

ANÁLISIS DE LA AUTOPERCEPCIÓN SOBRE EL USO DEL ENFOQUE STEAM EN LAS ESTRATEGIAS DE AULA DE DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES DE MÉXICO Y COLOMBIA

Analysis of Self-Perceptions on the Use of the STEAM Approach in Classroom Strategies of Natural Science Teachers from Mexico and Colombia

ID Edison Camacho-Tamayo
Universidad Antonio Nariño,
Colombia
ecamacho61@uan.edu.co

ID Andrés Bernal-Ballén
Universidad Antonio Nariño,
Colombia
abernal93@uan.edu.co

ID María Obdulia González-Fernández
Universidad de Guadalajara,
México
ogonzalez@cualtos.udg.mx

Resumen

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de autopercepción sobre el uso del enfoque STEAM (siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática) en las prácticas de aula en ciencias naturales, en docentes que dirigen el área. Se desarrolló con el método cuantitativo descriptivo con un muestreo no probabilístico. La muestra abarcó a 40 docentes mexicanos y colombianos, quienes respondieron el instrumento, cuya confiabilidad fue de 0.920 (alfa de Cronbach). Los resultados indicaron que los docentes poseen un nivel bajo de autopercepción sobre el uso del enfoque. Se concluye que este nivel bajo de autopercepción del docente frente al uso del enfoque STEAM en sus prácticas de aula vistas desde la planeación, ejecución y evaluación de sus clases es muy negativo, ya que influye en la toma de decisiones y en la puesta en marcha de cualquier iniciativa, en este caso, para implementar la educación STEAM en aulas científicas.

Palabras clave: educación científica, enfoque interdisciplinar, educación STEAM, métodos de enseñanza.

Abstract

The purpose of this study was to determine the levels of self-perception on the use of the STEAM approach in classroom practices of natural sciences in teachers who direct the area. This was developed under the quantitative, descriptive method with a non-probabilistic sample. The sample consisted of 40 Mexican and Colombian teachers, who responded to the instrument with a reliability of 0.920 (Cronbach's alpha). The results indicated that teachers have a low level of self-perception on the use of the approach. It is concluded that this low level regarding the use of the STEAM approach in their classroom practices seen from the planning, execution and evaluation of their classes is very negative since it influences the decision-making process in the implementation of any initiative, in this case for the implementation of STEAM education in the science classroom.

Keywords: science education, interdisciplinary approach, STEAM education, teaching methods.

Recibido: 26/10/2023
Revisado: 25/11/2023
Aprobado: 28/11/2023
Publicado: 15/01/2024

DOI: <https://doi.org/10.32541/recie.2024.v8i1.pp117-143>

Copyright: ©The Author(s)



Esta obra está bajo la licencia de
Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional

ISSN (impreso): 2636-2139
ISSN (en línea): 2636-2147
<https://revistas.isfodosu.edu.do/>

Cómo citar: Camacho-Tamayo, E., Bernal-Ballén, A., & González-Fernández, M. O. (2024). Análisis de la autopercepción sobre el uso del enfoque STEAM en las estrategias de aula de docentes de Ciencias Naturales de México y Colombia. RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa, 8(1), 117-143. <https://doi.org/10.32541/recie.2024.v8i1.pp117-143>

1 | INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la comunidad científica dedicada a la enseñanza de las ciencias evidencia un alto interés por la educación holística integradora (Acevedo, 2019; Castillo et al., 2016; Gómez-Galán, 2018; Jaramillo, 2019). Esto se debe, en parte, al consenso en torno a que las ideas tradicionales para formar en física, química y biología pueden haber entrado en crisis (García-Carmona, 2013; Zorrilla et al., 2020) de índole socioconstructivista, con futuros profesores de Física y Química. El escenario de la experiencia fue la asignatura Aprendizaje y Enseñanza de las Materias de Física y Química, correspondiente al Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria (MAES). En este sentido, varios investigadores han reseñado que gran parte de la transmisión de conocimientos se hace como un conjunto de verdades enseñadas por el docente, que poco evidencian la realidad y que, en la mayoría de los casos, fácilmente reducen las capacidades de aprendizaje no más allá de operaciones mecánicas y memorísticas (Aguilar, 2019; Flórez-Aguirre & López-Ríos, 2020; Jiménez-Tenorio & Oliva, 2016; Mateos-Núñez et al., 2020; Mosquera et al., 2019). Ello puede provocar una descontextualización de la enseñanza de las ciencias con respecto a los nuevos problemas globales y las preguntas científicas (Holguín et al., 2021), y son situaciones que se pueden ver reflejadas en los bajos resultados de las pruebas PISA, en ciencias, tanto en contextos educativos mexicanos como colombianos, en los que evaluación, programas de calidad y niveles educativos son similares (OCDE, 2023).

