

Una revisión de la literatura sobre la STEAM: desafíos y potencialidades

RESUMO

Esta investigación tuvo como objetivo resaltar el potencial de implementar el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la formación docente, así como los desafíos encontrados al incorporarlo en las actividades didáctico-pedagógicas. Se realizó un levantamiento de trabajos académicos en la Base de Datos Web Of Science, del 2012 al 2022, mediante análisis de Revisión Sistemática sobre el tema de interés. De esta manera, fue posible identificar los desafíos y potencialidades respecto de la implementación de este enfoque tanto en la educación superior como en la educación básica.

PALAVRAS-CHAVE: STEAM. Formación Docente. Innovación Pedagógica.

Daiane Da Silva Fagundesdaiane26fagundes@gmail.comorcid.org/0000-0002-0171-0579

Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), Bagé, Rio Grande do Sul,
Brasil.

Denice Aparecida Menegaisdenicemenegais@unipampa.edu.brorcid.org/0000-0003-0856-0638

Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), Bagé, Rio Grande do Sul,
Brasil.

Francieli de Carvalho Ferreirafrancieliferreira@unipampa.edu.brorcid.org/0000-0001-7222-3500

Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), Bagé, Rio Grande do Sul,
Brasil.

Vera Lucia Duarte Ferreiraveraferreira@unipampa.edu.brorcid.org/0000-0002-6968-5664

Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), Bagé, Rio Grande do Sul,
Brasil.

INTRODUCCIÓN

La innovación pedagógica es comprendida por muchos investigadores como una perspectiva de cambio, incorporación de tecnología y transformación (Silva; Bastos, 2016; Pischetola, 2018; Barbosa; Blikstein, 2020). De este modo, el concepto de innovación en el ámbito educativo está estrechamente relacionado con las tecnologías y sus diversos significados y objetivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la literatura internacional, el enfoque denominado inicialmente Educación STEM y luego ampliado a STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) ha sido el tema central en las discusiones sobre innovación educativa (Maia; Carvalho; Appelt, 2021). Este enfoque propone que el aprendizaje se realice a través de actividades innovadoras con la ayuda de herramientas prácticas y tecnológicas (Lorenzin, 2019; Cavalheiro, 2020), además de promover la enseñanza integrada entre diferentes áreas del conocimiento.

La STEAM Education representa un cambio de paradigma en el campo educativo tanto a nivel nacional como internacional (Pugliese, 2021) y tiene como objetivo valorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de lograr resultados en el desarrollo del pensamiento crítico, lógico y creativo, aspectos fundamentales en la resolución de problemas del mundo real y del siglo XXI (Bacich; Holanda, 2020; Pugliese, 2020).

Desde esta perspectiva, el objetivo de esta investigación es destacar las potencialidades de la implementación del enfoque STEAM en la formación de profesores, así como los desafíos encontrados para incorporarlo en las actividades didáctico-pedagógicas. De esta manera, este estudio informa sobre cómo se ha discutido la metodología de STEAM Education a nivel mundial y busca identificar los beneficios y desafíos de este enfoque en los programas de formación de profesores en STEAM.

Dicho esto, este trabajo analizó la investigación académica en un período de tiempo que abarca desde 2012 hasta 2022, utilizando la base de datos Web of Science para recopilar las publicaciones. La revisión sistemática se llevó a cabo con el gestor Zotero para el almacenamiento de las referencias.

De esta manera, este estudio pretende responder a la siguiente pregunta: "¿Cómo impactan los programas de formación en STEAM en la práctica didáctica y pedagógica de profesores y estudiantes a través del uso de metodologías innovadoras?" Por lo tanto, este artículo se organiza en otras tres secciones que incluyen el marco teórico, los materiales y métodos, los resultados y las discusiones, y las conclusiones de la investigación.

REFERENCIAL TEÓRICO

La formación docente es un tema ampliamente investigado en el cual muchos investigadores han estado trabajando durante décadas (Nóvoa, 1992; Tardif, 2014; Barbosa, 2022). Con la llegada de las tecnologías digitales, la socialización del conocimiento ha provocado cambios significativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Scherer; Farias, 2018), abriendo el camino a la innovación didáctica y pedagógica.

En este sentido, para que la innovación tecnológica pueda ser realmente incorporada en el entorno educativo, se presupone que los profesores en formación sean alentados a crear, y así desarrollar su potencial creativo (Serdyukov, 2017). Por lo tanto, el enfoque principal de la innovación educativa se encuentra en las prácticas de enseñanza y aprendizaje, lo que abarca todo el contexto educativo en el que los estudiantes están inmersos, como la cultura, la sociedad y la comunidad.

Desde esta perspectiva, las iniciativas educativas buscan mejorar la calidad de la educación en un contexto globalizado, teniendo en cuenta que el avance tecnológico y científico impacta directamente en el desarrollo económico de un país y, en consecuencia, en el reconocimiento de la importancia de la educación en la sociedad (Albuquerque, 2022).

En lo que respecta a los cambios socioculturales y tecnológicos, es importante señalar que estos ocurren a un ritmo cada vez más acelerado y requieren profesionales capacitados y calificados (Carvalho, 2018). De esta manera, uno de los desafíos educativos del siglo XXI es la creciente búsqueda de la alfabetización digital y de metodologías innovadoras que permitan una práctica didáctico-pedagógica capaz de superar las barreras de una formación puramente técnica y tradicional, con el fin de lograr la formación integral de los individuos como seres éticos, históricos, críticos, reflexivos, transformadores y humanizados (Gemignani, 2013).

Asuntos como el establecimiento del contexto y acciones efectivas para lograr la innovación pedagógica son preocupaciones de los investigadores en educación (Molina; Filho, 2019). De esta manera, la formación docente exige el desarrollo de competencias y habilidades que capaciten a los individuos en su formación personal, social y profesional, de manera interconectada, interdependiente y contextualizada.

En un contexto global, la situación educativa actual propone un conjunto de métodos y estrategias que ponen al estudiante en el centro de su propio aprendizaje a través de metodologías innovadoras, junto con la incorporación de tecnologías digitales, con el fin de promover la educación personalizada y transformadora (Darub; Silva, 2020).

De esta manera, para abordar los desafíos de la contemporaneidad, la labor del profesor requiere transformar la enseñanza para ofrecer condiciones de aprendizaje en diversos contextos, lo que genera la necesidad de la alfabetización específica para satisfacer el nuevo contexto impuesto por la cultura digital (Vilaça; Gonçalves, 2022). De esta forma, la innovación pedagógica surge con el propósito de estimular procesos educativos de construcción del pensamiento reflexivo y de una formación creativa y crítica (Soares *et al.*, 2022).

Según Macedo *et al.* (2018), el uso de metodologías problemáticas en la formación de profesores permite que los docentes conozcan, discutan y reflexionen sobre las metodologías activas como estrategias innovadoras, además de transformar las prácticas docentes. Desde esta perspectiva, los estudios indican que el enfoque STEAM busca promover el desarrollo de la autonomía y la creatividad de los estudiantes, además de favorecer el aprendizaje a través de la experimentación y la creación de manera interdisciplinaria (Maia; Carvalho; Appelt, 2021).

