralidad y aplicabilidad de las materias y su empleo en el diario vivir, en particular por la correlación de unas áreas con otras y el conocimiento sesgado. Se realizó una encuesta a los docentes de primaria en la Institución Educativa Los Colores ubicada en Montería y el 40 % manifestó no conocer sobre el método de enseñanza STEAM. Ahora bien, cabe resaltar que no se buscan culpables, sino analizar el origen de las posibles carencias.

En Corea del Sur, país que ha hecho fuerte énfasis en la importancia del método STEAM en el currículo nacional (Shashidhar Belbase, 2022), se han dirigido instituciones educativas y escuelas para garantizar una conexión directa del aprendizaje STEAM con la planificación e implementación de lecciones en el salón de clases. Allí es obligatorio que las escuelas incluyan al menos 20 % del contenido relacionado con STEAM en ciencias, ma-

temáticas, tecnología, economía doméstica y clases de música y arte (Park et al., 2016). El gobierno de este país desarrolló todos los materiales de enseñanza-aprendizaje para la educación STEAM y lo distribuyó en las escuelas de todo el país para que los maestros no tuvieran que dedicar demasiado tiempo a preparar los materiales. Esto muestra que la iniciativa estatal es de vital importancia, de hecho, el modelo surgió en Estados Unidos como consecuencia de la muy recordada competencia conocida como la carrera espacial durante los años sesenta contra la antigua Unión Soviética; la potencia norteamericana dirigió sus esfuerzos desde el ministerio de educación a formar niños con un interés científico, aunque solo se incluyó STEM, sin el arte.

El movimiento MAKER, con su enfoque práctico y creativo, ha impulsado la integración de las artes en el currículo escolar, creando un espacio para la interdisciplinariidad y la colaboración entre las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM). Este enfoque, conocido como STEAM, ha cobrado impulso como un modelo curricular transdisciplinario que busca ir más allá de las fronteras de las disciplinas tradicionales y abarcar un aprendizaje más holístico (Nicolescu, 1999). STEAM ofrece numerosas ventajas para el aprendizaje de los estudiantes, como el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico, la capacidad de resolución de problemas y la motivación por el aprendizaje (Ozkan & Topsakal, 2021; Temiz & evik, 2023; García Estrada-Fuentes, Raposo-Rivas, & Martínez Fernández-Figueira, 2023).

Sin embargo, la implementación de STEAM aún se encuentra en un proceso de adaptación y evolución, presentándose

como un "enigma curricular" para los educadores (Jolly, 2014). La incorporación de las artes a las áreas STEM busca ir más allá de una visión reduccionista del conocimiento y potenciar un aprendizaje más completo e integral (Fountain, 2014). Este enfoque busca fusionar la educación artística y científica para fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades fundamentales para el éxito en el siglo XXI (Chen & Cheers, 2012; Krigman, 2014).

Suzanne Bonamici, miembro del Congreso de Estados Unidos, ha reconocido la importancia de integrar las artes a las ciencias en las aulas, afirmado en la necesidad de "reintegrar las dos disciplinas STEM y Art en nuestras aulas" (Bonamici & Schock, 2014). Sin embargo, la falta de financiamiento educativo significativo ha limitado la implementación de iniciativas STEAM a gran escala (Hynds et al., 2016).

A pesar de los retos, la justificación de un currículo STEAM radica en su capacidad de apoyar el "pensamiento a través de los materiales", un modelo de aprendizaje que involucra a los estudiantes de forma práctica y que permite que la escuela se mantenga relevante en el contexto de la innovación digital (Patton y Knochel, 2017; Guyotte, Sochacka, Constantino, Walther y Kellam, 2014).

Esta investigación se enfocó en realizar una revisión bibliográfica acerca del método STEAM, conocer su origen, evolución, características, y experiencias de su uso en diferentes latitudes, se usaron criterios de inclusión y exclusión de búsqueda encaminados a focalizar los resultados a los artículos relacionados con la escuela primaria en los últimos cinco años.

En cuanto a la revisión bibliográfica encontramos publicaciones de diferentes latitudes, principalmente europeas y norteamericanas, con un nuevo auge en Asia y menor grado Latinoamérica de las analizadas las podemos categorizar en los siguientes temas en boga especialmente entre 2022 y 2023.

Definición del STEAM.

Conceptualizar y enmarcar la educación STEAM: ¿qué es (y qué no es) este enfoque educativo?

La educación STEAM se refiere a un enfoque educativo interdisciplinario que combina las cinco disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Es importante destacar que la educación STEAM no se limita a la simple suma de estas disciplinas, sino que busca integrarlas de manera significativa y relevante para el mundo real.

Rodrigues-Silva y Alsina (2023) definen la educación STEAM como un enfoque educativo de interdisciplinariedad que transciende las fronteras de las disciplinas tradicionales. Para visualizar esta integración, estos autores proponen un marco que enfatiza dos condiciones esenciales para la educación STEAM: la interdisciplinariedad y la inclusión de las cinco áreas del acrónimo. Este marco permite visualizar la pluralidad de metodologías de enseñanza y objetivos educativos consistentes con este enfoque pedagógico.

Calidad del Educador.

Con respecto a la cualificación docente, la aplicación del método STEAM en países como Rusia, Corea y China, Vietnam España y Chile fue relevante. En Rusia analizaron los problemas de la cualificación de la cali-

dad del personal para el uso de herramientas digitales durante la pandemia, quiénes emplearon la educación STEAM e identificaron medios para lograrlo. Con la ayuda de las herramientas de aprendizaje a distancia más efectivas, concluyeron que algunas de estas como Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams han demostrado su eficacia y pueden utilizarse con éxito no sólo en el contexto de situaciones extremas, por ejemplo, una pandemia, sino también como elementos del blended learning o aprendizaje combinado, la cual es una metodología que integra la enseñanza tradicional presencial con el uso de tecnologías digitales y recursos de aprendizaje en línea. Es decir, combina las ventajas de ambos enfoques para brindar una experiencia de aprendizaje más rica y dinámica, de esta manera aporta variedad a las formas de aprendizaje, y fortalecen el proceso de formación de especialistas en educación STEAM. (Anisimova et al., 2022).

Un aspecto relevante es la conclusión a la que llegan los autores Anisimova, Sabirova, y Shatunova, (2022) al encontrar la raíz de la problemática de implementación y es desde la formación de los licenciados, es decir desde la academia que se puede originar la posible flaqueza. Los autores realizaron una encuesta entre los futuros profesores de la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales y la FIT Yelabuga de la Universidad Federal de Kazán, que mostró que el problema de preparar a los graduados de instituciones de educación general para los desafíos del nuevo el tiempo es más relevante que nunca. Solo el 18 % de los encuestados conoce los programas de educación STEM y STEAM existentes en el mundo y en el país; el 15 % de los estudiantes encuestados cree que está listo para implementar las actividades del proyecto y solo el 10 % de los estudiantes

cree que está listo para liderar actividades del proyecto. Estos datos indican qué está pasando en el primer plano; no solo el problema de la preparación de los docentes para implementar nuevos programas educativos, sino también el de preparar a los futuros docentes para implementar actividades educativas orientadas a las prácticas basadas en la formación de competencias de diseño e investigación (Anisimova, Sabirova, y Shatunova, 2022).

