

ENFOQUE STEM/STEAM/STEAMH PARA LA FORMACIÓN DOCENTE EN CIENCIAS NATURALES DE SECUNDARIA. REVISIÓN SISTEMÁTICA EXPLORATORIA

Camacho-Tamayo, Edison¹ Bernal-Ballén, Andrés²

RESUMEN

El objetivo de esta revisión sistemática exploratoria es identificar los estudios orientados hacia el estado de la formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH en el marco de la enseñanza de las ciencias naturales en educación secundaria. Por tal motivo se propuso una búsqueda de artículos y conferencias que fueran revisiones sistemáticas alojadas en el repositorio Google Académico utilizando la estructura metodológica PSALSA. Es así que se examinaron 50 documentos y mediante los criterios de inclusión y exclusión se extrajeron 8 artículos entre revisiones sistemáticas y análisis de documentos que involucraran el centro de esta investigación. De esta manera se sustrae la mayor parte de información para posteriormente hacer un estudio y sintetizar las exploraciones significativas que identifiquen el estado del objeto de esta revisión. Los resultados sugieren que son escasas las investigaciones que se centran propiamente en la formación docente con un enfoque STEM/STEAM/STEAMH en ciencias naturales de secundaria, lo que trae como consecuencia que el estudio de las didácticas científicas se perciba más como una herramienta del enfoque y no como una estrategia en el proceso de la enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales en todos los niveles. Por otro lado, es evidente que este enfoque tiene un alto impacto en la formación docente ya que logra generar una transformación en el aula, fomenta una metodología dispuesta hacia el aprendizaje significativo mediado por las tecnologías, así como una mayor motivación al logro académico y la aplicación de los conceptos científicos adquiridos a problemas de la vida cotidiana. Sin embargo, los autores consultados reportan insistentemente una escasa formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH, que causa desconocimiento y resistencia hacia su implementación como estrategia integral en la enseñanza y que afecta también a la de ciencias naturales. Como conclusión se identifica que, aunque son pocos los estudios que se orientan hacia la formación docente de ciencias naturales con enfoque STEM/STEAM/STEAMH en educación secundaria, estos han ido en crecimiento debido a que existe una alta preocupación para que la enseñanza de las ciencias naturales no siga siendo tradicionalista, memorística y poco significativa. Adicionalmente su integración con otras áreas orientada hacia la solución de problemas cotidianos muestra efectos positivos en el desarrollo de estrategias que mejoran las prácticas didácticas en la enseñanza de las ciencias.

Palabras claves: Formación Docente, Metodología, STEAM, Ciencias Naturales, Educación

¹ Universidad Antonio Nariño. Facultad de Educación. Grupo de investigación Conciencia. Calle 22 sur # 12D-81. 111821, Bogotá, Colombia.
E-mail: ecamacho@uan.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5902-4937>

² Universidad Antonio Nariño. Facultad de Educación. Grupo de investigación Conciencia. Calle 22 sur # 12D-81. 111821, Bogotá, Colombia.
E-mail: abernal93@uan.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2033-3817>

STEM/STEAM/STEAMH APPROACH TO SECONDARY NATURAL SCIENCE TEACHER EDUCATION. EXPLORATORY SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

The main goal of this exploratory systematic review is to identify studies oriented towards the status of teacher training with STEM/STEAM/STEAMH approach in the framework of teaching natural sciences in secondary education. For this reason, a search for articles and conferences that were systematic reviews hosted in the Google Scholar repository using the PSALSA methodological structure were carried out. Thus, 50 documents were examined and by means of the inclusion and exclusion criteria, 8 articles were extracted between systematic reviews and analysis of documents that involved the focus of this research. In this way, most of the information was subtracted in order to subsequently carry out a study and synthesize the significant explorations that identify the state of the object of this review. The results show that there is little research focused on teacher training with a STEM/STEAM/STEAMH approach in secondary natural sciences, which results in the study of scientific didactics being perceived more as a tool of the approach and not as a strategy in the teaching-learning process in natural sciences at all levels. On the other hand, it is notorious that this approach has a high impact on teacher training, since it generates a transformation in the classroom, a methodology that is willing towards meaningful learning mediated by technologies, a greater motivation for academic achievement and the application of the acquired scientific concepts to everyday life problems. However, the consulted authors insistently report a scarce teacher training with a STEM/STEAM/STEAMH approach, which causes ignorance and resistance towards its implementation as an integral strategy in teaching and affects the natural sciences. In conclusion, although there are few studies oriented towards STEM/STEAM/STEAMH teacher training in natural sciences in secondary education, these have been growing since there is a high concern that natural science teaching should not continue to be traditionalist, meromictic, and not very meaningful. Furthermore, their integration with other areas oriented towards the solution of everyday problems shows positive effects in the development of strategies that improve didactic practices in science teaching.

Keywords: Teacher Training, Methodology, STEAM, Natural Sciences, Education

1. Introducción

En general, los docentes son uno de los elementos más valiosos en el proceso educativo. Por tal motivo, garantizar una educación de calidad en todos los niveles escolares depende de una apropiada formación docente (Andrade et al., 2020). Así, un correcto desarrollo profesional debería contribuir a la adquisición de competencias que posibiliten guiar la construcción del conocimiento, en un contexto pedagógico que cause buenos resultados en el proceso formativo (Lalangui et al., 2017). Además, debe permitir aportar herramientas para enseñar y generar correctamente los conocimientos, siendo continua, proporcionando la modernización de las prácticas didácticas y la actualización constante de los saberes (Prendes et al., 2017).