Además, es necesario fomentar el enfoque STEAM en la práctica pedagógica de los profesores, ya que propone procedimientos inherentes a las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y las Matemáticas de manera integrada.

MATERIALES MÉTODOS

Actualmente se han desarrollado herramientas para ayudar en la aplicación de los requisitos necesarios para las revisiones sistemáticas. De esta manera, con el fin de garantizar la calidad del informe de esta revisión sistemática de la literatura, se utilizaron algunas de las pautas del PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), tal como se describe en Galvão, Pansani y Harrad (2015). Este proceso de revisión sistemática constó de tres etapas que comenzaron con la identificación, seguimiento, elegibilidad e inclusión.

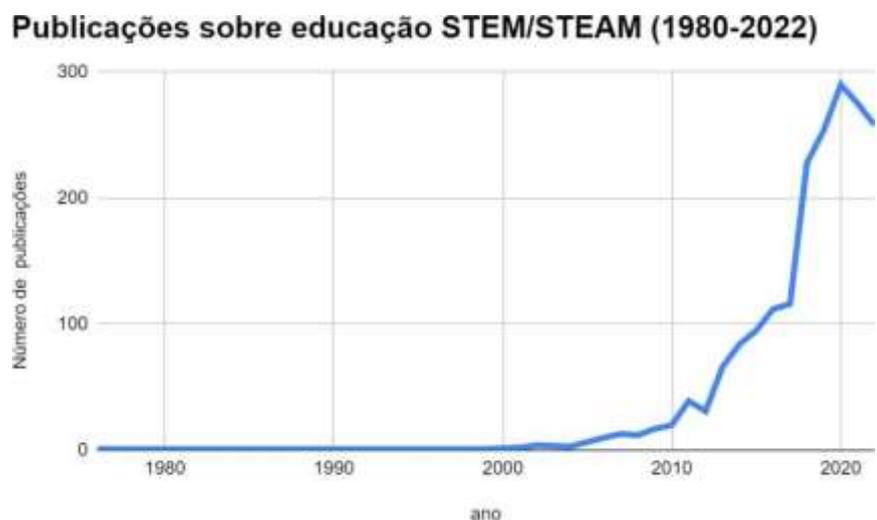
IDENTIFICACIÓN

En el proceso de identificación se utilizó la base de datos *Web of Science* para recopilar las publicaciones. La búsqueda se dividió en tres etapas, como sigue: (i) se aplicó una búsqueda booleana utilizando la cadena de búsqueda: *((stem education*) or (steam education*))*; (ii) términos específicos en el título; y (iii) criterios de exclusión e inclusión de los artículos seleccionados. En la primera etapa, se obtuvieron 99,984 trabajos publicados; en la segunda, WoS retornó 1,952 trabajos; y en la última fase, 222 trabajos.

SEGUIMIENTO

La segunda fase continuó con el proceso de seguimiento basado en un conjunto de criterios presentados en el Cuadro 1. Este estudio incluyó el período de publicación entre el año 2012 y el año 2022, limitando la línea temporal teniendo en cuenta el índice de publicaciones en WoS (Figura 1).

Figura 1: Publicaciones en Web of Science.



Fuente: Autores (2024).

De esta manera, como parte fundamental de este tipo de investigación, se establecieron criterios de inclusión y exclusión con el protocolo de búsqueda. Solo se incluyeron artículos completos publicados en inglés, español y portugués, centrados en la formación de profesores para la educación STEAM. En el proceso de selección, de 1952 artículos, se excluyeron 1730 artículos.

Cuadro 1: Criterios de inclusión y exclusión considerados para llevar a cabo el análisis.

Criterios	Inclusión	Exclusión
1.	Artículos completos	Disertaciones, tesis, libros, capítulos de libros
2.	Período de tiempo de 2012 a 2022	Trabajos fuera del período de tiempo establecido.
3.	Términos clave en el título	Trabajos que no contienen la palabra clave en el título.
4.	Trabajos en portugués, inglés y español	Trabajos en otro idioma
5.	Área de estudio: Educación	No son del área de educación

Fuente: Autoras (2024).

ELEGIBILIDAD E INCLUSIÓN

La selección de los artículos elegibles, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión definidos en el apartado anterior, se realizó en dos etapas y siempre de manera independiente por dos investigadores. La primera etapa consistió en la evaluación de los títulos y resúmenes de los artículos recuperados por las búsquedas realizadas en la base de datos electrónica, como se ha mencionado anteriormente. Las discrepancias se resolvieron por consenso entre los investigadores o, en caso de no llegar a un consenso, por medio de la discusión con un revisor externo.

La segunda etapa consistió en la lectura y evaluación completa de los artículos aprobados en la primera etapa, realizada por los mismos dos pares de investigadores, también de manera independiente y siguiendo la misma estrategia de selección por consenso o discusión con un tercer revisor.

La estrategia de búsqueda de los artículos elegibles se desarrolló a partir de la pregunta de investigación: "¿Cómo impactan los programas de formación en STEAM en la práctica didáctico-pedagógica de profesores y estudiantes a través del uso de metodologías innovadoras?", incluyendo los términos del acrónimo "PICOT" (Araújo, 2020) (P = population = población de estudio = profesores en formación inicial y continua; I = intervention = intervención evaluada = programas STEAM; C = comparator = intervención de comparación o control = cualquier otra intervención que utilice metodologías innovadoras; O = outcome= resultado = percepción de los participantes sobre los beneficios y desafíos de la incorporación

del enfoque STEAM en sus prácticas didáctico-pedagógicas después de la inmersión en las formaciones; T = type of study= tipo de estudio = cualitativos).

De esta manera, para ayudar en las discusiones y responder a esta pregunta de investigación, se optó por descomponerla en otros cuatro interrogantes: Q1.

¿En qué contextos se ofrecen las formaciones en STEAM?; Q2. ¿Qué metodologías

se están utilizando en los cursos de formación para las prácticas innovadoras?; Q3.

¿Cuáles son los desafíos y potencialidades identificados en los programas de formación de profesores para la implementación de la educación STEAM? y Q4.

¿Cuál es la percepción de los sujetos participantes en programas de educación STEAM?

En el Cuadro 2 (<https://tinyurl.com/datos-articulo>) se presenta la codificación de los 12 artículos incluidos en el análisis, según la propuesta de estudio, con los datos como año, autor(a), título, país y número de citas.