Un estudio realizado en Corea del Sur (HJ, Ryoo, & Choi, 2019) reveló que la formación de docentes en educación STEAM debería enfocarse en desarrollar actitudes positivas hacia la apreciación del arte y la ciencia para fomentar habilidades de convergencia creativa. Los investigadores plantean que el enfoque fragmentado actual, con límites disciplinarios rígidos en las instituciones de enseñanza, no prepara adecuadamente a los futuros docentes para implementar la educación STEAM de forma efectiva. Se necesita un enfoque más holístico y sistémico que apoye la trayectoria de los futuros docentes en el desarrollo de la competencia docente STEAM.

La educación STEAM en las escuelas K-12 de China enfrenta varios problemas, como la falta de docentes calificados, un desarrollo insostenible y dificultades para lograr una integración disciplinaria significativa. Para abordar estos problemas, este estudio propone un modelo educativo STEAM innovador apoyado en la enseñanza cooperativa y las teorías de aprendizaje, apoyado en proyectos y en el aprendizaje colaborativo, el estudio sugiere que la enseñanza cooperativa puede facilitar una integración disciplinaria significativa y puede aliviar la escasez de profesores STEAM (Ma, Luo, y Liao, 2022).

En las escuelas vietnamitas, los hallazgos indican la necesidad de un periodo prolongado de capacitación utilizando Integrated Learning Environments ILE que permita a los docentes desarrollar enfoques pedagógicos para la educación STEAM. Los estudios proporcionan de manera significativa nuevos conocimientos para una variedad de partes interesadas (incluso formadores de docentes y formuladores de políticas) sobre el campo poco investigado de los enfoques pedagógicos de los docentes vietnamitas en la Early Childhood Education ECE, y extiende sus hallazgos a países que adoptan enfoques más formalizados para la educación (Shaw et al., 2021).

A diferencia de países como España y Chile en cuanto a la concepción y actitud del profesorado infantil hacia la educación STEAM. Si bien reconocieron explícitamente obstáculos cognitivos, afectivos y logísticos, se detectó una relación positiva entre su nivel de formación, experiencia en educación STEAM y concepción de la educación STEAM como un enfoque holístico y transformador (Sanz-Camarero, Ortiz-Revilla y Greca, 2023).

En relación con el impacto de la educación integrada STEAM en la percepción de los docentes chilenos, se puede notar que, a pesar de que la familiaridad de los participantes con el tema es muy baja, el escenario parece alentador, pues muestran una actitud muy positiva hacia este enfoque, así como una confianza moderada al implementarlo. Si bien estos primeros hallazgos son alentadores, también muestran que la formación del docente es fundamental, porque su impacto en los docentes repercute directamente en los estudiantes. En consecuencia, se

concluye que es necesario promover el desarrollo profesional de los docentes en STEAM a través de programas de capacitación que mejoren el conocimiento sobre el enfoque y entreguen las herramientas necesarias para implementarlo en el aula (Silva-Hormazábal y Alsina, 2023).

Rodrigues-Silva y Alsina (2023b) recalcan la necesidad de profundizar la investigación en la formación de docentes en STEAM, especialmente en relación a las propuestas curriculares actuales que incorporan la ingeniería. Su preocupación es que las concepciones de los estudiantes sobre los ingenieros y la ingeniería puedan verse afectadas por estereotipos negativos, por lo que consideran crucial la capacitación docente para abordar estos aspectos de manera más consciente y efectiva. Ellos sugieren realizar más investigaciones sobre la capacitación docente y actividades cuidadosamente planificadas y ejecutadas que mejoren las concepciones de los estudiantes sobre los ingenieros y la ingeniería en lugar de empeorar los estereotipos, especialmente considerando las propuestas curriculares actuales, como la educación STEAM que abarca la ingeniería en niveles preuniversitarios

Inclusión de las IA en el STEAM.

El Artículo New technologies in personalisation of STEM and STEAM education - international context, se centró en las nuevas tecnologías en la personalización de la educación STEM y STEAM en la educación contemporánea, vista por expertos de diferentes países: Austria, Bulgaria, Polonia, Rusia y Ucrania. Se hizo una revisión de la literatura de investigación que proporcionaba opiniones, puntos de vista y reflexiones presentadas por científicos y expertos de va-

rias universidades europeas y también del aprendizaje adaptativo como micro aprendizaje, como los métodos eficaces de e-learning (Glushkova et al., 2022).

Analizar estos estudios proporciona evidencia del uso cada vez mayor de tecnologías emergentes innovadoras dentro del panorama STEAM en todos los grados de educación, desde la infancia hasta la universidad, descubriendo un énfasis en el desarrollo de conocimientos disciplinarios y el deseo de desarrollar las destrezas propias del siglo XXI en los estudiantes, con una notable falta de atención específica en el desarrollo de comprensiones en las disciplinas artísticas (Leavy, et al., 2023).

El avance de las tecnologías de IA generativa señala la necesidad de alfabetización en el tema, en particular en la escuela primaria que implementan las disciplinas STEAM en el sudeste asiático. Esto se tradujo en movimientos de diseño para futuras intervenciones, formando las bases para el desarrollo de la alfabetización en IA. El estudio settings Order Article Reprints Open AccessArticle Fostering AI Literacy in Elementary Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) Education in the Age of Generative AI, aporta información sobre cómo mejorar los resultados positivos y disminuir los efectos negativos de la IA en la educación (Relmasira, Lai, y Donaldson, 2023).

Aporte del Arte

En Hong Kong, durante varios años se ha implementado en las escuelas K-12 de Estados Unidos un plan de estudios que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas STEM. La adopción de la educación artística basada en problemas en la educación STEM

brinda a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más auténtica porque su pedagogía interdisciplinaria hace énfasis en el aprendizaje del mundo real con base en la investigación y el pensamiento crítico. La educación STEAM basada en problemas involucra a los estudiantes de arte mediante la exploración de cuestiones sociales (Chung y Li, 2021).

Resultados Positivos

Al atravesar el gran cambio en la metodología de aprendizaje en el siglo XXI, la educación tradicional dirigida hacia un solo campo y aquella orientada al trabajo productivo ya no podían satisfacer las necesidades sociales. Los resultados de la investigación muestran efectos significativos de la educación STEAM en la actitud y en los resultados del aprendizaje. De acuerdo con los resultados, se sugiere –con la esperanza de ayudar al Fujian Chuanzheng Communications College– superar la educación de aprendizaje tradicional en la sistematicidad y eficacia de la enseñanza, la modernidad del contenido de la enseñanza y el rigor de la evaluación (Sanz-Camarero, Ortiz-Revilla y Greca, 2023). Ante los desafíos del siglo XXI, la línea que separaba las áreas STEAM, es cada vez más fluida. La inclusión del pensamiento artístico en la educación de ingenieros y científicos apunta a una mejora en la capacidad de crear productos y servicios relevantes para la humanidad, demostrando cómo la subjetividad de las artes puede actuar como aliada en los procesos de innovación (Barros, Silva y Barros, 2021).