En este marco, la formación docente en la didáctica de las ciencias naturales es considerada como el estudio de los procesos de enseñanza-aprendizaje cuya finalidad es la formación científica integral (Sánchez, 2016). Esto genera una contribución al desarrollo y evolución de los saberes físicos y tecnológicos de modo que una eficaz alfabetización científica de calidad en todos los contextos educativos debería favorecer el interés por lo natural, lo social y lo económico, influenciado por el pensamiento crítico, computacional, creativo, lógico y la comunicación (Torres Salas, 2010). De ahí que la integridad académica científica con proyección en todos

los dominios de la actividad humana, el reto científico por abordar la solución de problemas del siglo XXI y la necesidad de descubrir nuevos conocimientos didácticos a partir de la investigación docente sean características de una adecuada formación (Cardona y Rodríguez Hernández, 2021).

Sin embargo, el panorama de la formación docente en las aulas presenta una preferencia por la enseñanza de forma tradicional, memorística y poco significativa en el que las ciencias naturales se enseñan como un conjunto de conocimientos concluidos y descontextualizados, las actividades poco se conectan con la vida cotidiana, las experiencias son muy escasas y las que se reproducen en un laboratorio son solo demostrativas e ilustran lo que aparentemente ya se ha aprendido (Godoy et al., 2014; Ortiz-Sacro et al., 2020). Es así que la construcción de conocimiento científico probablemente se asocie principalmente a las didácticas de formalización conceptual matemática, las cuales son importantes, pero que en alguna medida estudiado únicamente desde esta perspectiva podría desdibujar los conceptos de ciencias naturales, restringir su aplicación al mundo real y desmotivar el interés por el descubrimiento científico desde su misma naturaleza (García-Carmona, 2020; Jaramillo, 2019). Como resultado, estos conceptos científicos son transmitidos a los estudiantes de todos los niveles, en especial de secundaria, de la misma manera en cómo se aprenden. Esto conlleva a que optar por una profesión científica sea la última opción del educando.

Durante la última década, algunos investigadores han centrado sus esfuerzos por reflexionar y mejorar las prácticas didácticas en ciencias naturales, buscando la formación científica integral (Castiblanco Abril, 2019; Cedeño-Escobar & Viguera-Moreno, 2020; Godoy et al., 2014; Salaza-Gómez & Tobón, 2018; Torres Salas, 2010). Es por esto que han desarrollado estudios desde la indagación escolar, el aprendizaje basado en problemas-proyectos, la integración de las tecnologías digitales y la interdisciplinariedad (Aguilera et al., 2018; López, 2018; Luna-Romero et al., 2018; Macías et al., 2020; Méndez Leyva & Pérez Ganfong, 2010). En relación a estas últimas estrategias interdisciplinarias, actualmente el enfoque *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM por sus siglas en inglés), o STEAM (*arts*) e incluso STEAMH (*humanities*) ha ganado una creciente popularidad como estrategia didáctica porque favorece el aprendizaje significativo, el trabajo colaborativo y cooperativo, el desarrollo de comunidades de aprendizaje, el desarrollo de un currículo integral, la transformación del aula, la motivación por la investigación autodidacta y la visión holística hacia la solución de problemas cotidianos en el marco de las ciencias naturales. No obstante, algunas investigaciones reportan escasa formación docente en el enfoque STEM/STEAM/STEAMH en todas las áreas, lo que limita su implementación en las aulas (Carmona-Mesa et al., 2019; Greca et al., 2021). Es por eso que la presente revisión busca identificar los estudios orientados hacia el estado de la formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH en el marco de la enseñanza de las ciencias naturales en educación secundaria.

2. Metodología de la revisión sistemática exploratoria PSALSA

Identificar los trabajos de investigación centrados en formación docente en ciencias naturales con el enfoque STEM/STEAM/STEAMH en educación secundaria es el objetivo de esta revisión bibliográfica. Para su desarrollo se ha hecho una revisión sistemática de literatura a partir de la base de datos Google académico.

La exploración se organizó por medio una ecuación de búsqueda³ construida a partir de las palabras clave que se encontraron después de una indagación preliminar general (formación docente, metodología, STEM/STEAM/STEAMH, ciencias naturales, educación), articuladas por operadores lógicos y símbolos. Esto permitió simplificar y delimitar los hallazgos de las investigaciones referidas en la base de datos seleccionada.

Asimismo, se desarrolló una pregunta orientadora específica, la cual se propone a partir de la idea de búsqueda de la información adecuada en la construcción del estado de arte del tema seleccionado y un propósito específico que responde a la pregunta de la revisión bibliográfica (tabla 1).

Tabla 1. Preguntas orientadoras del proceso de búsqueda de la literatura sobre formación docente en ciencias naturales con un enfoque STEM/STEAM/STEAMH en educación secundaria. Tomado y adaptado de (Leytón G et al., 2021)

Pregunta orientadora	Propósito
¿Cuál es el estado de las investigaciones adecuadas sobre la formación docente en ciencias naturales y estrategias de enseñanza relacionadas con el enfoque STEAMH en los últimos 3 años?	Buscar las palabras clave e información relevante y específica, conceptos básicos y buscar el origen de la información.