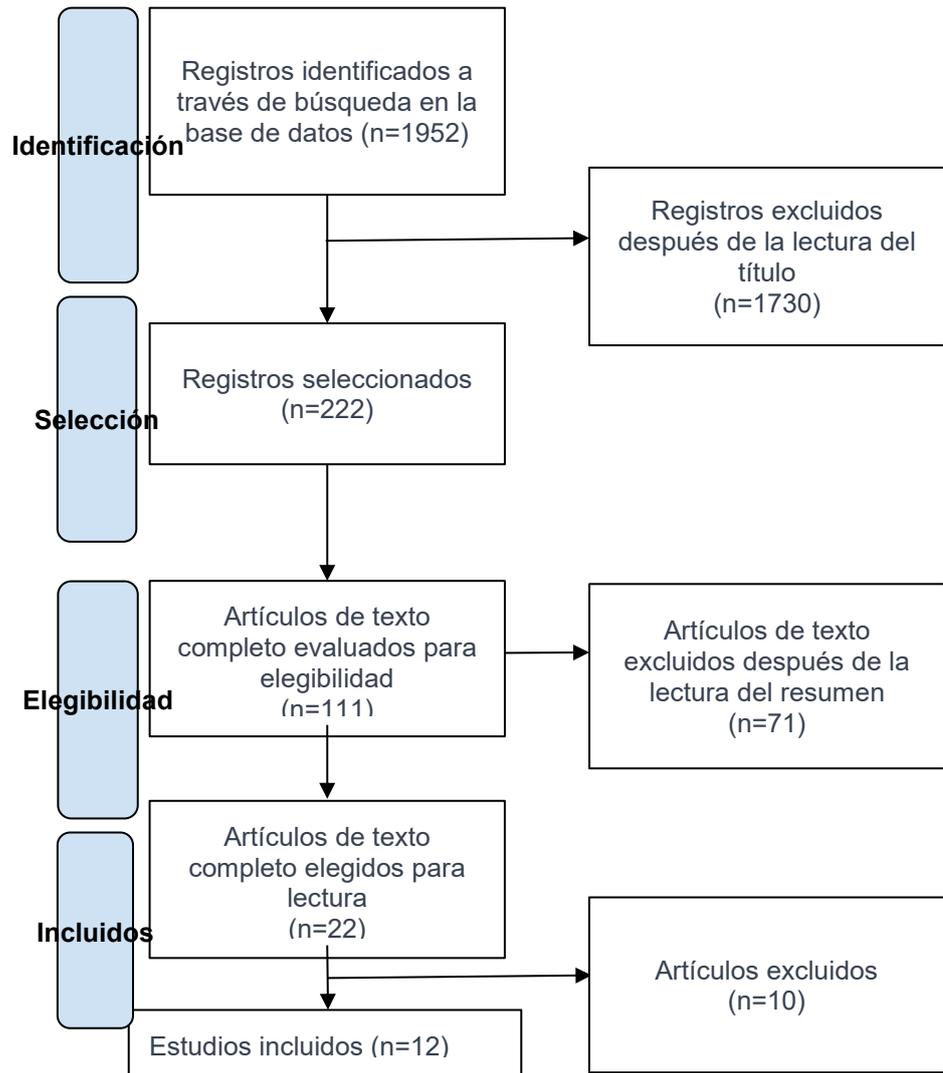
La lista completa con los datos extraídos y los enlaces para acceder individualmente a los artículos se puede encontrar en: "<https://tinyurl.com/datos-articulo>".

Para el análisis de los artículos en la revisión de literatura, se utilizaron los supuestos del Análisis Textual Discursivo (ATD) propuestos por Moraes y Galiazzi (2016). Con el fin de categorizar las publicaciones seleccionadas a través de la búsqueda de similitudes, se generó un corpus textual que se analizó con la ayuda del software gratuito IRaMuTeQ¹ (Ratinaud, 2012).

El software ofrece una variedad de posibilidades diferentes para el procesamiento de datos cualitativos, lo que permite un análisis minucioso del corpus textual. En este sentido, Konflanz, Ferreira y Ferreira (2021) señalan que esta herramienta informática ayuda en el análisis de similitudes y coocurrencias entre las palabras, proporcionando indicaciones de la relación entre las palabras en el corpus textual.

La figura 2 muestra el diagrama de flujo que representa el proceso de búsqueda de una revisión sistemática. Este flujo, compuesto por las cuatro etapas mencionadas anteriormente, ilustra el recorrido de la información a través de las diferentes fases, así como el número de registros.

Figura 2- Diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección de estudios



Fuente: Adaptado del diagrama PRISMA, Galvão, Pansani y Harrad (2015).

SESGO DE RIESGO

Con el fin de evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos en esta revisión, es esencial proporcionar estimaciones de la adecuación y pertinencia de los resultados encontrados, así como fomentar una visión crítica de los diversos aspectos señalados en cada trabajo seleccionado. En este sentido, se optó por utilizar una versión adaptada del instrumento Critical Appraisal Skills Programme (CASP) (Anexo A-<https://tinyurl.com/datos-articulo>), presentada en Milton (2002). Este instrumento consta de 10 ítems puntuables, con un total de 10 puntos, que abarcan: 1) Objetivo del estudio, 2) Adecuación del diseño metodológico a la pregunta de investigación, 3) Justificación de los procedimientos metodológicos,

4) Criterios de selección de la muestra, 5) Detalles de la recopilación de datos, 6) Relación entre el investigador y los investigados, 7) Consideraciones éticas, 8) Rigor en el análisis de datos, 9) Propiedad en la presentación y discusión de los resultados, 10) Valor de la investigación: calificación de contribuciones, limitaciones y necesidades de nuevas investigaciones.

Posteriormente, los estudios fueron clasificados en dos categorías de acuerdo con la puntuación obtenida al aplicar el instrumento: A) 06 a 10 puntos - Estudios de buena calidad metodológica y sesgo reducido, y B) al menos 05 puntos - Estudios con calidad metodológica satisfactoria, pero con potencial de sesgo aumentado.

Cuadro 3: Caracterización de los artículos incluidos en la revisión integrativa.

Base de datos	Artículos elegibles	Calidad metodológica
Web of science	[A01,02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A08, A09, A10, A11, A12]	A

Leyenda: Nivel A, 6 a 10 puntos, estudios de buena calidad metodológica.

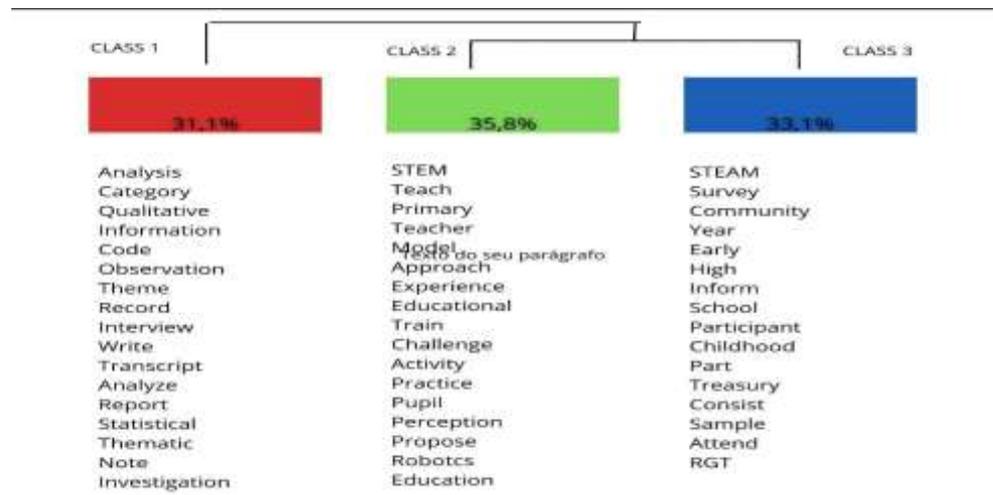
Fuente: Autoras (2024).