En términos de colaboración global, una red de colaboración –con los EE. UU. en el centro– se está expandiendo gradualmente a un alcance global. En términos de temas

de investigación, se pueden destacar cuatro temas clave: equidad educativa, pedagogía, efectos empíricos y desarrollo profesional. Los factores sociales, culturales y económicos influyen en la forma como se implementa la educación STEM en diferentes lugares. Los países occidentales desarrollados, por su parte, destacaron la equidad educativa y la integración disciplinaria, mientras que los países en desarrollo tienden a centrarse más en las prácticas pedagógicas (Zhan, Shen y Usted, 2022).

En Turquía, los resultados demuestran que la educación STEAM influyó positivamente la comprensión conceptual de los estudiantes y redujo el número de conceptos erróneos previos (Ozkan y Topsakal, 2021). En este mismo país se diseñaron e implementaron cinco actividades STEAM con quince niños de entre 60 y 72 meses durante un periodo de cinco semanas. Observaron que los niños se involucran más y dedican más tiempo, exigen materiales adicionales y usan su imaginación para diseñar productos más creativos y variados en las actividades (Temiz y Cevik, 2023). De igual manera, los padres afirmaron que el programa fue eficaz en los procesos de diseño, en la productividad, la imaginación, las habilidades de pensamiento, las experiencias prácticas, las actitudes escolares positivas y la confianza en sí mismos (Mercan y Kandir, 2022). Un estudio mostró que las actividades STEAM basadas en procesos de diseño de ingeniería (EDP-STEAM) aplicadas con cuentos mejoraron la creatividad y las destrezas de solución de dificultades en los estudiantes (Erol, Erol y Basaran, 2022).

Un estudio comparativo entre España y Brasil arrojó resultados que muestran un alto porcentaje de docentes que piensan que

esta metodología tiene resultados satisfactorios en el desarrollo de los estudiantes, mejorando su dominio afectivo hacia las matemáticas y las habilidades requeridas para la competencia matemática. Sin embargo, muchos docentes reportan inseguridad y falta de capacitación para emplear este tipo de metodologías educativas (López, Rodrigues-Silva, y Alsina, 2021).

En China un estudio sobre las habilidades prácticas de dibujo y las habilidades transferibles de conocimientos de los niños basado en la educación STEAM mostró que la mayoría de los niños presentan sus trabajos a través de la vista frontal, es decir, representación de un objeto desde el frente, como si lo estuvieras mirando directamente (Yu & Li, 2022). Esto significa que los niños aún no han desarrollado la habilidad para imaginar y representar un objeto desde diferentes perspectivas. El estudio de Yu y Li (2022) analiza las habilidades de dibujo práctico y las habilidades transferibles de conocimiento en niños de diferentes edades, enfocándose en las características de referencia y comparación que expresan en sus dibujos. Se observan diferencias en la manera en que los niños de distintos grupos de edad abordan estos elementos. Además, el estudio identifica variaciones en las características iniciales entre niños y niñas, lo que sugiere que el género también influye en la forma en que los niños se aproximan al dibujo. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, los niños en general presentan una relativa falta de habilidad para aplicar conocimientos interdisciplinarios en sus dibujos.

Los resultados muestran también que se necesita aplicar ampliamente este método en todas las escuelas primarias de Vietnam para perfeccionar la enseñanza y formar re-

cursos humanos para las industrias 4.0 (Hoi, 2021). Asimismo, un creciente análisis del aprendizaje en la educación STEAM particularmente en los EE. UU. y países europeos y en el nivel terciario se hizo manifiesto. Li y Wong (2020) sugiere un trabajo futuro para el análisis del aprendizaje frente al desarrollo de STEAM, en particular, sobre cómo una experiencia exitosa en el análisis podría transferirse allí

Género

El estudio de Ma et al. (2022) analiza el impacto del género en la educación STEAM en la escuela primaria, considerando tanto las diferencias individuales como la dinámica de los grupos. Los resultados muestran que, en comparación con las diferencias de género individuales, el tipo de grupo de género tuvo un mayor impacto en el desempeño conductual de los estudiantes durante la educación STEAM. Si bien todos los grupos de género tenían ventajas específicas, los mixtos demostraron ser los más preferibles, con beneficios tales como un mayor pensamiento de orden superior, interacción y expresión emocional. Además, el estudio reveló que tanto los niños como las niñas actuaban de manera diferente cuando trabajaban con el sexo opuesto en grupos mixtos (Ma, Luo, y Li, 2022).

En su artículo "STEAM education: An opportunity to transcend gender and disciplinary norms in early childhood?", Areljung y Günther-Hanssen (2022) plantean que la educación STEAM puede ser una oportunidad para superar las normas disciplinarias y de género en la primera infancia.

El tema está ganando terreno actualmente en muchas partes del mundo, particular-

mente en las etapas superiores del sistema educativo, que aspiran a prevenir el desarrollo de un discurso STEAM ciego al género en la educación infantil. En cambio, alientan a los profesionales e investigadores a hacer uso de la educación STEAM para reconocer y trascender las normas de género relacionadas con el ser y el aprendizaje de los niños en las artes (Areljung y Günther-Hanssen, 2022; Ko, et al., 2020). Tal es el caso de países del primer mundo como China en donde estudian el impacto del ejercicio físico en las emociones psicológicas positivas; los estudiantes de grados inferiores son mayor que los discentes de grados mayores, y los estudiantes de segundo y tercer grado presentan significancia marginal, $p = 0,058$. El ejercicio físico explica el 8,8% de las emociones positivas. Esta investigación también hace recomendaciones relevantes para estudiantes y escuelas y ha jugado un papel en el fortalecimiento del ejercicio físico y la salud mental de los niños de primaria y secundaria. Se recomienda una mayor atención al ejercicio físico de los alumnos de primaria (Yuan et al., 2022).

Factores Externos

Los descubrimientos de la investigación The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load, mostraron que los factores críticos afectan las actitudes e intenciones de aprendizaje de los estudiantes con respecto a la educación STEAM. Se propusieron a los futuros profesores las implicaciones teóricas y educativas de estos hallazgos (Wu, Liu y Huang, 2022).

Limitaciones en Latinoamérica

El ritmo de implementación no es el mis-

mo en todos los lugares, por ejemplo, en los países en desarrollo y menos desarrollados tienen limitaciones de diversa índole en casi todas las áreas del conocimiento científico-tecnológico. Con un consenso sobre el impacto de la educación STEAM en el progreso de cualquier sociedad, su implementación en los países en desarrollo se vuelve fundamental y urgente (Breda, García y Santos, 2023).

Metodología

Este artículo de revisión bibliográfica se propone responder al interrogante: ¿Qué estudios recientes existen sobre la implementación del método STEAM? Para el estudio bibliométrico, se emplearon software como Excel del paquete Office para organizar los datos de los artículos en forma de ficha bibliográfica, que incluye títulos, autores, publicación y un breve resumen. Además, se utilizaron dos softwares bibliométricos: Orange Data Mining y VOSviewer, los cuales permitieron explorar datos para un análisis cualitativo rápido con visualizaciones claras. La revisión de la literatura se llevó a cabo durante el año 2023.

Las bases de datos empleadas para realizar esta investigación fueron ERIC, de carácter gratuito, y Web of science, Science direct y Taylor and Francis, con suscripción.