En el desarrollo de esta revisión se usó la metodología de *Protocol, Search, Appraisal, Analysis* y *Synthesis* (por sus siglas en inglés PSALSA) la cual está descrita en la tabla 2.

Tabla 2. Metodología de la revisión exploratoria PSALSA tomado y adaptado de (Mengist et al., 2020)
Estructura para los estudios sistemáticos y de metaanálisis

	Pasos	Resultados	Métodos
Estructura PSALSA	Protocolo	Ámbito de estudio definido: Formación docente, metodología, STEM/STEAM/STEAMH, ciencias naturales, educación.	Palabras clave y ecuaciones de búsqueda.
	Búsqueda	Definir la búsqueda estratégica Buscar estudios	Buscar en bases de datos.

³ Ecuación utilizada para hacer la búsqueda de revisiones sistemáticas (Formación Docente OR Teacher training) AND (enseñanza de las ciencias OR science teaching) AND (enfoque steam OR steam approach) AND (Educación Steam OR Steam Education) AND (Metodología Steam OR Steam Methodology) AND (Problemas enseñanza OR Teaching problems)

Evaluación	Selección de los estudios	Definición de criterios de inclusión y exclusión
Síntesis	Extraer datos y Categorizarlos	Registro de extracción donde se clasifican para el análisis
Análisis	Análisis de datos	Categorías cuantitativas, descripción y análisis narrativo de los datos organizados.
	Resultados y discusión	Con base al Análisis se identifican tendencias, la brecha y la comparación de los resultados.
Informe	Conclusión	Obtención de conclusiones y recomendaciones para la metodología PRISMA.

Siguiendo la estructura metodológica de la tabla 2 se encontraron 268 resultados de los cuales haciendo lectura del título se seleccionaron 50 documentos. El criterio de inclusión corresponde a ser revisión sistemática o análisis de documentos. Los criterios de exclusión eliminaron estudios que no mencionaran las ciencias naturales y la relación con STEM/STEAM/STEAMH y que además no fueran enfocados hacia la formación docente STEAM y que el año de publicación fuera antes del 2019. De esta exploración quedaron 13 documentos. Posteriormente, haciendo lectura de los documentos se seleccionaron 8 los cuales se sintetizaron y clasificaron en una tabla de registro de extracción de información (tabla 3). Se ha considerado el estudio de Blanco et al (2020) para la creación de esta tabla, en la que se hace uso de los tres indicadores para realizar el análisis de datos. El primero es la categoría de área de estudio, en el que se tuvo en cuenta el papel de la enseñanza en ciencias naturales y el enfoque STEM/STEAM/STEAMH. El segundo hace referencia a la categoría temática que incluye la formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH, la experiencia o transformación en el aula STEM/STEAM/STEAMH y la enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales con enfoque STEM/STEAM/STEAMH. Y finalmente, el tercer criterio la categoría bibliográfica que abarca indicadores tales como el año de publicación, el título completo del documento, el número de autores, el tipo de metodología usada para la revisión, la perspectiva teórica, el tipo de publicación, las palabras clave y el país de origen de cada documento.

3. Resultados y discusión

La tabla 3 muestra los resultados organizados en secciones que se agrupan en categoría de área de estudio, categoría temática y categoría bibliográfica.