CONCLUSIONES O RESULTADOS

Los artículos seleccionados tienen como objetivo de investigación la educación STEAM en la formación de profesores y cómo este enfoque puede ayudar a los profesores en sus prácticas didáctico-pedagógicas, dado que el movimiento educativo STEAM se ha convertido en un tema ampliamente discutido a nivel mundial en el ámbito académico, y se ha implementado en los planes de estudio de varios países, lo que ha llevado a discusiones y reformulaciones tanto en la educación superior como en la educación básica.

De esta manera, para identificar las estrategias de implementación de la educación STEAM en esta revisión sistemática, se definieron categorías clasificatorias. Los trabajos se categorizaron en función de la metodología utilizada en los artículos y de forma libre por parte del investigador, como sugiere la ATD. Las clases se obtuvieron utilizando el software IRaMuTeQ, siguiendo las categorías de desarrollo de la investigación: Clase 1, Clase 2 y Clase 3, según se muestra en la figura 3.

Figura 3: Clases de categorización



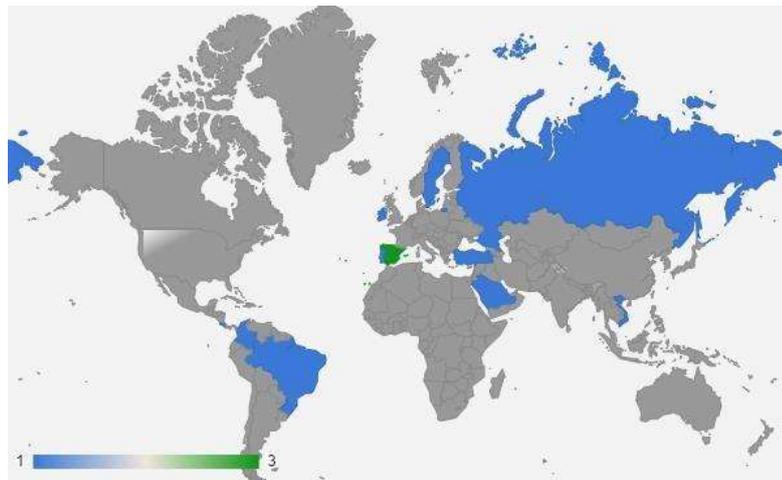
Fuente: Autoras (2024).

Contexto de investigación; desafíos y potencialidades de la educación STEAM y percepción de los profesores en formación. De esta manera, para responder a la pregunta guía de este estudio: "¿Cómo impactan los programas de formación en STEAM en la práctica didáctico-pedagógica de profesores y estudiantes a través del uso de metodologías innovadoras?", se presentan en los resultados tres preguntas (Q1, Q2, Q3 y Q4) que ayudan en esta búsqueda y se describen en los siguientes apartados:

Q1. ¿En qué contextos se están ofreciendo las formaciones en STEAM?

La educación STEAM se ha incorporado en el ámbito educativo de varios países avanzados, como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Israel, China, Singapur y Australia. También ha sido tema de estudio e investigación en muchos otros países, incluyendo los seleccionados en esta revisión de literatura (según se muestra en la figura 4), como: Costa Rica, España, Arabia Saudita, Turquía, Suecia, Colombia, Irlanda, Vietnam, Brasil y Rusia.

Figura 4: Países de origen de los estudios que componen la revisión de literatura.



Fuente: Autoras (2023).

Según Frolov (2010), el nivel de formación STEAM en áreas específicas se considera como un indicador de la capacidad de desarrollo de una nación. En Estados Unidos, la educación STEAM es reconocida como la base tecnológica de una sociedad bien desarrollada, y es un parámetro adoptado por el National Research Council² y la National Science Foundation (NSF)³, importantes instituciones de promoción de la investigación y la tecnología.

Por lo tanto, los artículos aquí mencionados presentan en sus investigaciones algunas contribuciones que pueden guiar esta práctica, que es una tendencia global y que busca el desarrollo de competencias y habilidades cognitivas, intrapersonales e interpersonales. En este contexto, la revisión de literatura tiene como objetivo destacar importantes contribuciones mencionadas en los artículos sobre las posibilidades y dificultades de implementar la educación STEAM en la formación de profesores, dado que estos profesionales trabajan en la Educación Básica y tienen la misión de incorporar esta metodología en el currículo escolar.

Los trabajos mencionan diferentes contextos formativos y se categorizan según el ámbito de la formación STEAM: formación inicial de profesores [A03, A04,

A09, A12], formación continua de profesores [A02, A05, A06, A07, A08, A11] y contexto mixto (formación inicial y continua de profesores) [A01, A10].

Las formaciones en STEAM son promovidas por instituciones de Educación Superior y se ofrecen a través de programas de posgrado, programas de extensión y cursos de licenciatura. Estos cursos fomentan actividades inmersivas en el contexto del enfoque STEAM, que incluyen discusiones y actividades prácticas, como la creación de planes de clase, el seguimiento de los profesores en la aplicación de actividades en el aula, la comprensión del enfoque y la comprensión del tema en estudio.

Con el fin de evaluar la percepción de los profesores sobre el enfoque STEAM, las metodologías utilizadas en los artículos fueron de naturaleza cualitativa, utilizando como instrumentos de recopilación de datos: cuestionarios

Q2. ¿Qué metodologías se están utilizando en los cursos de formación para prácticas innovadoras?

Anisimova, Sabirova y Shatunova (2020) - [A10], Toma y Retana-Alvarado (2021) - [A03], Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2019) - [A09], Yabás y Boyaci [A01], Bergsten y Frejd (2019) - [A12] y Berciano, Anasagasti y Zamalloa (2021) - [A04] evidencian que una de las posibles innovaciones en la formación de profesores para la enseñanza STEAM es su formación a través de módulos que combinan disciplinas y prácticas para cada bloque, así como diseñar una integración de al menos dos disciplinas a través de contenido o contexto STEAM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas.

Bergsten y Frejd (2019) - [A12], Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2019) - [A09] y Toma y Retana-Alvarado (2021) - [A03] corroboran que el diseño de ingeniería es una metodología que se caracteriza por favorecer el aprendizaje, especialmente para explorar tecnologías y la aplicación de conocimientos matemáticos y científicos. Teniendo en cuenta el constante avance del conocimiento científico- tecnológico y los cambios constantes en la forma en que vivimos, aprendemos y trabajamos, lo que impacta en las habilidades necesarias para satisfacer las demandas económicas y sociales del siglo XXI.