En el primer momento de rastreo de la información, específicamente de los artículos, se adaptó la cadena de búsqueda según los términos de búsqueda avanzada en las bases de datos, el objetivo y la población de estudio de nuestra investigación (educación primaria) y a los juicios de inclusión y exclusión establecidos, las cuales se utilizaron en el motor de búsqueda de lib.step.

Resultados

El estudio versa sobre un análisis bibliométrico de publicaciones acerca del método STEAM MAKER exclusivamente, dejando de lado las que hacen referencia al método STEM sin el componente de arte. Todo ello en lo concerniente a las ciencias sociales, en particular en educación durante un periodo de cinco años, entre 2019 y 2023.

La mayor parte de las publicaciones está en inglés, por esta razón la revisión en los últimos cinco años se realizó en este idioma. Para realizar una búsqueda y tener información actualizada sobre el tema, se utilizaron juicios de inclusión y exclusión y se seleccionó la temática de acuerdo con nuestro tema de interés como la educación primaria, con énfasis en la A de artes del STEAM, por ello, a continuación, en la tabla 1 se establecen los

Tabla 1. Juicios de inclusión y exclusión establecidos

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Divulgaciones sobre la implementación STEAM y STEAM-MAKER, destinados a niños de 6 a 10 años en educación primaria.	Publicaciones sobre prácticas educativas en preescolar, bachillerato o universidad.
Publicaciones acerca el concepto STEAM, y STEAM-MAKER sus características, beneficios o limitantes.	Publicaciones con metodología educativa STEM sin el componente de arte (A).

Continúa en la siguiente página.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Publicaciones sobre el desarrollo de proyectos STEAM y STEAM-MAKER.	Publicaciones diferentes al sector educativo.
Publicaciones en inglés y español.	Publicaciones mayores a cinco años.

Fuente: *elaboración propia*.

La búsqueda se orientó hacia el objetivo de la investigación y la población de estudio (educación primaria), considerando las particularidades de cada base de datos (Tabla2).

Tabla 2. *Protocolo de búsqueda y operadores booleanos y ecuaciones*

Base de datos	Cadena de búsqueda, keyword palabra clave operadores booleanos
Eric	(TITLE-ABS-KEY ("STEAM OR STEM Learning" AND "STEAM MAKER") AND TITLE-ABS-KEY OR "Elementary school Education" OR "basic education").
Web of Science	(TITLE-ABS-KEY ("STEAM" OR "STEM Learning" AND "STEAM MAKER") AND TITLE-ABS-KEY OR "Elementary school Education" OR "basic education")
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("implementación" AND "deployment" OR "execution" OR "application") AND TITLE-ABS-KEY ("STEAM" OR "Science Technology Engineering Arts Mathematics" OR "Creative Technology Education" OR "Innovative STEM Learning" OR "STEAM-MAKER") AND TITLE-ABS-KEY ("Primary Education" OR "Elementary Education" OR "basic education")
Science Direct	(TITLE-ABS-KEY (" STEAM" AND AND "STEAM-MAKER") AND TITLE-ABS-KEY OR "Elementary school Education" AND "basic education")

Fuente: *elaboración propia*.

Teniendo en cuenta los juicios de inclusión/exclusión adoptados se realizaron varios filtros por fases hasta lograr seleccionar la primera fase que proporcionó un total de 23 284 documentos, para luego reducirlo a 14 653; 7222 en ERIC, 45 en Web of science, 94 en Scopus, 1826 en Science direct para un total de 9187 artículos pertinentes a nuestra revisión de la literatura disponible acerca del método STEAM aplicado a educación primaria con sus adaptaciones a la cultura MAKER and DIY do it yourself ([ver tabla 3](#)).

Posteriormente, se realizó una visualización de datos interactiva empleando el software abierto Orange data mining del autor,

año, título, y resumen de acuerdo con los juicios esbozados en la tabla 1, excluyendo así los artículos hallados dos veces al estar en varias de las bases de datos, los que se hablaban acerca de sobre experiencias educativas STEM que no tienen en cuenta las artes y la literatura las nuevas tendencias MAKER. A su vez, los referidos a la educación superior – a la cual se le dio prioridad – fue la más reciente la cual está en inglés y se tradujo al español, para contar con las publicaciones más actualizadas (últimos 5 años).

Por último, se examinó el texto completo de los diferentes artículos, con especial interés solo en los objetivos y la problemática de

investigación, así como el tipo de investigación y las herramientas empleadas. Con este filtro se eliminaron aquellos trabajos que no eran acordes con nuestra población de estudio. El resultado final generó un total de 9187 documentos para la revisión detallada y la traducción correspondiente (tabla 3).

Tabla 3. *Instrumento.*

Artículos seleccionados.	
Eric	7222
Web of Science	45
Scopus	94
Science Direct	1826
Total	9187

Fuente: *elaboración propia.*

El proceso de búsqueda y selección de información para esta investigación, basado en criterios rigurosos y un enfoque sistemático, condujo a una reducción progresiva de la cantidad de documentos iniciales, en cada una de fases de la búsqueda, se tuvieron en cuenta una clasificación determinada (Tabla 4)

Tabla 4. *Clasificación de la documentación .*

1. Estudios identificado en las bases de datos (N.º 23 284)
2. Estudios filtrados por tema (N.º 9187)
3. Proceso de selección acordes con los criterios de búsqueda que coinciden con nuestra investigación (N.º 200)
4. Traducción de artículos útiles a la investigación empleado páginas de traducción de documentos (N.º 45)

Fuente: *elaboración propia.*

De los artículos seleccionados, se aplicó el instrumento para la investigación de los cuales 200 son puntuales o acordes con nuestro tema de investigación referente a la aplicación de la metodología STEAM-MAKER en estudiantes de segundo grado.

Para estudiar los artículos se creó un instrumento (tabla 5) con el propósito de resumir las reseñas necesarios y proceder a analizar los datos y hacer la interpretación de resultados.

Tabla 5. *Instrumento de estudio.*

Título: examinando los efectos y aprovechamiento del STEAM y su aprovechamiento, actitudes y aplicaciones hacia los efectos visuales en artes y educación.
País: Estados Unidos
Resumen: el objetivo del presente estudio es decidir el efecto de la Educación en Artes Visuales impartida con las actividades desarrolladas como parte del enfoque STEAM, que se basa en la integración del Arte.
Palabras clave: STEAM, artes, efectos
Tema de investigación: beneficios del uso del método STEAM

Fuente: *elaboración propia.*

Para esto se usaron los descriptores: país de publicación, revista en la cual se publicó el artículo, el año y la base de datos. Además, con características de contenido como el resumen y las palabras clave, el tipo y tema de investigación, propósito. Las fichas o el instrumento fueron elaborados por el grupo de investigación empleando los recursos como Excel, cvs o wo rdpad que arrojan las bases de datos, lo cual simplifica el proceso de clasificación empleando Orange data mining.

Resultados.