Tabla 3. Síntesis de Registro de extracción de información

Categoría	Año	Título	Autor (es)	Metodología	Perspectiva teórica	Revista	Tipo	Palabras Claves	País	Enseñanza en ciencias naturales
Formación docente STEAMH	2019	Educación STEAM: entrada a la sociedad del conocimiento	Aguirre, Juan Patricio Santillán, Vaca, Valeria del Carmen Cadena, Vaca Miguel Cadena	Revisión Análisis de documentos, estudios doctorales.	Constructivista	Ciencia digital.ORG	Artículo	Educación, STEAM, sociedad del conocimiento, enfoque, enseñanza i-STEAM;	España	Se debe preparar a la sociedad del conocimiento en los escenarios humanos y educacionales a través de la formación en STEAM. Es fundamental la creatividad. Necesidad de seguir trabajando en el soporte teórico del enfoque STEAM, que permita a los docentes implementarlo de manera efectiva. La didáctica de las ciencias se debe abordar desde la multidimensionalidad.
Formación docente STEAMH	2021	Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada	Ortiz-Revilla, Jairo, Sanz-Camarero, Raquel, Greca Ileana M	Revisión Prisma y Estudio por estudio" (Creswell y Guetterman, 2019)	Constructivista	IBERO AMERICANA de Educación / Educaçã	Artículo	fundamentación teórica; revisión sistemática; revisión estudio por estudio	España	Se puede concluir que los enfoques STEAM inciden positivamente en el nivel de autoeficacia del estudiante y por consiguiente se consigue un incremento de los resultados de aprendizaje. Se disfruta el aprendizaje por los entornos virtuales, videojuegos o programación.
Transformación en el aula con enfoque STEAMH	2021	El enfoque STEAM y su impacto en los resultados académicos mediados por la creencia de capacidad o autoeficacia. Revisión sistemática	García, Diego Bases, Sánchez, Jesús Nicasio García	Revisión sistemática / Prisma	Aprendizaje basado en problemas	Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology.	Artículo	Enfoques STEAMs; autoeficacia; programas instruccionales; revisión sistemática	España	Las ciencias y las matemáticas se presentan de manera aplicada como herramienta o como contexto. Formar a los docentes en STEAM para asegurar que sepan acompañar sus educandos en la integración.
Transformación en el aula con enfoque STEAMH	2021	STEAM en Educación Infantil. Una visión desde las matemáticas	Moratonas, Montserrat Prat, Ayats, Isabel Sellas	Revisión exploratoria/Scoping Review	Aprendizaje basado en problemas	Didáctica: Revista de Investigación en Didácticas Específicas	Artículo	STEAM, matemáticas, educación infantil, formación inicial del profesorado, interdisciplinariedad.	España	De acuerdo al enfoque STEAM: Se pueden considerar propuestas multidisciplinares donde cada asignatura tiene sus propios objetivos, pero se introducen tareas a través de un tema común.
Formación docente STEAMH	2021	Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España	Castro Rodríguez, Elena, Montoro Medina, Ana Belén	Revisión y análisis de documentos guías docentes	Constructivismo	Revista de educación	Artículo	STEM, formación de docentes de primaria, análisis de documentos curriculares, innovación educativa	España	Es necesario formar a los futuros docentes de secundaria en educación STEM, debido a que las ciencias naturales se han enseñado como un silo de conocimiento.
Enseñanza y aprendizaje en ciencia naturales Enfoque STEAMH	2019	Didáctica de las ciencias, ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos?	Herrero, Juan Francisco Álvarez, Bautista, Cristina Valls	Reflexión - Editorial	Constructivismo	Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educaió	Artículo	Editorial STEM Ciencias Naturales	España	El enfoque integral más abordado es el de (matemáticas/ciencias/tecnología) y el que necesita más profundización. Su nivel de complejidad es Bajo-Medio.
Formación docente STEAMH	2021	Revisión sistemática de investigación para la identificación de habilidades STEM utilizando análisis de categorías cruzadas	Urrutia, Angélica, Seckel, María José, Díaz María Aravena	Revisión sistemática	Constructivismo	REMAT: Revista Electrónica da Matemática	Artículo	Habilidades Matemática, Modelación en STEM, Resolución de Problemas en STEM	Chile	Se debe transformar la tendencia de la educación tradicional involucrando mucho más las otras áreas con la tecnología. Por ellos es importante un modelo STEAM en educación secundaria.
Transformación en el aula con enfoque STEAMH	2021	Revisión sistemática de literatura: MOOC K-12 y STEAM	"Leyton Yela, Ginna Viviana Bucheli Guerrero, Víctor Andrés Ordoñez Erazo, Hugo Armando"	Revisión sistemática literatura	Constructivismo	Investigación e Innovación en Ingenierías	Artículo	MOOC, cursos online masivos y abiertos, K-12, STEM, STEAM, educación secundaria, pensamiento computacional	Colombia	

3.1. Categoría de área de estudio: el papel de la enseñanza en ciencias naturales y el enfoque STEM/STEAM/STEAMH

La tabla 3 evidencia los resultados comparativos sobre la síntesis de registro de extracción de la información dispuesta en esta revisión exploratoria en el marco de la metodología PSALSA. Conforme a la información suministrada, es preocupante que sean escasas las investigaciones que se centren propiamente en la formación docente para la enseñanza de las ciencias en secundaria con enfoque STEM/STEAM/STEAMH. Se evidencia, además, que se existe una preocupación mayor por el desarrollo teórico en relación a la estrategia de integrar varias áreas del conocimiento que en la misma didáctica de las ciencias. Tanto así que es probable concebir la formación docente en ciencias naturales como una herramienta más del enfoque STEAMH y no como eje central en el adecuado desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje científico (García-Carmona, 2020; Ortiz-Revilla et al., 2021).

Los efectos reportados por las revisiones analizadas sobre el enfoque han sido muy positivos. Según estas, la metodología STEM y sus derivaciones promueven el trabajo colaborativo, el aprendizaje significativo, la innovación en el aula y el fortalecimiento de la integralidad en la práctica didáctica de los docentes en formación científica-tecnológica (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021; Kelley & Knowles, 2016; Leytón Yela et al., 2021; Moratónas & Ayats, 2021).

No obstante, estos buenos resultados no exponen del todo la situación del porqué las didácticas de las ciencias se perciben como un elemento más del enfoque STEM/STEAM/STEAMH. Una posible explicación a esta ambigüedad se deba a cómo se aplica tradicionalmente la estrategia didáctica de ciencias naturales en el proceso de la formación docente (Godoy et al., 2014). Para Adúriz-Bravo et al., (2006) algunos conceptos son ya concluidos y la labor de hacer ciencia solo se queda en ejercicios, demostraciones y laboratorios ya acabados que no tienen más cuestionamientos sobre su propia naturaleza (un enfoque tradicional, memorístico y en un espacio y tiempo descontextualizados). Estos pueden, de algún modo, distorsionar la finalidad científica, su proceso de enseñanza-aprendizaje y la transmisión del conocimiento de las ciencias naturales (Cabrera y García, 2014; Ortiz-Sacro et al., 2020; Torres, 2010).