En este contexto, la educación STEAM se utiliza de manera pedagógica, promoviendo un plan de estudios integrado o interdisciplinario que se puede aplicar en diversas metodologías didácticas, como la resolución de problemas, la investigación, la robótica educativa, la modelización, el design thinking, la cultura maker, el tinkering o el pensamiento computacional, entre otros métodos activos de enseñanza (Anisimova, Sabirova; Shatunov, 2020).

La Educación STEAM permite el desarrollo de habilidades sociales y emocionales que son fundamentales para los desafíos actuales y futuros. Además, el aprendizaje STEAM fomenta aspectos relacionados con la creatividad, la capacidad de resolver problemas, el razonamiento científico y el pensamiento crítico, como destacan los estudios de Berciano, Anasagasti y Zamalloa (2021) - [A04].

De este modo, habilidades como la resolución de problemas del mundo real requieren el uso de conocimientos integrados de diversas disciplinas, así como el trabajo en equipo y la comunicación, la capacidad de ejecución y la presentación

de proyectos, como informan Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2019) - [A09] en sus investigaciones.

Para implementar el concepto de educación STEAM, los autores Anisimova, Sabirova y Shatunova (2020) - [A10] creen que el sistema educativo debe formar profesionales con las competencias necesarias para abordar los desafíos actuales. En la opinión de estos autores, el meta-tema, las habilidades de diseño y la investigación son competencias fundamentales que deben desarrollarse, y enfatizan que una de las posibles innovaciones es la inclusión de la Robótica Educativa en el plan de estudios de formación de profesores.

Q2. ¿Qué metodologías se están utilizando en los cursos de formación para prácticas innovadoras?

Anisimova, Sabirova y Shatunova (2020) - [A10], Toma y Retana-Alvarado (2021) - [A03], Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2019) - [A09], Yabás y Boyaci [A01], Bergsten y Frejd (2019) - [A12] y Berciano, Anasagasti y Zamalloa (2021) - [A04] evidencian que una de las posibles innovaciones en la formación de profesores para la enseñanza STEAM es su formación a través de módulos que combinan disciplinas y prácticas para cada bloque, así como diseñar una integración de al menos dos disciplinas a través de contenido o contexto STEAM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas.

Bergsten y Frejd (2019) - [A12], Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2019) - [A09] y Toma y Retana-Alvarado (2021) - [A03] corroboran que el diseño de ingeniería es una metodología que se caracteriza por favorecer el aprendizaje, especialmente para explorar tecnologías y la aplicación de conocimientos matemáticos y científicos. Teniendo en cuenta el constante avance del conocimiento científico- tecnológico y los cambios constantes en la forma en que vivimos, aprendemos y trabajamos, lo que impacta en las habilidades necesarias para satisfacer las demandas económicas y sociales del siglo XXI.

En este contexto, la educación STEAM se utiliza de manera pedagógica, promoviendo un plan de estudios integrado o interdisciplinario que se puede aplicar en diversas metodologías didácticas, como la resolución de problemas, la investigación, la robótica educativa, la modelización, el design thinking, la cultura maker, el tinkering o el pensamiento computacional, entre otros métodos activos de enseñanza (Anisimova, Sabirova; Shatunov, 2020).

La Educación STEAM permite el desarrollo de habilidades sociales y emocionales que son fundamentales para los desafíos actuales y futuros. Además, el aprendizaje STEAM fomenta aspectos relacionados con la creatividad, la capacidad de resolver problemas, el razonamiento científico y el pensamiento crítico, como destacan los estudios de Berciano, Anasagasti y Zamalloa (2021) - [A04].

De este modo, habilidades como la resolución de problemas del mundo real requieren el uso de conocimientos integrados de diversas disciplinas, así como el trabajo en equipo y la comunicación, la capacidad de ejecución y la presentación de proyectos, como informan Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2019) - [A09] en sus investigaciones.

Para implementar el concepto de educación STEAM, los autores Anisimova, Sabirova y Shatunova (2020) - [A10] creen que el sistema educativo debe formar

profesionales con las competencias necesarias para abordar los desafíos actuales. En la opinión de estos autores, el meta-tema, las habilidades de diseño y la investigación son competencias fundamentales que deben desarrollarse, y enfatizan que una de las posibles innovaciones es la inclusión de la Robótica Educativa en el plan de estudios de formación de profesores.

Por otro lado, López, Rodrigues-Silva, Alsina (2021) - [A07] destacan que la gamificación STEAM puede ser una poderosa herramienta para los profesores en todos los niveles del sistema educativo, proporcionando espacios para retroalimentación, motivando y comprometiendo a los estudiantes y fomentando la colaboración entre ellos. Por su parte, Bergsten y Frejd (2019) - [A12] consideran que la modelación matemática es un vínculo para la implementación de la educación STEAM, al igual que el uso de la programación y nuevas tecnologías en el proceso de resolución de problemas matemáticos.

Q3. ¿Cuáles son los desafíos y potencialidades identificados en los programas de formación de profesores para la implementación de la educación STEAM?

Un aspecto importante señalado en los estudios de Anisimova, Sabirova y Shatunova (2020) - [A10] es el bajo porcentaje de conocimiento de los estudiantes de licenciatura sobre los programas de educación STEAM existentes en el país y en un contexto mundial, además de la implementación problemática de actividades educativas orientadas hacia la práctica STEAM.

Bergsten y Frejd (2019) - [A12], en sus investigaciones, proponen una discusión sobre los límites y limitaciones en el acceso de los estudiantes al conocimiento matemático a través de diferentes enfoques de integración de las disciplinas STEAM, con el fin de apoyar el desarrollo de habilidades del siglo 21, incluyendo la innovación, habilidades de información, medios y tecnología, habilidades de vida y carrera, y, sobre todo, resolución de problemas, comunicación y colaboración.

Los autores del artículo [A12], destacan que uno de los desafíos es desarrollar una práctica pedagógica equilibrada para la educación matemática, siendo fundamental proponer a los estudiantes situaciones que impliquen la resolución de problemas en contextos significativos y que fundamenten el aprendizaje a través de otras disciplinas STEAM.

Desde el punto de vista de Yabas y Boyaci (2022) - [A01], los profesores desempeñan un papel fundamental en la implementación y diseño de programas de educación STEAM. Por lo tanto, es crucial la preparación de los profesores en formación inicial en disciplinas STEAM, equipándolos con conocimientos, habilidades y perspectivas relevantes sobre el tema. Puesto que las concepciones de los profesores sobre la enseñanza y el aprendizaje impactan directamente en la práctica pedagógica.

En este sentido, los autores del artículo [A03] respaldan al destacar que la conceptualización de la aproximación STEAM sigue siendo reduccionista y genera dudas sobre la viabilidad de su implementación. Por lo tanto, los autores enfatizan la necesidad de mejorar la comprensión de los profesores sobre esta tendencia educativa, considerando el creciente interés por la aproximación STEAM que integra muchos conceptos como el constructivismo y el conectivismo.