Para resolver algunas de estas dificultades se ha popularizado un enfoque interdisciplinar llamado STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), que busca de manera integral abordar algunos temas de la nueva realidad educativa con apoyo especial en las ciencias naturales (Torres & Mosquera, 2022; Urgiles Rodríguez et al., 2021). Varias investigaciones sugieren que para aplicar este enfoque en el aula es necesario que los docentes de ciencias renueven sus currículos independientes y estrategias de aula (Bautista, 2021; Benítez & Granada, 2022; Cano de la Cruz et al., 2019; González, 2021). En este caso, los docentes deben desarrollar habilidades en este enfoque, no solo desde la alfabetización de uso de instrumentos, sino también desde la correlación de contenidos, las metodologías emergentes, la pedagogía crítica y las comunidades de aprendizaje (Domenici, 2022; Romero & Díaz, 2022; Trinidad et al., 2019). Sin embargo, otros estudios sugieren que para los docentes es difícil evidenciar la aplicación, alcance y potencial del enfoque STEAM para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en sus prácticas de aula, posiblemente

porque no tienen suficiente formación en el tema (Carmona-Mesa et al., 2020; Fernández-Blanco et al., 2020; Romero-Ariza et al., 2021).

En este contexto, en el que se necesita transformar y coordinar las prácticas pedagógicas para fortalecer la enseñanza de las ciencias, es evidente que los docentes de ciencias naturales pueden percibir en sí mismos una falta de conocimiento o confianza en sus habilidades para emplear el enfoque STEAM, inclusive por falta de formación (Silk, 2021). Es preciso comprender la autopercepción en el aula de los profesores propositivos de ciencias en la planificación, el desarrollo y la evaluación de las clases en relación con este uso (Espinosa-Ríos, 2016; Pastor et al., 2018), puesto que la autopercepción afecta la manera en que los docentes piensan, actúan y experimentan emociones (Bandura, 1982; Romero-Ariza et al., 2021; Smith et al., 2015), así como la forma en que proyectan, actúan y evalúan sus clases, en cómo toman decisiones frente a su quehacer docente y en la adecuación de estrategias para llevar los conocimientos científicos a sus estudiantes (Cash, 2016).

A medida que la autopercepción de eficacia en la aplicación del enfoque STEAM aumenta, también aumenta el rendimiento académico (Herro & Quigley, 2017). La autopercepción del docente y el aprendizaje derivado de experiencias, tanto en entornos físicos como virtuales, son elementos fundamentales para llevar a cabo adecuadamente la labor educativa (Alsina et al., 2019; Girón et al., 2019), por lo que la creencia en la propia capacidad o autoeficacia de un enfoque como el STEAM resulta fundamental a la hora de realizar con éxito una actividad formativa (Conradty & Bogner, 2020). Por lo anterior, se considera fundamental para esta investigación evaluar la autopercepción de los docentes como requisito para mejorar las estrategias pedagógicas y el diseño curricular (Wong et al., 2023) debido a que definir los niveles de autopercepción del uso de STEAM, en específico en su aplicación en el aula, podría requerir una atención más detallada para lograr una implementación efectiva (Radloff & Guzey, 2016).

Aunque ha habido avances en la definición de STEAM y en su aplicación a través de estudios empíricos —que podrían proporcionar orientaciones para su utilización en el aula (Bases & García, 2021; EL-Deghaidy et al., 2017; Sun et al., 2023)—, la evidencia disponible aún es limitada en cuanto a investigaciones que puedan evaluar el nivel de autopercepción en el uso de este enfoque por parte de los docentes de ciencias naturales en la planificación, ejecución y evaluación de sus clases.

Partiendo de esta premisa, se considera adecuado plantear como objetivo de este estudio analizar la autopercepción que tiene el docente de ciencias naturales sobre el uso del enfoque STEAM en el aula. Este

análisis adquiere relevancia tanto en el ámbito de la toma de decisiones en el aula, en la búsqueda de una perspectiva integral, como en la reflexión personal del docente respecto a su desempeño laboral en STEAM, en cuanto a la planeación, desarrollo y evaluación de sus prácticas de enseñanza (Park et al., 2016).

2 | REVISIÓN DE LA LITERATURA

En los últimos años ha tomado fuerza la educación STEAM, que es un tipo de educación integradora. El término ha sido establecido en los años 90 por la National Science Foundation (NFS) de Estados Unidos con el fin de agrupar áreas del conocimiento técnico (STEM) para desarrollar un tipo de enseñanza singular y competente que cubriera las necesidades de la incipiente era digital (Asinc & Alvarado, 2019). Pero es Yakman (2008) quien agrega por primera vez las artes a la sigla, y la acerca así a la creatividad y la visión metodológica de la enseñanza integral.