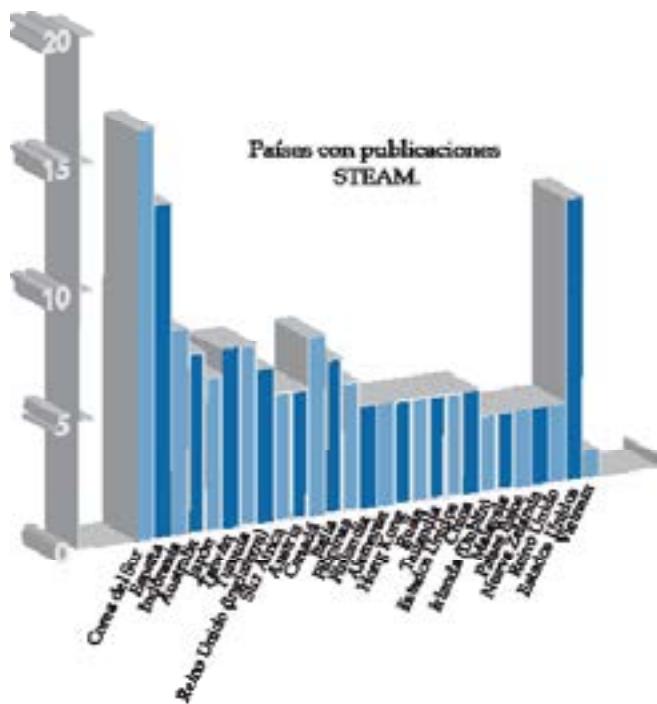
Indicadores bibliométricos.

Tabla 6. Países de publicación.

Término de búsqueda	País de publicación.
STEAM	Corea del sur 15, España 13, Indonesia 8, Australia 6, Japón 6 Taiwan 6, Turquía 6, Reino Unido (Inglaterra) 6, Sur África 5, Austria 5, Canadá 5, Italia 5, Filipinas 5, Finlandia 4 Alemania 4, Hong Kong 4, Rusia 4, Tailandia 4, Estados Unidos 4, China 3, Irlanda (Dublín) 3, Malaysia 3, Países Bajos, 3 Nueva Zelanda 3, Reino Unido 3
STEAM-MAKER	Canadá 2, Australia 1, China 1, USA 11, Italia 1, Corea del Sur 1, Taiwan 1, Turquía 1, Vietnam 1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Lugar de procedencia de la publicación.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Continente o país de publicación.

Corea del Sur	16
España	13
Indonesia	8
Australia	7
Japón	6
Taiwán	7
Turquía	7
Reino Unido (Inglaterra)	6
Sur África	5
Austria	5
Canadá	7
Italia	6
Filipinas	5
Finlandia	4
Alemania	4
Hong Kong	4
Rusia	4
Tailandia	4
Estados Unidos	4
China	4
Irlanda (Dublín)	3
Malaysia	3
Países Bajos	3
Nueva Zelanda	3
Reino Unido	3
Estados Unidos	11
Vietnam	1
Total	153

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los descriptores o categorización de las publicaciones hacen referencia a: STEAM, habilidades de pensamiento, DIY, creatividad, artes, escuela primaria, solución de problemas, desarrollo de currículum, profesores, habilidades para el siglo 21, aprendizaje activo e inclusión.

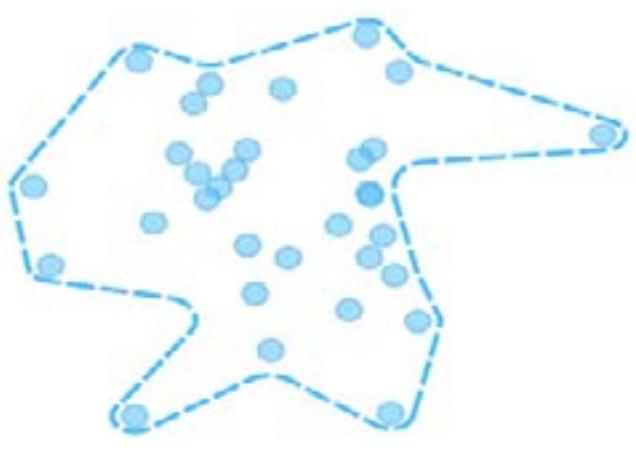
Las temáticas abordadas en los últimos cinco años corresponden a los estudios que evalúan el impacto del uso del método en STEAM en sus escuelas, al análisis de sus currículos, al impacto de la inclusión de las artes en lo que antes era exclusivo solo de las ciencias; a la inclusión de género y raza –se evalúa el uso de la metodología para romper la brecha de género en la ciencia–; al estímulo de la creatividad, al trabajo autónomo (DIY) y al trabajo en equipo; a las percepciones del uso de método por parte de docentes y estudiantes, al desarrollo teórico y conceptual y a la experimentación de este, a la valoración positiva del método y su efecto en el desarrollo de destrezas, así como la recomendación para seguir fortaleciendo la capacitación docente en este método pues es la clave del éxito del mismo.

Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de Vosviewer, los 336 artículos encontrados en Web of Science para el metadato STEAM arroja la coincidencia temática en estudios de caso, el diseño y la implementación de esta metodología y la actitud de aco-gida hacia ella.

Figura 1. Nube de palabras clave de los artículos en Science Direct.