Al enfrentar este panorama el enfoque STEM/STEAM/STEAMH se presenta como una estrategia con alta expectativa para la solución de los problemas en la enseñanza de las ciencias, que ha mostrado efectos eficaces a la hora de potencializar la motivación y el nivel en el aprendizaje significativo en un contexto cotidiano (Aguirre et al., 2019; Bases y García, 2021; Carmona-Mesa et al., 2019). Es así que probablemente se dé mayor importancia teórica al enfoque en los estudios debido a su impacto positivo en las prácticas didácticas, la transformación en el aula y la facilidad para la comunicación de saberes a través de comunidades de aprendizaje (Nieto y Alfageme-González, 2017; Shukshina et al., 2021). Como resultado, se considera un mayor protagonismo de este, por ser novedoso, por hacer uso de los saberes de manera holística y porque puede tener buenos resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un contexto determinado. Todavía cabe señalar que los temas propios de la ciencia naturales son integrales y se muestran como una herramienta tangible para la interdisciplinariedad, lo cual facilita que otras

áreas del conocimiento puedan soportarse sobre una plataforma física y un entorno vivo mucho más acertado con la realidad. Este estrado ofrece aplicar y evocar sus saberes y conceptos en un amplio panorama contextual en el que se beneficia el aprendizaje significativo, el trabajo colaborativo y la potencialización de las habilidades del siglo XXI. Es así que surge un cuestionamiento interesante: ¿qué sería del enfoque STEM/STEAM/STEAMH sin las ciencias naturales? ¿si al enfoque se le sustrae la S de *Science*?, quizás no tendría el sentido y el potencial que actualmente se le está dando. Sería limitada la base física donde se pueda aplicar los dominios conceptuales de las otras áreas del conocimiento que lo componen, reduciendo en alguna medida su impacto y totalmente la integralidad.

Se debe agregar que es evidente que este enfoque tiene un compromiso de mejorar las estrategias didácticas novedosas para la formación docente de ciencias naturales. Además, permite generar una transformación en el aula, una metodología dispuesta hacia el aprendizaje significativo mediado por las tecnologías, una mayor motivación al logro académico y la aplicación de los conceptos científicos adquiridos a problemas de la vida cotidiana. Al examinar las conclusiones propuestas por los investigadores estudiados, estos mencionan la importancia de potenciar didácticas integrales donde se involucren las áreas STEM/STEAM/STEAMH que permita a los educandos de todos los niveles, en especial de secundaria, desarrollar más habilidades desde el pensamiento crítico, creativo, comunicativo y computacional de una manera más holística.

Sin embargo, los autores consultados reportan insistentemente una escasa formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH, que causa resistencia hacia su implementación como estrategia integral en la enseñanza. Esta condición no es ajena para la inclusión del enfoque en la didáctica científica, debido al desconocimiento de cómo realizar una correcta integración de otros saberes con las ciencias naturales que limita su ejecución. Algunos otros estudios analizados a su vez relacionan fuertemente la integración de las matemáticas, la tecnología y las ciencias naturales como un modelo interdisciplinar STEM/STEAM/STEAMH mientras otras revisiones hablan de la importancia de las artes o de las humanidades en el desarrollo de las ciencias por tener un contexto científico-histórico. Finalmente los artículos examinados invitan a discernir sobre la importancia de proponer y evaluar estrategias de formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH en ciencias naturales en todos los niveles educativos, debido a que los resultados en otras áreas y en la aplicación en otros niveles son favorables para la adecuación del currículo integral, la construcción de secuencias didácticas orientadas a las necesidades del siglo XXI, la transformación de la evaluación formativa y el acercamiento integral y significativo del mundo científico a la cotidianidad del educando. Adicionalmente, aunque se observa un alto interés por indagar sobre esta estrategia y su impacto en diferentes áreas del saber, así como la manera más adecuada de integrarse, la mayoría de investigaciones consultadas han coincidido en que se debe procurar mucho más por el fortalecimiento de la formación docente para alcanzar los propósitos de la integralidad, la multidisciplinariedad y la transversalidad (Leytón Yela et al., 2021; Moratonas y Ayats, 2021).

3.2. Categoría Temática: Formación docente con enfoque STEAMH

La información presentada en la tabla 3 muestra que el indicador que más se aborda en la investigación es la que corresponde a la formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH (figura 1), por lo tanto, se infiere que este posee un mayor interés por ser investigado y tiene mucha relevancia cuando se busca tratar los problemas educativos en referencia a las estrategias didácticas y los resultados en los estudiantes. Este interés probablemente se deba a que para propiciar un ambiente de aprendizaje favorable para los estudiantes primero se piense en el desarrollo profesional docente como un elemento de relevante en el mejoramiento de la calidad educativa. Por otro lado, se puede considerar que los estudios en relación a las didácticas de ciencias naturales con enfoque STEAMH tienen tendencia hacia el alza debido a su relación intrínseca con la formación docente, el mejoramiento de prácticas de enseñanza y el cambio en el diseño curricular. (Herrero y Bautista, 2019).