Este tipo de educación interdisciplinar genera necesidades educativas que implican cambios de la enseñanza por parte de los docentes, para introducir nuevas metodologías emergentes y prácticas de aula (Zollman, 2012). Además, supone trabajo en equipo, así como el desarrollo del pensamiento crítico, la comunicación, la creatividad y de recursos de apoyo mediados por la tecnología para promover la trasmisión del conocimiento con alto grado de aprendizaje significativo (Castro & Montoro, 2021; Soto et al., 2022). Por esas razones, la literatura ve necesaria la preparación docente en STEAM (Ortiz-Revilla et al., 2018; Toma & García-Carmona, 2021), debido a que, al cambiar el enfoque, el rol docente debe adaptarse a retos educativos: un currículo parcial y discontinuo como fuerza dominante en la mayoría de instituciones educativas, el bajo nivel de preparación para diseñar e implementar planes de estudio integrales, la deficiente certeza para poder seleccionar un material apropiado para la enseñanza STEAM, el limitado conocimiento del docente interesado en el enfoque en todas las áreas que compone STEAM, y la dificultad para la evaluación de las habilidades integrales de los estudiantes (Bautista, 2021; Juárez-Hernández & Tobón, 2018). Por tanto, hacer STEAM no es solo aplicar herramientas tecnológicas o artísticas para aducir integración, sino que es necesario el empleo de estrategias interdisciplinarias con fines significativos para que se pueda ayudar a resolver problemas de un contexto en el que se involucre mucho más el mundo real (De Rivas et al., 2022). Por ejemplo, los fenómenos naturales que no se presentan de manera monodisciplinar, sino que, al contrario, son

integrales y dependen de otras áreas del saber para ser entendidos en cualquier nivel educativo. De esta manera se evidencia que muchas iniciativas de la educación STEAM provienen de las ciencias naturales como fuente de problema y se integran con otras disciplinas para buscar soluciones (Arteaga et al., 2016; Busquets et al., 2016; Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2022; García-Carmona, 2013, 2020).

Por su parte, las políticas educativas que han venido desarrollando las entidades directivas de educación en cuanto al enfoque STEAM, en México y Colombia, evidencian un interés conjunto en fomentar la formación en campos asociados a estas disciplinas. Ambos países reconocen la importancia estratégica de la educación STEAM para el desarrollo económico, la innovación y la competitividad en la actualidad, y proyectan para su acceso iniciativas en las que se estimule la participación de docentes y estudiantes en programas STEAM en todos los niveles educativos. Estas acciones incluyen capacitación docente, actualización de materiales didácticos, integración de tecnología, declaración de movimientos y territorios STEAM especializados en la provisión de recursos, y promoción de actividades extracurriculares vinculadas a STEAM. No obstante, estas medidas pueden ser aún insuficientes para que toda la población escolar pueda acercarse a la educación STEAM con éxito, tanto en México como en Colombia (González, 2021; Marín-Ríos et al., 2023; Orozco-Alvarado et al., 2019). Se seleccionaron estos dos países para la presente investigación porque varios estudios reportaron que en ambas naciones existe una falta de perspectiva sistémica y de evolución escolar que pretenda integrar el currículo, las metodologías emergentes, las líneas de desarrollo docente y la dotación con equipamiento e infraestructura necesarios para una educación STEAM de calidad (Cano & Ángel, 2020; Holguin et al., 2021; OCDE, 2017; Rojas & Segura, 2020). No todos los docentes cuentan con oportunidades para desarrollar prácticas STEAM (Pineda, 2022). La mayoría de comunidades educativas están construidas sobre pedagogías que no ayudan al desarrollo de las habilidades y competencias desde la transversalidad (Jiménez et al., 2019; Morales & Rodríguez, 2022). Adicionalmente, las acciones que se adelantan para que los docentes se involucren con habilidades digitales, de cuarta revolución industrial y STEAM desde diferentes ámbitos podrían no ser suficientes (Guerrero et al., 2022). Muchos docentes carecen de destreza eficaz para conectar el currículo, las experiencias globales y sus efectos locales emergentes, lo que dificulta la experiencia contextual, significativa y representativa en el aula. Además, la educación STEAM aún no reporta fuertes bases empíricas y epistemológicas que permitan cobrar una importancia mayor, ni tiene en cuenta las pruebas de estado que se presentan al terminar el

ciclo escolar (García-Carmona, 2020). Estos aspectos podrían limitar el uso de la educación STEAM en estos contextos educativos (Cardona & Rodríguez, 2021).