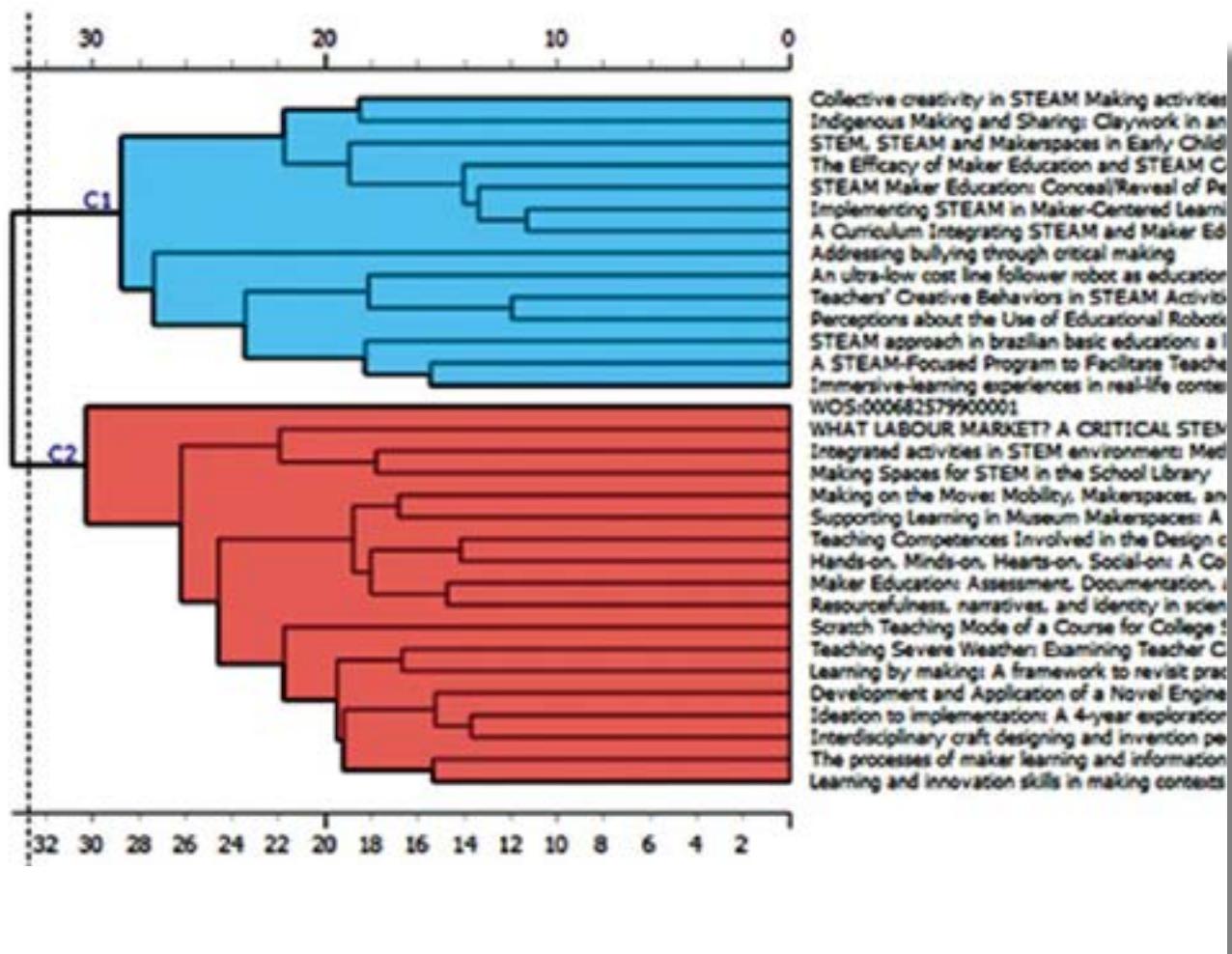


Fuente: *Orange data mining* (2023).



Fuente: *orange data mining* (2023).

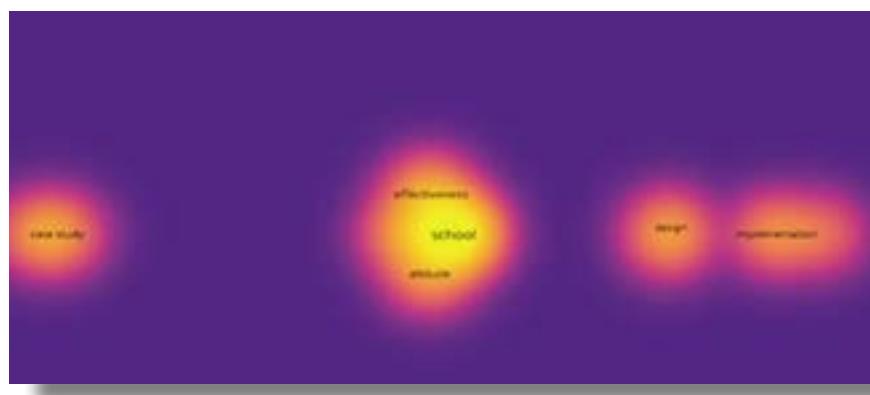
Figura 2. Cluster de temas en Science Direct annotated corpus map.



Fuente: orange data mining (2023).

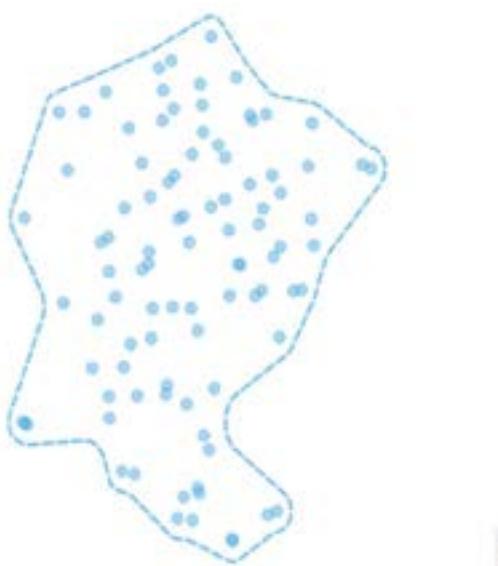
Al aplicar el software de análisis bibliométrico, se puede deducir que los criterios aplicados en la cadena búsqueda arrojaron la información pertinente al tema de investigación, es por esto por lo que en el análisis del cluster o diagramas, este arroja solo dos categorías relacionadas. Esto indica la correlación entre la búsqueda de información y los resultados, así mismo el annotated corpus map nos indica un grupo, es decir que los artículos se relacionan entre sí.

Figura 3. Mapa de redes de coexistencia de términos.¹



Fuente: Vosviewer maps source WoS (Web of Science).

Figura 4. Annotated Corpus Map web of Science



Fuente: Orange data mining (2023).

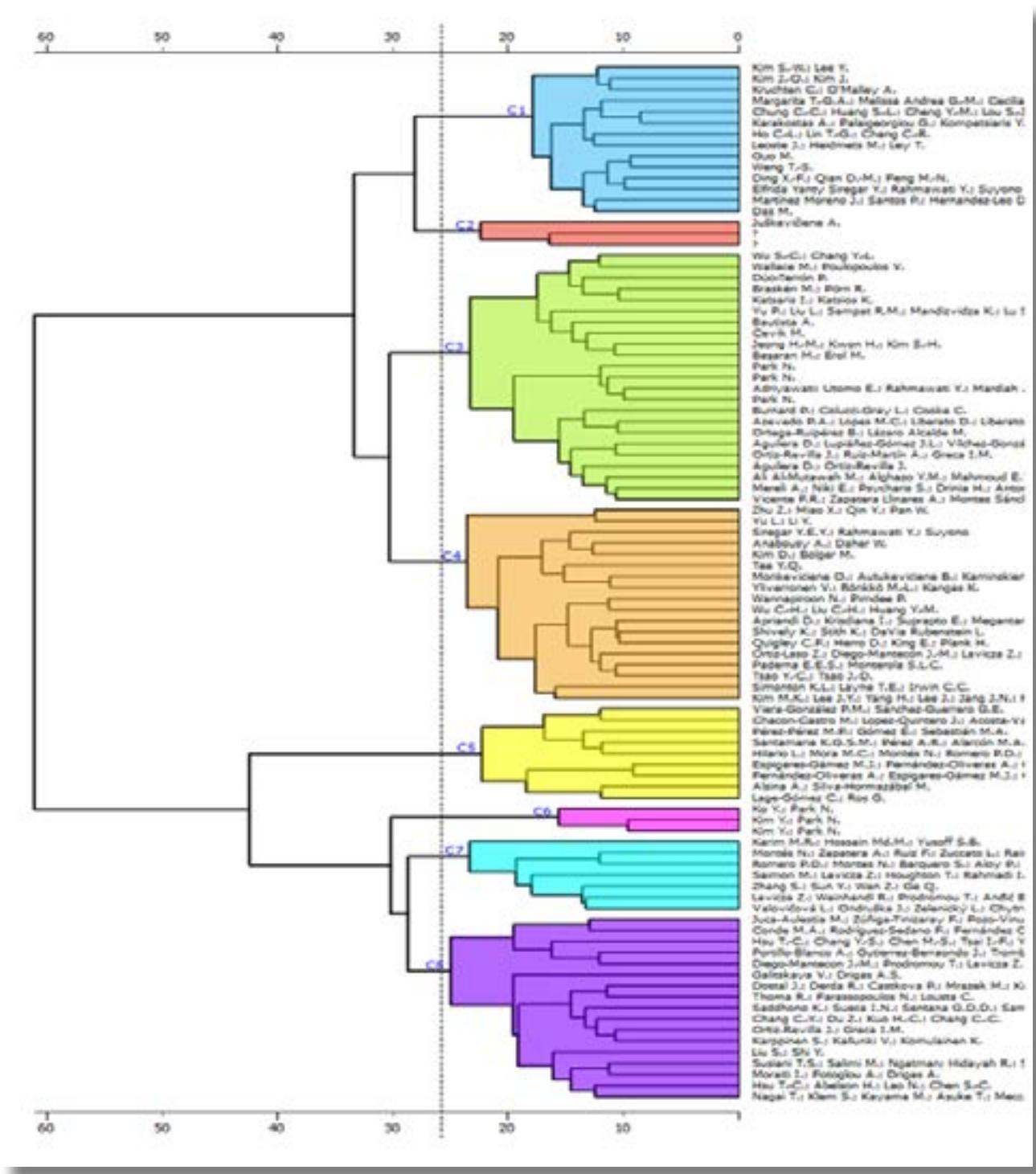
Figura 5. Nube de palabras Web of Science