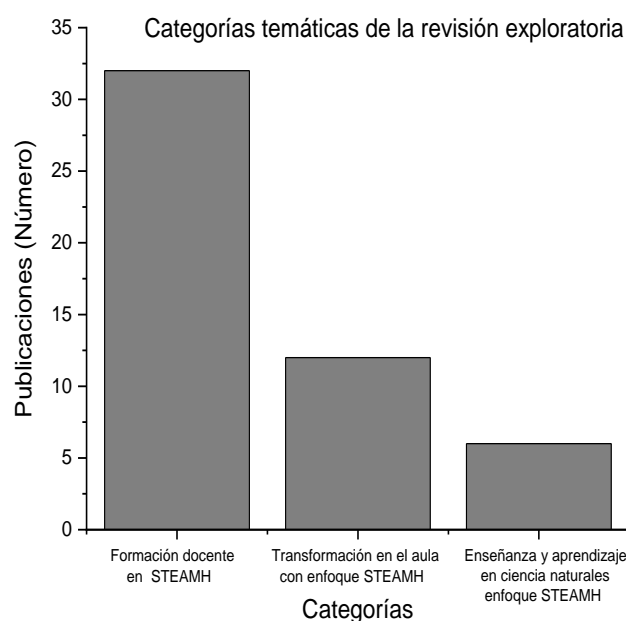


Figura 1. Categorías temáticas de la revisión exploratoria.

3.3. Categoría Bibliográfica

Todas las revisiones sistemáticas o análisis de documentos están de acuerdo en afirmar desde el planteamiento de sus títulos, que es válido precisar cómo el enfoque STEM/STEAM/STEAMH es un ente multidisciplinar, colmado de posibilidades en todas las áreas del conocimiento, un buen camino para lograr la integralidad y además que se necesita mayor formación docente con enfoque STEM/STEAM/STEAMH. Así mismo, los estudios muestran que la perspectiva teórica es netamente constructivista, procura mejorar el aprendizaje contextual y significativo en el estudiante de todos los niveles y desarrollar habilidades del pensamiento crítico, creativo, computacional y comunicativo. En general una gran cantidad de diversas revistas están interesadas en publicar información que tenga que ver con producción STEM/STEAM/STEAMH debido a su alto impacto.

Es llamativo que el 72 % de los artículos encontrados fueron publicados entre el año 2019-2021, lo cual implica un creciente interés de la comunidad científica en el fenómeno de la formación docente con un enfoque STEM/STEAM/STEAMH.

Los resultados obtenidos muestran que investigaciones en cuanto a la formación docente con un enfoque STEAMH para el diseño didáctico de estrategias en la enseñanza de las ciencias en un ambiente interdisciplinar van en aumento y que existe un alto interés de investigar la integración y correspondencia entre las ciencias, la ingeniería y las artes en cuanto a la formación docente. Además, el número de artículos científicos publicados representa un aporte relevante en la comprensión de la relación entre la enseñanza y el modelo STEAMH (Tabla 4).

Tabla 4. Nivel de productividad en la revisión bibliográfica

Tipo de documentos	Número	%
Artículos Científicos	42	84
Libros	1	2
Tesis doctoral	2	4
Capítulo de libro	2	4
Acta de congreso	3	6
Total	50	100

La figura 2 muestra la búsqueda de literatura sistemática exploratoria en Google Académico. Como se puede observar, la tendencia en el aumento de publicaciones sobre la metodología STEAMH se mantiene exponencialmente, lo cual indica que este enfoque es pertinente, relevante y le interesa bastante su estudio y desarrollo a la comunidad científica.

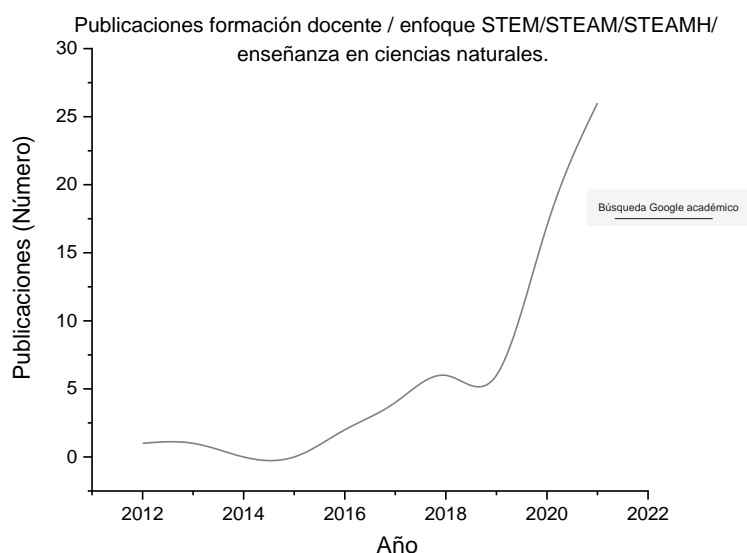


Figura 2. Resultados obtenidos por medio de una búsqueda sistemática exploratoria de las publicaciones que estuvieran relacionadas con formación docente/Enfoque STEM/STEAM/STEAMH/enseñanza de las ciencias por año.

Es interesante destacar que los estudios de esta revisión tienen procedencia mucho más destacada en Europa, específicamente en España, sin desconocer que se originó en los Estados Unidos de América. A su vez en Latinoamérica los países como Chile, Argentina, Perú, Brasil y Colombia están muy interesados en el enfoque y su relación con la formación docente.

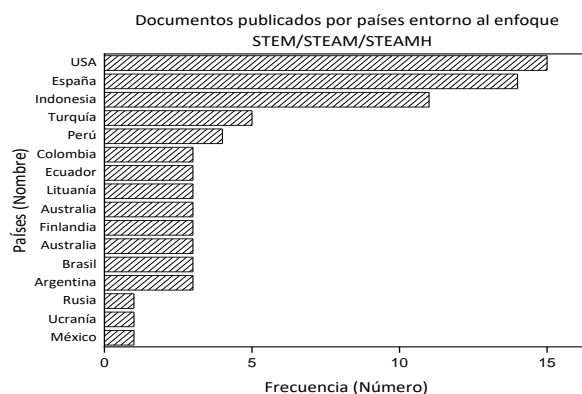


Figura 3. Resultados obtenidos de la búsqueda sistemática exploratoria en Google Académico de las publicaciones por países comparado con otro repositorio.