Por otro lado, varios estudios similares —sobre la autopercepción en STEAM— han informado de manera general una visión positiva por el enfoque, que aborda temas que van desde la gestión innovadora del aula hasta el reconocimiento del valor de la educación STEAM como criterio de enseñanza (Asghar et al., 2012; Bases & García, 2021; Calonge-Pascual et al., 2020; Haatainen et al., 2021; Mateus et al., 2019).

En la investigación de Shin y Han (2011) sobre autopercepción en docentes se reporta la relevancia del enfoque STEAM de la educación básica como un método alternativo de enseñanza en el que es necesario adecuar los recursos y las instalaciones para difundirlo con éxito. De igual manera, Jamil y otros (2018) mostraron que los docentes reconocen el valor de la educación STEAM, pero sus ideas sobre el propósito, la práctica y los apoyos que necesitan no son claras. Además, la investigación de DeCoito y Myszkal (2018) reportó que había una desconexión entre las creencias y la aplicación en la práctica, y desveló las discrepancias que existen entre las autopercepciones sobre la enseñanza en las áreas STEAM y las de una disposición eficaz. Por su parte, Ortiz-Revilla y otros (2023) informaron que los docentes fueron unánimes en considerar el valor del enfoque STEAM para ofrecer oportunidades de aprendizaje en relación con la resolución de problemas y adquisición de habilidades en el siglo XXI.

Es interesante reconocer los puntos donde surgen estos cambios en la autopercepción de los docentes de ciencias en cuanto al uso de STEAM, en relación con las prácticas pedagógicas durante la planificación, el desarrollo y la evaluación. De esta manera, se podría visibilizar algún efecto que la educación STEAM pueda tener en la enseñanza de las ciencias (Bossolasco et al., 2022). Sin embargo, hay pocas investigaciones que desarrollen específicamente el tema de la autopercepción del docente de ciencias sobre el uso del enfoque STEAM en las aulas de clases desde el marco de la planeación, el desarrollo y la evaluación de sus clases.

3 | MÉTODO

3.1. Procedimiento

El cuestionario se administró en el primer semestre de 2023, indistintamente de forma presencial o en formato *online*, este último a través de la herramienta formulario de Google (Calonge-Pascual et al., 2020), después de la aceptación para participar en el estudio, previa expresión del consentimiento informado escrito y verbal. Luego se hizo la recolección de los datos en tiempo real y se procedió a su análisis. En este estudio, la población se considera como una única muestra compuesta por docentes de México y Colombia.

3.2. Análisis de datos

En el desarrollo de esta investigación, y con el fin de cumplir con el objetivo propuesto, se hizo uso de un diseño de investigación mediante el enfoque cuantitativo, en un marco descriptivo con un muestreo no probabilístico por conveniencia (Creswell, 2012; Hernández Sampieri et al., 2014). El análisis de datos se hizo por medio del *software* SPSS versión 25. Se utilizó estadística descriptiva para presentar los resultados obtenidos. Estos resultados se muestran en tres fases. En la primera, se describe el nivel de uso por parte de los docentes de ciencias en metodologías activas, habilidades del siglo XXI, distribución del aula, actividades en clase, estrategias de evaluación y elementos tecnológicos. En la segunda se evalúa —a partir de la escala de interpretación del instrumento— la autopercepción docente del uso del enfoque STEAM en cuanto a las categorías propuestas (planeación, desarrollo y evaluación de las clases), y se compara con la formación en STEAM reportada por los docentes. Y en la tercera se ha calculado el coeficiente chi-cuadrado para determinar la independencia de las categorías de la autopercepción del uso del enfoque STEAM y las variables de nacionalidad, experiencia docente, edad, sexo y localidad o zona escolar¹ (González, 2021; Guzmán & Cantero, 2023; Sánchez et al., 2022).

3.3. Instrumento

¹ Las localidades en Bogotá (Colombia) son las divisiones administrativas con homogeneidad relativa desde los puntos de vista geográfico, cultural, social y económico; cada localidad cuenta con un número determinado de colegios y personal de apoyo pedagógico y administrativo.

Las zonas escolares forman parte de la estructura organizativa educativa de la ciudad de Tepatitlán (México); estas zonas cuentan con un número determinado de escuelas y tienen un equipo formado por personal de apoyo pedagógico y administrativo.