Para Berciano, Anasagasti y Zamalloa (2021) - [A04], es fundamental que los profesores estén capacitados y sean capaces de proporcionar entornos de enseñanza STEAM bien planificados, estimulantes y adecuados, fomentando así el desarrollo de habilidades científico-tecnológicas y no solo la creatividad.

En este contexto, Carmona-Mesa, Cardona Zapata y Castrillón-Yepes (2020) - [A09] destacan la importancia de identificar el potencial de propuestas educativas en la implementación del enfoque STEM. Además, enfatizan que a través de la modelización matemática y la tecnología, es posible fomentar la reflexión didáctica en los profesores en formación

Sin embargo, los autores [A09] resaltan la relevancia de elegir un contexto que facilite una mayor conexión y un significado más profundo de las disciplinas STEM a integrar, lo que potenciará la integración de la educación STEM y fortalecerá el razonamiento para realizar análisis más profundos en la ciencia.

Según Delahunty, Prendergast y Riordain (2021) - [A05], la literatura internacional destaca preocupaciones sobre posibles barreras y deficiencias en la incorporación de las disciplinas STEM, ya que el sistema educativo se centra en contenidos y propone planes de estudio sobrecargados. En la actualidad, los profesores se encuentran en un entorno educativo relativamente nuevo con pocas investigaciones disponibles sobre las percepciones de los profesores y los desafíos de la incorporación de estas políticas educativas en el aula, lo que genera presiones excesivas sobre los profesores. Además, la agenda política global pasa por alto perspectivas críticas importantes para llevar a cabo la implementación de la educación STEM (Delahunty; Prendergast; Riordain, 2021).

En línea con esta idea, García-Carrillo, Greca y Fernandez-Hawrylak (2021) - [A06] destacan en sus estudios que las dificultades de los profesores en la implementación de este enfoque van más allá del conocimiento técnico y abarcan la formación recibida, las creencias, actitudes y prácticas de enseñanza. Al mismo tiempo, Thuy y Bien (2020) - [A08] afirman que los profesores se enfrentan a numerosos obstáculos, como el escaso conocimiento de los contenidos STEM, la baja autoeficacia y los cambios en las prácticas pedagógicas.

Por otro lado, Jho, Hong y Song (2016) enfatizan que la colaboración entre profesores de diferentes áreas sigue siendo una barrera a superar debido a las diferencias culturales y la naturaleza disciplinaria. En esta perspectiva, Kertil y Gurel (2016) respaldan esta afirmación al afirmar que existen diferentes concepciones sobre la implementación de la educación STEM que se categorizan principalmente en dos tipos: integración de contenido e integración de contexto.

La integración de contenido se relaciona directamente con la estructuración de un plan de estudios flexible que abarque más de una disciplina. Por otro lado, la integración de contexto propone centrarse en una sola disciplina a través del aprendizaje significativo.

Por lo tanto, el gran desafío en un enfoque de educación STEM para la formación de profesores es crear entornos educativos que permitan reconocer las conexiones entre las disciplinas a través del diseño de clases interdisciplinarias (Carmona-Mesa et al., 2019). En consecuencia, es fundamental fomentar experiencias en esta área con el fin de identificar el potencial de las propuestas educativas en la formación de profesores para una integración efectiva de la Educación STEM en los planes de estudio.

Q4. ¿Cuál es la percepción de los sujetos participantes en programas de educación STEAM?

Los autores del artículo [A05] enfatizan que en general, los profesores participantes del estudio destacan aspectos positivos sobre los beneficios de la utilización de un enfoque STEM, pero señalaron varios desafíos para su implementación, como la falta de conocimientos sobre tecnología y conceptos de ingeniería, la confianza para enseñar STEM, el liderazgo escolar a favor del enfoque en la escuela, recursos físicos y financieros, tiempo y currículo.

Además, dependen en exceso de enfoques tradicionales de enseñanza y el uso de libros de texto.

En los estudios presentados en el artículo [A07], las principales dificultades observadas por los profesores son similares, ya que no hay una comprensión clara de los conceptos de gamificación y STEM entre los participantes, lo que lleva a la inseguridad en la planificación de actividades gamificadas, lo que resalta la necesidad de capacitación específica para los profesores. Esto coincide con Baptista, Costa, Martins (2020) - [A11], quienes demuestran en su investigación que la implementación de actividades STEM en entornos tan desafiantes depende de la capacidad y habilidades de los profesores para buscar nuevas estrategias y experiencia para manejar situaciones inesperadas.

En la investigación de Garcia-Carrillo, Greca y Fernandez-Hawrylak (2021) - [A06], los profesores resaltan los beneficios de esta metodología, como su carácter interdisciplinario, que capacita a los estudiantes en múltiples áreas del conocimiento al mismo tiempo, fomenta el trabajo en equipo, el aprendizaje crítico, reflexivo, significativo e independiente. También destacan la percepción de la ciencia en la vida cotidiana a través de la resolución de problemas y la construcción del conocimiento mediante la capacidad de seleccionar la información más relevante.

Los análisis muestran que la mayoría de los participantes destacan aspectos positivos de las formaciones y reportan los beneficios de los cursos STEAM, como la adquisición de confianza y seguridad frente a nuevos desafíos y enfoques metodológicos, junto con la satisfacción personal y profesional. También señalan aspectos negativos, como el hecho de que es un proceso lento que requiere una base previa que involucra tiempo, dedicación y una serie de materiales específicos.

En los estudios de Yabas y Boyaci (2022) - [A01], los profesores afirman que el programa de formación aumentó su conciencia sobre la educación STEAM en sus prácticas pedagógicas y la necesidad de profundizar sus conocimientos en tecnología, matemáticas y ciencias para cubrir las brechas de conocimiento en las áreas STEAM.

Thuy y Bien (2020) - [A08] señalan en su investigación que los profesores tienden a optar por cursos de formación cortos y con actividades prácticas sobre el tema. Según la perspectiva de los participantes, es fundamental fortalecer las prácticas de capacitación, que incluyen actividades prácticas de diseño, discusiones y el intercambio de experiencias entre los participantes y expertos, así como la selección y diseño de actividades de enseñanza STEAM.

CONCLUSIONES

Esta revisión de la literatura destaca que el movimiento STEAM ha sido ampliamente estudiado e investigado en varios países, lo que ha llevado a las

instituciones de educación superior a ofrecer programas de formación de profesores en STEAM. Es importante destacar que las políticas y prácticas relacionadas con la formación de profesores en STEAM pueden variar según el sistema educativo de cada país. De esta manera, los programas de formación tienen como objetivo capacitar a los profesores, desarrollando las habilidades y conocimientos necesarios para hacer frente a los rápidos cambios en las áreas STEAM y mejorar la calidad de la enseñanza en estas disciplinas.

En este sentido, el estudio revela que en los programas de licenciatura en Pedagogía y en programas específicos de formación de profesores, se busca preparar a los futuros educadores para enseñar STEAM de manera efectiva desde el inicio de sus carreras. Además, las instituciones de educación superior ofrecen programas de posgrado especializados, en los cuales los profesores pueden obtener una comprensión más profunda de este enfoque de enseñanza.