En la figura 3, los países que más desarrollan investigaciones con relación a la formación docente con un enfoque STEAMH son Estados Unidos, España e Indonesia. En la región, países como Argentina, Brasil, Perú y Colombia están muy a la par en el número de investigaciones relacionadas con el tema expuesto.

Esta revisión bibliográfica exploratoria reporta insistentemente una escasa formación docente en metodologías integradoras de enfoque STEAMH. Como consecuencia, existe una baja aplicabilidad de esta metodología en el aula en ciencias naturales en todos los niveles (Shukshina et al., 2021). Además, la información analizada indica que existe un problema en la preparación de los docentes para implementar nuevos diseños curriculares en un marco integrador, así como para proponer estrategias didácticas innovadoras y disruptivas que generen aprendizaje significativo aplicable en un contexto determinado. También se evidencia el problema de preparar a los docentes para implementar actividades educativas didácticas orientadas a la práctica basadas en la formación integral, donde se involucre la creatividad la innovación y el diseño y se siga un proceso de sistematización de los resultados (Anisimova et al., 2020). Esta sistematización sugiere que se requiere más investigación en cuanto a la formación docente con un enfoque STEAMH en la enseñanza de las ciencias naturales en todos los niveles, en especial en la implementación a gran escala dentro de los sistemas de educación secundaria (White y Delaney, 2021). Esto llevará a garantizar el desarrollo de la capacidad de integrar diferentes áreas temáticas, utilizar conocimientos de diversas disciplinas y transformar el entorno en la construcción del conocimiento científico (Solovei et al., 2020).

4. Conclusiones

Los resultados de esta revisión sistemática exploratoria en la que la formación docente en ciencias naturales con enfoque STEAMH juegan un papel interesante en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito escolar inicial permiten dar algunas luces sobre el estado de su estudio. En primer lugar, esta área del conocimiento, este enfoque y la preocupación por la formación docente se evidencia en todos los documentos consultados y es dirigida a todos los niveles escolares en especial al de secundaria por su alto impacto en la educación superior. Es relevante poder indicar y destacar que la formación docente en ciencias naturales con enfoque STEAMH es limitada, su baja implementación no favorece la innovación en el aula ni la formación de estudiantes críticos y creativos, además pocos estudios involucran las humanidades. Como resultado, es difícil aplicar los conceptos científicos para resolver problemas cotidianos haciendo uso del mundo físico-digital, del pensamiento creativo, lógico, computacional y crítico, de habilidades comunicativas, del trabajo en equipo y de la conformación de comunidades de aprendizaje. Esto no beneficia consecuentemente el aprendizaje significativo y la adquisición de estas habilidades en el desarrollo científico.

Por otro lado, cabe destacar que las ciencias naturales no se deben considerar como un silo organizacional y en el ejercicio de integración, sino que se considera como un núcleo común de temas que permite la transversalidad con otras áreas, tiene mucha más afinidad con matemática y la tecnología. Los estudios invitan a generar lasos con las artes y las humanidades en un campo científico-histórico. No obstante, se debe indagar a profundidad sobre el papel del enfoque STEAMH en la formación docente en ciencias naturales como una herramienta de la didáctica de las ciencias. Estas tienen temas en común con más áreas y esto permite su articulación y adaptación a cualquier planteamiento STEAMH.

Adicionalmente, se identifica que, aunque son pocos los estudios que se orientan hacia la formación docente de ciencias naturales con enfoque STEM/STEAM/STEAMH en educación secundaria, estos se han incrementado debido a que existe una alta preocupación para que la enseñanza de las ciencias naturales no siga siendo tradicionalista, memorística y poco significativa. Finalmente, su integración con otras áreas orientada hacia la solución de problemas cotidianos muestra efectos positivos en el desarrollo de estrategias que mejoran las prácticas didácticas en la enseñanza de las ciencias.

Referencias

- Adúriz-Bravo, A., Salazar, I., Mena, N., y Badillo Jiménez, E. (2006). La epistemología en la formación del profesorado de ciencias naturales: aportaciones del positivismo lógico. *Revista Electrónica de Investigación En Educación En Ciencias*, 1(1), 7–23.
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). Stem vs. Steam education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7).
<https://doi.org/10.3390/educsci11070331>