Fuente: Orange data mining (2023).

¹ El mapa arroja un diagrama que grafica la uniformidad de temas seleccionados en la búsqueda de información en este caso los relacionados con, STEAM, metodología, aplicación y aprendizaje.

Figura 6. *Web of Science Cluster*



Fuente: *orange data mining* (2023).

Importancia

Ahora bien, algunos críticos de la educación STEAM argumentan que los usos de las artes con STEM en la enseñanza y el aprendizaje pueden quitar más tiempo a la exploración de ciencias básicas (Rabalais, 2014). Al mismo tiempo, muchos maestros no están preparados para crear materiales, planificar lecciones y enseñar dentro de un currículo STEAM interdisciplinario (Shashidhar Belbase, 2022), por lo cual la sugerencia para la implementación exitosa de este modelo es la creación de currículum bajo la responsabilidad de entidades gubernamentales del Ministerio de Educación, para luego capacitar a los docentes y solo replicar el uso que se da en Corea del Sur.

En Latinoamérica requiere un enfoque que tenga en cuenta las realidades socioculturales y educativas de la región. Es necesario investigar cómo adaptar la metodología STEAM a las condiciones específicas de cada país y el contexto local, considerando las necesidades de los estudiantes y las limitaciones que puedan existir.

Para lograr esto, es fundamental implementar programas de capacitación que brinden a los docentes las herramientas y el conocimiento necesarios para aplicar la estrategia STEAM-MAKER de forma efectiva y motivadora. Deben crearse espacios de colaboración entre docentes e investigadores para fortalecer el intercambio de conocimientos y experiencias. Además, es necesario realizar más investigaciones sobre la adaptación de la metodología STEAM a los contextos socioculturales y educativos del continente.

La investigación ha demostrado la impor-

tancia de la motivación de los docentes para el éxito de la estrategia STEAM-MAKER. Por lo tanto, es fundamental crear un ambiente que apoye la innovación y la creatividad en el aula. Se deben brindar las herramientas necesarias y fomentar la colaboración entre docentes e investigadores para compartir experiencias y fortalecer su confianza en este enfoque.

Conclusiones

La desmitificación de las materias consideradas poco importantes por la comunidad educativa es posible con este método; permite ver la importancia que cada área tiene para el fortalecimiento neurocognitivo. Ningún conocimiento es poco importante. Sin embargo, la aplicación de este método de enseñanza es más común en el primer mundo. Son pocas las investigaciones o aplicaciones de este en los países en vías de desarrollo, lo cual plantea nuevos interrogantes relacionados con la funcionalidad y compatibilidad con el modelo pedagógico de cada país. La funcionalidad y compatibilidad del modelo pedagógico STEAM-MAKER en países en vías de desarrollo depende de varios factores, como la disponibilidad de recursos, la capacitación docente, la infraestructura educativa y las necesidades específicas del contexto sociocultural de cada país.

Para determinar si el modelo STEAM-MAKER es funcional y compatible en un país en vías de desarrollo, se deben realizar estudios y evaluaciones previas, que permitan identificar las fortalezas y debilidades del sistema educativo actual, así como las necesidades y prioridades educativas del país. Además, es importante involucrar a todos los actores relevantes en el proceso como los ministerios de educación, así como

las secretarías de educación locales y las instituciones privadas docentes, estudiantes, padres de familia y autoridades educativas, para garantizar una implementación exitosa y sostenible del modelo.

La prevalencia de publicación en inglés de los artículos seleccionados es total, y sus temáticas se resumen en:

- Gran auge de publicaciones sobre la inclusión de Artes en STEM.
- Una temática abordada con volumen y asiduidad en 2023.
- El tema de género está en boga en su relación con el método STEAM.
- La coincidencia en destacar las bondades del método en el desarrollo y estímulo de la creatividad, pensamiento argumentativo, pensamiento integral, pensamiento analítico.
- La necesidad de capacitación docente en este método especialmente en los países nuevos en implementar como los del sudeste asiático y Latinoamérica, y el este de Europa.

El análisis de los textos conlleva a conocer cuáles han sido las bondades y deficiencias en otras latitudes para poder implementar el método –aún desconocido– en países de Latinoamérica donde se desee implementarlo.

Referencias.

Anisimova, T., Sabirova, F., Shatunova, O., Bochkareva, T. y Vasilev, V. (2022). *The quality of training staff for the digital economy of Russia within the framework of*

STEAM education: problems and solutions in the context of distance learning [La calidad de la formación del personal para la economía digital de Rusia en el marco de la educación STEAM: problemas y soluciones en el contexto de la educación a distancia]. *Education sciences*, 12(87), 1-11. <https://doi.org/10.3390/educscic12020087>

Areljung, S. y Günther-Hanssen, A. (2022). *STEAMeducation: An opportunity to transcend gender and disciplinary norms in early childhood?* *Contemporary Issues in Early Childhood*, 23(4) : 500-503. <https://doi.org/10.1177/14639491211051434>

Barros, C., Silva, G., y Barros, S. (2022). *Educação integrada STEAM: a subjetividade das artes como aliada nos processos de inovação do século xxi*. *Humanidades & inovação*. 8(50) : 86-100.

Breda, A., García, V. y Santos, N. (2023). *Teachers' perceptions of STEAM education*. *International Journal of Technology in Education*, 6(4), 700-719. <https://doi.org/10.46328/ijte.563>

Bonamici, S., y Schock, A. (2014). *STEAM on capitol hill*. *The STEAM Journal*, 1(2), 6.