Dicho esto, es importante destacar que los programas de formación en STEAM proporcionan a los profesores las herramientas, estrategias y recursos necesarios para enseñar con mayor confianza y eficacia. Estas formaciones a menudo incluyen el uso de tecnología y recursos avanzados, como software de modelado, simulaciones, laboratorios virtuales, impresoras 3D y otros equipos.

La participación en estos programas de capacitación también permite a los profesores interactuar y colaborar con otros educadores que comparten intereses similares. Sin embargo, muchos educadores enfrentan desafíos persistentes incluso después de recibir esta capacitación. La implementación de un enfoque STEAM requiere recursos adecuados, como equipos, materiales, software y laboratorios, y la falta de recursos financieros puede dificultar la creación de entornos de aprendizaje STEAM efectivos.

Aunque estos desafíos sean comunes, es importante que las instituciones educativas estén preparadas para superarlos, reconociendo la importancia del desarrollo de habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas para preparar a los estudiantes para los desafíos del mundo actual. Enfrentando estos obstáculos de manera colaborativa y proactiva, es posible implementar programas STEAM exitosos que promuevan una educación integral y en sintonía con las necesidades de la sociedad actual.

Por lo tanto, la implementación de este enfoque puede requerir un cambio de mentalidad tanto de los educadores como de los administradores escolares. Es necesario superar la resistencia al cambio y promover una cultura escolar que valore la creatividad, la experimentación y la interdisciplinariedad. En resumen, STEAM y la innovación pedagógica van de la mano, brindando a los educadores y estudiantes experiencias de aprendizaje enriquecedoras y preparándolos para un futuro cada vez más complejo y tecnológico.

A literature review on STEAM: Challenges and potentialities

ABSTRACT

This research aimed to highlight the potential of implementing the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) approach in teacher education, as well as the challenges encountered in incorporating it into didactic-pedagogical activities. An academic works survey was conducted in the Web of Science Database, focusing on publications from 2012 to 2022, through a Systematic Review analysis on the topic of interest. Thus, it was possible to identify the challenges and potentialities of implementing this approach in both higher education and basic education.

KEYWORDS: STEAM. Teacher Education. Pedagogical Innovation.

NOTAS

1 IRaMuTeQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires. Disponible en: <http://www.iramuteq.org/>.

2 Disponible en: <https://tethys.pnnl.gov/organization/national-research-council-national-academies-nrc>.

3 Disponible en: <https://www.nsf.gov/> en línea [A02, A07, A08], entrevistas semiestructuradas [A01, A05, A06, A08, A10, A11], diarios digitales y análisis de materiales producidos [A03, A04, A09, A12]. Como se muestra en el Cuadro 4 a continuación <https://tinyurl.com/datos-articulo>.

CONTRIBUIÇÕES

O presente estudo teve a contribuição de cinco autores para a elaboração.

Elisangela Martins do Nascimento, foi responsável pela concepção e planejamento do estudo, coleta e análise de dados, interpretação dos resultados e redação do manuscrito.

Marcelo Reis, desempenhou um papel importante na revisão da literatura, na síntese dos resultados e na redação das seções específicas do artigo. Também contribuiu para a discussão e interpretação dos resultados.

Geiser Chalco Chalco, participou do planejamento e desenho do estudo e revisão do artigo.

Jário Santos, contribuiu na análise de seleção dos artigos.

Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto, participou do planejamento e desenho do estudo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. V. de. **Educación mediada por tecnología:** programas de formación de profesores e innovación metodológica. 2022. Tesis (Doctorado en Políticas y Formación Humana) - Centro de Educación y Humanidades, Universidad del Estado de Río de Janeiro, 2022.

ALGHAMDI, A. A. Exploring early childhood teachers' beliefs about STEAM education in Saudi Arabia. **Revista Educação Infantil**, v.51, n.2, p.247-256, 2023.

ARAÚJO, W. C. O. **Recuperación de información sanitaria:** construcción, modelos y estrategias. [S. n.]: [S. n.], 2020.

ANISIMOVA, T. I.; SABIROVA, F. M. Y.; SHATUNOVA, O. V. Design and Research Skills Training in Future Teachers in the Framework of STEAM Education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v.15, n.02, p. 204-217, 2020.

BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM:** integrando áreas para desarrollar competencias. In: BACICH, L.; HOLANDA, L. (org.). STEAM en el aula: aprendizaje por proyectos integrando conocimientos en la educación básica. Porto Alegre, RS: Penso, 2020. p.1-12.

BAPTISTA, M.; COSTA, E.; MARTINS, I. STEM Education during COVID-19: Teachers' Perspectives on Strategies, Challenges and Effects on Students' Learning. **Journal of Baltic Science Education**, v.19, n. n6A, p.1043-1054, 2020.

BARBOSA, R.; BLIKSTEIN, P. **Robótica Educativa:** Experiencias Innovadoras en la Educación Brasileña. Porto Alegre, RS: Penso, 2020.

BARBOSA, D. de O. M. **Avances y retrocesos en las directrices nacionales para la formación de profesores.** 2022. Tesis (Maestría en Estudios Lingüísticos) - Universidad Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.

BERCIANO, A.; ANASAGASTI, J. Y.; ZAMOLLOA, T. Sentido de la estadística en la formación de estudiantes de Educación Infantil. Una aproximación desde un contexto de aprendizaje STEAM. **PNA**, v.15, n.4, p.289-309, 2021.

BERGSTEN, C.; FREJD, P. Preparing pre-service mathematics teachers for STEM education: an analysis of lesson proposals. **ZDM Mathematics Education**, v.51, p.941-953, 2019.

CARMONA-MESA, A. J. A.; ARIAS-SUAREZ, J.; VILLA-OCHOA, J. A. Formación inicial del profesorado basada en proyectos para el diseño de clases STEAM. *In*: SERNA, E. (Ed.). **Revolución en la educación y la formación para el siglo XXI.** 2. ed. Medellín: Instituto Editorial de Investigaciones de Antioquia, 2019. v.1. p. 483-492.

CARMONA-MESA, J. A.; CARDONA ZAPATA, M. E.; CASTRILLÓN-YEPES, A. El estudio de los fenómenos físicos en la formación inicial del profesorado de matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. **Uni-Pluriversidad**, v.20, n.1, p.18-38, 2020.

CARVALHO, M. R. V. de. Perfil do professor da educação básica -Série documental. Brasília, DF: Instituto nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira, 2018. Disponible en: http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/1472381. Consultado el: 25 abr 2023.

CAVALHEIRO, M. A arte e sua potencialidade na abordagem STEAM. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Inteligência e do Digital) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

DARUB, A. K. G. dos S.; SILVA, O. R. Formación de profesores en metodologías activas. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍAS / ENCUENTRO DE INVESTIGADORES EN EDUCACIÓN A DISTANCIA, São Carlos, ago. 2020. **Procedimientos electrónicos** [...] Disponible en: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1396>. Consultado el: 13 mar. 2023.