- Aguilera Morales, D., Martín-Páez, T., y Valdivia-Rodríguez, V. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española: Inquiry-based Science Education. A systematic review of Spanish production.
- Aguirre, J. P. S., Vaca, V. del C. C., y Vaca, M. C. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212–227.
- Andrade, C. F., Siguenza, J. P. y Chitacapa, J. P. (2020). Capacitación docente y educación superior: propuesta de un modelo sistémico desde Ecuador Teacher training and higher education: proposal of a systemic model from Ecuador. *Revista Espacios*, 41(33). <https://www.revistaespacios.com>
- Anisimova, T. I., Sabirova, F. M., & Shatunova, O. V. (2020). Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(2), 204–217. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
- Bases-García, D., & García-Sánchez, J. N. (2021). El enfoque STEAM y su impacto en los resultados académicos mediados por la creencia de capacidad o autoeficacia. Revisión sistemática. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(2), 55–68. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2021.n2.v1.2157>
- Blanco, T. F., González-roel, V., & Ares, A. Á. (2020). Estudio exploratorio de las steam desde las matemáticas. *Saber & Educar*, 1–10.
- Cabrera, H. G., y García, E. G. (2014). Historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias: el caso de la reacción química. *Revista Brasileira de História de Ciência*, 2(June), 298–313. <https://www.researchgate.net/publication/305930128>
- Cardona, H. L., y Rodríguez, N. (2021). Enfoque STEAM. Una posibilidad para la formación de maestros en Educación Infantil. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/13516>
- Carmona-Mesa, J. A., Arias, J., y Villa-Ochoa, J. A. (2019). Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM. In *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI* (pp. 483–493). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3524356>
- Castiblanco, A O. L. (2019). El pensamiento crítico en la formación de profesores de ciencias naturales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 14(1), 5–6. <https://doi.org/10.14483/23464712.14117>
- Cedeño-Escobar, M. R., y Viguera-Moreno, J. A. (2020). Aula invertida una estrategia motivadora de enseñanza para estudiantes de educación general básica. *Dominio de Las Ciencias*, 6(3), 878–897. <https://doi.org/10.23857/DC.V6I3.1323>
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35–50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- Godoy, A., Segra, C. I., y Di Mauro, M. F. (2014). A prospective teacher training experience in science based on an inquiry approach. *Revista Eureka*, 11(3), 381–397. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.08

- Greca, I., Ortiz-Revilla, J., & Arriassecq, I. (2021). Design and evaluation of a STEAM teaching-learning sequence for primary education | Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka*, 18(1).
https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I1.1802
- Herrero, J. F. Á., & Bautista, C. V. (2019). ¿Didáctica de las ciencias de dónde venimos y hacia dónde vamos? *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 2, 5–19.
- Jaramillo, M. (2019). las Ciencias naturales como un saber integrador natural Sciences as an integrating knowledge. *Sophia*, 26. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1).
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lalangui, J. H., Ramón, M. Á., & Espinoza-Freire, E. E. (2017). Continuing education in teacher training. *Revista Conrado*, 13(58), 1–23.
<http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado%0ARESUMEN>
- Leytón Yela, G. V., Bucheli Guerrero, V. A., & Ordoñez Erazo, H. A. (2021). Revisión sistemática de literatura: MOOC K-12 y STEAM. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 9(3), 57–81. <https://doi.org/10.17081/INVINNO.9.3.5546>
- López, E. R. (2018). Sistema de tareas integradoras interdisciplinarias que contribuye a la formación pedagógica de los profesores de Ciencias Naturales. *Sinergia Académica*, 21–31.
- Luna-Romero, Á. E., Jaramillo, F. Y. V., & Romero, H. R. C. (2018). Formación docente en el uso de las TIC. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 02, 7–7.
<https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/66>
- Macías, C. F. G., Sahelices, M. C. C., & Villagrà, J. Á. M. (2020). Una experiencia de práctica pedagógica con docentes en formación en ciencias naturales apoyada en el aprendizaje basado en proyectos (ABPy). *Uni-Pluriversidad*, 20(1), 39–60.
<https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.3>
- Méndez Leyva, A., y Pérez Ganfong, C. (2010). La Interdisciplinariedad En La Enseñanza De Las Ciencias. *Revista Didascalía*, 1, 49–64.
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>
- Moratonas, M. P., y Ayats, I. S. (2021). STEAM en Educación Infantil. Una visión desde las matemáticas. *Didacticae: Revista de Investigación En Didácticas Específicas*, 10, 8–20.
- Nieto, J., y Alfageme-González, M. B. (2017). Enfoques metodologías y actividades de formación docente. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(3), 63–81.
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., y Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Ibero-Americana de Educação*, 87(2), 13–33.
- Prendes, M., Castañeda, L., Gutiérrez, I., y Sánchez, M. (2017). Formación docente para la enseñanza en línea en el contexto de la Formación Profesional. *Universitas Tarraconensis: Revista de Ciències de l'educació*, 1(2), 29–44.

- Salaza-Gómez, E., y Tobón, S. (2018). Análisis documental del proceso de formación docente acorde con la sociedad del conocimiento. *Espacios*, 29(53), 17. <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-17.pdf>
- Sánchez, G. (2016). Percepción sistémica de la innovación educativa: Reflexiones desde el nuevo paradigma científico. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 11(1), 17–39. <https://doi.org/10.15359/rep.11-1.1>
- Shukshina, L. V., Gegel, L. A., Erofeeva, M. A., Levina, I. D., Chugaeva, U. Y., & Nikitin, O. D. (2021). STEM and STEAM Education in Russian Education: Conceptual Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(10), 1–14. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11184>
- Solovei, V., Tsvilyk, S., & Shymkova, I. (2020). STEAM education as a benchmark for innovative training of future teachers of labour training and technology. <https://doi.org/10.17770/sie2020vol1.5000>
- Torres Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131–142. <https://doi.org/10.15359/ree.14-1.11>
- White, D., & Delaney, S. (2021). Full STEAM ahead, but who has the map for integration? - A PRISMA systematic review on the incorporation of interdisciplinary learning into schools. *LUMAT*, 9(2). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1387>