Chen, K., y Cheers, I. (31 de julio 2012). *STEAM ahead : Merging arts and science education*. PBS Newshour. <https://www.pbs.org/newshour/education/the-movement-to-put-arts-into-stem-education>

Clapp, E. P., y Jimenez, R. L. (2016). *Implementing STEAM in maker-centered learning*. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(4), 481-491. <https://doi.org/10.1037/a0039831>

- [org/10.1037/aca0000066](https://doi.org/10.1037/aca0000066)
- Chen, K., & Cheers, I. (2012). STEAM ahead: Merging arts and science education. PBS Newshour.*
- Chung, S., y Li, D. (2021). Issues-Based STEAM Education: A Case Study in a Hong Kong Secondary School. International Journal of Education & the Arts, 22(3) : 23 <http://doi.org/10.26209/ijea22n3>*
- Erol, A., Erol, M., y Basaran, M. (2022). The effect of STEAM education with tales on problem solving and creativity skills. European Early Childhood Education Research, 31(2):1-16. DOI:10.1080/1350293X.2022.2081347*
Fountain, H. (31 octubre de 2014). Putting art in STEM. The New York Times, <https://www.nytimes.com/2014/11/02/education/edlife/putting-art-in-stem.html>
Glushkova, T., Gurba, K., Hug, T., Morze, N., Noskova, T y Smyrnova-Trybulská, E. (2022). New technologies in personalisation of STEM and STEAM education - international context. International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning. 32: 591. 10.1504/IJCELL.2022.125730.
- Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Walther, J., y Kellam, N. N. (2014). STEAM as social practice: Cultivating creativity in transdisciplinary spaces. Art Education, 67(6), 12-19.*
- Hoi, H. (2021). Applying STEAM Teaching Method to Primary Schools to Improve the Quality of Teaching and Learning for Children. International Journal of Early Childhood Special Education, 13(2): 1051-1055. DOI: 10.9756/INT-JECSE/V13I2.211149*
- Hynds, S. (2014). A place of their own: The arts and literacy in the age of accountability. Ubiquity: The Journal of Literature, Literacy, and the Arts, 1(1), 97-121.*
- Hynds, A., Averill, R., Penetito, W., Meyer, L., Hindle, R., y Faircloth, S. (2016). Examining the impediments to indigenous strategy and approaches in mainstream secondary schools. International Journal of Leadership in Education, 19(5), 534-556.*
- Jolly, A. (2014). Six characteristics of a great STEM lesson. Education Week, 3-4.*
- Ko, S., Swaim, H., Sanghavi, H., Dong, J., Nadri, C. y Jeon, M. (marzo de 2020). Robot-theater programs for different age groups to promote STEAM education and robotics research. In Proceedings of the Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Cambridge, MA, USA, 23–26 : 299–301 <https://doi.org/10.1145/3371382.337835>*
- Krigman, E. (13 de febrero de 2014). Gaining STEAM: Teaching science through art. US News & World Report, 1-8. <https://www.usnews.com/news/stem-solutions/articles/2014/02/13/gaining-steam-teaching-science-through-art>*
- López, P., Rodrigues-Silva, J., y Alsina, Á. (2021). Brazilian and Spanish Mathematics Teachers' Predispositions towards Gamification in STEAM. Educ. Sci., 11(10), 618. <https://doi.org/10.3390/educsci11100618>.*
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E. y Stylianou, E. (2023). The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education:*

- A systematic review of the literature. *J Comput Assist Learn*, 39:1061-1082.
- Ma, L., Luo, H. y Li, J. (2022). *Impact of Gender on STEAM Education in Elementary School: From Individuals to Group Compositions*. *Behav. Sci.* 12(9), 308 ; <https://doi.org/10.3390/bs12090308>
- Mercan, Z. y Kandir, A. (2022) *The effect of the Early STEAM Education Programme on the visual-spatial reasoning skills of children: research from Turkey*. *Education*, 52(2): 1-31. DOI:10.1080/03004279.2022.2075906
- Nicolescu, B. (1999). *Transdisciplinarity: Theory and practice*. State University of New York Press.
- Ozkan, G., Umdu Topsakal, U. *Exploring the effectiveness of STEAM design processes on middle school students' creativity*. *Int J Technol Des Educ* 31, 95–116 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09547-z>
- Patton, R. M., y Knochel, A. D. (2017). *Meaningful makers: Stuff, sharing, and connection in STEAM curriculum*. *Art Education*, 70(1), 36-43.
- Relmasira, C., Lai, Y., y Donaldson, J. (2023). *Fostering AI Literacy in Elementary Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) Education in the Age of Generative AI*. *Sustainability*, 15(18), 13595; <https://doi.org/10.3390/su151813595>
- Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2023). *Systematic Review About Students' Conceptions of Engineering Accessed Through Drawings: Implications to STEAM Education*. *International Journal of Cognitive Research in Science Engineering and Education*, 11(2): 199–211.
- Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023b). *STEAM education and playful learning at all educational levels*. *Revista Prâksis*, 1, 188–212. <https://doi.org/10.2512/rpr.v1.3170>
- Rabalais, M. E. (2014). *STEAM: A national study of the integration of the arts into STEM instruction and its impacts on student achievement* [tesis de doctorado]. University of Louisiana. <https://www.proquest.com/docview/1669973460/fulltextPDF?formauthdoc=true&pq-origsite=primro&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>
- Sanz-Camarero, R., Ortiz-Revilla, J., y Greca, I.M. (2023). *The impact of integrated STEAM education on arts education: A systematic review*. *Educ. Sci.*, 13, 1139.
- Shashidhar Belbase, B. R. (2022). *At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems*. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MATHEMATICAL EDUCATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY* 2022, VOL. 53, NO. 11, 2919–2955, <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/0020739X.2021.1922943?needAccess=true&role=button>.
- Shaw, P., Traunter, J., Nguyen N., Huong T. y Thao, D. (2021). *Immersive-learning experiences in real-life contexts: deconstructing and reconstructing Vietnamese*

- kindergarten teachers' understanding of STEAM education.* International Journal of Early Years Education, 29(1): 1-20. DOI: 10.1080/09669760.2021.1933920
- Silva-Hormazábal, M. y Alsina, A. (2023). *Exploring the Impact of Integrated STEAM Education in Early Childhood and Primary Education Teachers.* Educ. Sci, 13(8), 842; <https://doi.org/10.3390/educsci13080842>
- So, HJ., Ryoo, D., Park, H. y Choi, H. (2019). What Constitutes Korean Pre-service Teachers' Competency in STEAM Education: Examining the Multi-functional Structure. Asia-Pacific Edu Res, 28, 47-6. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0410-5>
- Temiz, Z., y Çevik, M. (2023). *STEAM education with young learners: Five different design processes.* Early Years, 1-16. <https://doi.org/10.1080/09575146.2023.2274293>
- Wu, C., Liu, C., y Huang, Y. (2022). *The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load.* Education, 9, 10. DOI:10.1186/s40594-022-00346-y
- Yuan, Y., Ji, X., Yang, X., Wang, C., Sam-sudin, S. y Dev, R. (2022). *The Effect of Persistence of Physical Exercise on the Positive Psychological Emotions of Primary School Students under the STEAM Education Concept.* Int. J. Environ. Res. Public Health, 19(18), 11451; <https://doi.org/10.3390/ijerph191811451>
- Yu, L. y Li, Y. (2022). *A study of practical drawing skills and knowledge transferable skills of children based on STEAM education.* Front. Psychol, 13:1001521. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1001521
- Zhang, S., Sun, Y., Wen, Z., & Ge, Q. (2021). *A Review: Implementation of Design Thinking Education in K-12.* In Advances in Ergonomics in Design: Proceedings of the AHFE 2021 Virtual Conference on Ergonomics in Design, July 25-29, 2021, USA (pp. 504-511). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79760-7_60