DELAHUNTY, T.; PRENDERGAST, M.; NÍ RIORDÁIN, M. Teachers' perspectives on how to achieve an integrated primary STEM education curriculum model in Ireland: authentic or utopian ideology? **Frontiers of Education**, v.6, p. 123, 26 April 2021.

FROLOV, A. V. The role of STEM education in the "new economy" of the USA. **Cuestiones de la nueva economía**, v. 4, n. 16, p.80-90, 2010.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Elementos clave para la presentación de informes de revisiones sistemáticas y meta-análisis: la recomendación **PRISMA - Epidemiology and Health Services**, v.24, n.2, p.335-342, 2015.

GARCÍA-CARRILLO, C.; GRECA, I. M; FERNÁNDEZ-HAWRYLAK, M. Perspectivas del profesorado sobre la enseñanza del enfoque STEM de codificación y robótica educativa en educación primaria. **Ciencias de la Educación**, v.11, n.2, p.64, 2021.

GEMIGNANI, E. Yu Me Yut. Formación del profesorado y metodologías activas de enseñanza-aprendizaje: enseñar para comprender. **Fronteras de la educación**, v.1, n.2, 2013.

JHO, H.; HONG, O.; SONG, J. An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v.12, n 7, p.1843-1862, 2016.

KERTIL, M.; GUREL, C. Modelización matemática: un puente hacia la educación STEM. **Revista internacional de educación en matemáticas, ciencia y tecnología**, v.4, n.1, p.44-55, 2016.

KONFLANZ, M. G.; FERREIRA, V. L.; FERREIRA, C. C. Aplicación del análisis textual en publicaciones relacionadas con la enseñanza de las matemáticas en entornos virtuales de aprendizaje: un mapeo sistemático. **RENOTE**, Porto Alegre, v.19, n.2, p.173-180, 2021. Disponible en: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121203>. Consultado el: 14 mayo 2023.

LÓPEZ, P.; RODRIGUES-SILVA, J.; ALSINA, Á. Predisposiciones de profesores de matemáticas brasileños y españoles hacia la gamificación en la educación STEAM. **Ciencias de la Educación**, v.11, n.10, p.618, 2021.

LORENZI, M. P. **Sistemas de actividad, tensión y transformación en movimiento en la construcción de un currículo orientado por el enfoque STEAM**. 2019. Disertación (Maestría en Enseñanza de las Ciencias) - Universidad de São Paulo, São Paulo, 2019.

MACEDO, K. D. D. S.; ACOSTA, B. S.; SILVA, E. B. D.; SOUZA, N. S. D.; BECK, C. L. C.; SILVA, K. K. D. D. Metodologías activas de aprendizaje: posibles caminos para la innovación en la enseñanza de la salud. **Escola Anna Nery**, v.22, n.3, p.1-9, 2018.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R. A. de; APPELT, V. K. STEAM approach in Brazilian basic education: a literature review. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v.17, n.49, p.68-88, 2021.

MILTON, K. **Primary care trust: critical appraisal skills programme (CASP): making sense of evidence**. London: [S. n.], 2002. Disponible en: <https://casp-uk.net/>. Consultado el: 16 mayo 2023.

MOLINA, P. M. A. O.; FILHO, P. O. R. Desafíos de la innovación pedagógica en un curso interdisciplinar de formación de profesores de música. **Revista en línea de política y gestión educativa**, p. 798-817, 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análisis textual discursivo**. 3. ed. ampliada y revisada. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2016.

NÓVOA, A. **La formación del profesorado y la profesión docente**. [S. l.]: [S. n.], 1992.

PISCHETOLA, M. Cultura digital, tecnologías de información y comunicación y prácticas pedagógicas. *In*: CANDAU, V. M. *et al.* **Didáctica: tecendo/reinventando saberes e práticas**. Río de Janeiro, RJ: 7 Letras, 2018.

PUGLIESE, G. O. Una visión general de la educación STEAM como tendencia mundial. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. (Org.). **STEAM en el aula: aprendizaje basado en proyectos integrando conocimientos en la educación básica**. Porto Alegre, RS: Penso, 2020.

PUGLIESE, G. O. **La educación STEM en el contexto de las reformas educativas: los efectos de las políticas educativas globalizadoras en el currículo y la profesionalización docente**. 2021. Tesis (Doctorado de Educación) - Universidad de São Paulo, São Paulo, 2021.

RATINAUD, P. **IRaMuTeQ**: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires [programa informático]. Disponible en: <http://www.iramuteq.org/>. Consultado el: 16 mayo 2023.

SERDYUKOV, P. Innovación en la educación: ¿qué funciona, qué no funciona y qué hacer al respecto? **Journal of Research in Innovative Teaching & Learning**, v.10, n.1, p.4-33, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/JRIT-10-2016-0007>. Consultado el: 21 abr.2023.

SILVA, G. L. B.; BASTOS, N. M. La tecnología como innovación pedagógica. *In*: X SIMPOSIO DE EDUCACIÓN Y SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA: DESAFÍOS Y PROPUESTAS, 10., Rio de Janeiro, 2016. **Anais [...]** [S. l.]: [S. n.], 2016.

SOARES, R. G. *et al.* La problematización como herramienta para la formación de profesores en metodologías activas. **Acta Educ.**, Maringá, v.44, p.e52168, 2022. Disponible en http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2178-52012022000100201&lng=pt&nrm=iso. Consultado el: 12 mar. 2023.

SCHERER, A. L.; FARIAS, J. G. de. Uso de la red social Facebook como herramienta de enseñanza-aprendizaje en cursos de educación superior. **Revista brasileña de enseñanza abierta y a distancia**, v.17, n.1, 2018.

TARDIF, M. **Conocimiento docente y formación profesional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TOMA, R. B.; RETANA-ALVARADO, D. A. Mejorando las concepciones de los docentes en la formación en educación STEM. **Revista Iberoamericana De Educación**, v.87, n.1, p.15-33, 2021.

THUY, N.T. T; BIEN, N.V.; QUY, D. X. Promoting Teachers' Competence in Integrated STEM Education. **Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA**, v.6, n.2, p.166-179, 2020.

VILAÇA, M. L. C; GONÇALVES, L. A. C. **Cultura digital, educación y formación de profesores**. São Paulo, SP: Pontocom, 2022.

YABAS, D.; BOYACI, S. Un modelo de orientación para la formación del profesorado: programa para jóvenes investigadores y profesionales de STEM. **Revista Turca de Educación**, v.11, n.1, p.36-55, 2022.

Recebido: 05 março 2023.

Aprovado: 27 março 2025.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v9n2.18236>.

Como citar:

FAGUNDES, Daiane da Silva; FERREIRA, Vera Lucia Duarte; MENEGAIS, Denice Aparecida Fontana; FERREIRA, Francieli de Carvalho. Una revisión de la literatura sobre la STEAM: desafíos y potencialidades. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 21-40, maio/ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/18236>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Vera Lúcia Duarte Ferreira
Universidade Federal do Pampa. Av. Maria Anunciação Gomes Godoy, 1650. Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