Como instrumento de recolección de datos se aplicó la encuesta denominada «Autopercepción del uso del enfoque STEAM en prácticas pedagógicas para docentes de ciencias naturales», con un índice de confiabilidad de alfa de Cronbach de 0.920 y KMO de 0.903 (para más detalles del proceso de validación, ver Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén (2023)). En concreto, se midió la variable «nivel de frecuencia de uso del enfoque STEAM en las prácticas de aula». Estas prácticas se dividieron en tres categorías: la planeación, el desarrollo y la evaluación. La encuesta consta de un total de 23 ítems divididos por secciones en virtud de las categorías; el diseño de las preguntas corresponde a una escala Likert (1 = Nunca, 2 = Rara vez, 3 = Ocasionalmente, 4 = Frecuentemente, 5 = Muy frecuente). La última sección es un complemento de información que se adicionó a la encuesta y posee una graduación de niveles de uso (de 1 = Nulo a 10 = Superior). Sin embargo, estos niveles de uso fueron agrupados de 1 a 5 por considerarlo pertinente para la presentación. La escala de interpretación del instrumento en general se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1 | Interpretación del instrumento

Dimensión	Intervalo	Categoría
1. Uso del enfoque STEAM en la planeación de la clase.	<= 22	Limitado
	23-24	Básico
	25-26	Alto
	27+	Superior
2. Uso del enfoque STEAM en el desarrollo de la clase.	<= 35	Limitado
	36-40	Básico
	41-43	Alto
3. Uso del enfoque STEAM en la evaluación de la clase.	44+	Superior
	<= 20	Limitado
	21-25	Básico
	26-30	Alto
	31+	Superior

3.4. Participantes

Para realizar este análisis se utiliza una muestra de 40 docentes. Como criterio de selección se tuvo en cuenta: que fueran profesionales en ciencias naturales de todos los niveles, que estuvieran en servicio durante el primer semestre del año académico 2023 en México y Colombia, y que asistieran de manera voluntaria a la reunión programada. La muestra poblacional pertenece a instituciones educativas públicas de la ciudad de Bogotá (Colombia) con un 75 % y de zonas aledañas a la ciudad de Tepatitlán (México) con un 25 % (Guzmán & Cantero, 2023; López-Roldán & Fachelli, 2015). Es en su mayoría masculina, con un 52.2 %, y con el promedio de edad de 38.98 (DE = ± 11.59). Sobre el área de formación, la mayoría (87.5 %) son licenciados en ciencias naturales (solo o con otra opción) y el 12.5 % tiene formación en ingeniería (electrónica, agronómica, química, electromecánica). En adición, más de la mitad de la muestra tiene formación posgradual disciplinar, el 42.5 % posee formación posgradual en educación y pedagogía, y el 12.5 % piensa realizar un posgrado en el corto plazo. El rango de experiencia docente más frecuente es de entre 1 y 14 años (57 %).

4 | RESULTADOS

4.1. Fase 1

En la Tabla 2 se hace un análisis descriptivo respecto a la autopercepción de uso o apropiación de diferentes metodologías activas para la clase de Ciencias Naturales. El aprendizaje basado en problemas presenta una mayor autopercepción de uso, con un promedio de 7.75 puntos, seguido por la enseñanza basada en el estudiante, con 7.25 puntos, y el aprendizaje por descubrimiento, con 7.23 puntos. Con diferencia, los niveles más bajos corresponden a los de gamificación y pensamiento del diseño (*design thinking*). Es de destacar que estas dos últimas son de gran influencia en la educación STEAM y, según los resultados, se consideran metodologías que requieren una mayor atención.

Tabla 2 | Niveles de uso de las metodologías activas en clase de Ciencias Naturales

Ítem	Porcentaje distribuido por agrupación					Media	Desviación estándar
	1	2	3	4	5		
Pensamiento de diseño	15.0	2.5	27.5	30.0	25.0	6.40	2.65
Gamificación	15.0	10.0	17.5	35.0	22.5	6.15	2.68
Aprendizaje basado en problemas	0.0	10.0	10.0	37.5	42.5	7.75	2.03
Aprendizaje por descubrimiento	7.5	5.0	12.5	40.0	35.0	7.23	2.23
Enseñanza basada en el estudiante	7.5	7.5	10.0	35.0	40.0	7.25	2.44

Nota. 1 = Nulo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Superior.

En cuanto al uso de habilidades del siglo XXI en clases de Ciencias Naturales (Tabla 3), los docentes creen tener un uso medio de dichas habilidades. Entre las más altas están el trabajo colaborativo, la comunicación y el pensamiento crítico. Es alarmante que el pensamiento computacional, con un promedio de 6.23 puntos, y las competencias digitales, con un promedio de 6.50 puntos, tengan niveles un poco más bajos que el promedio.

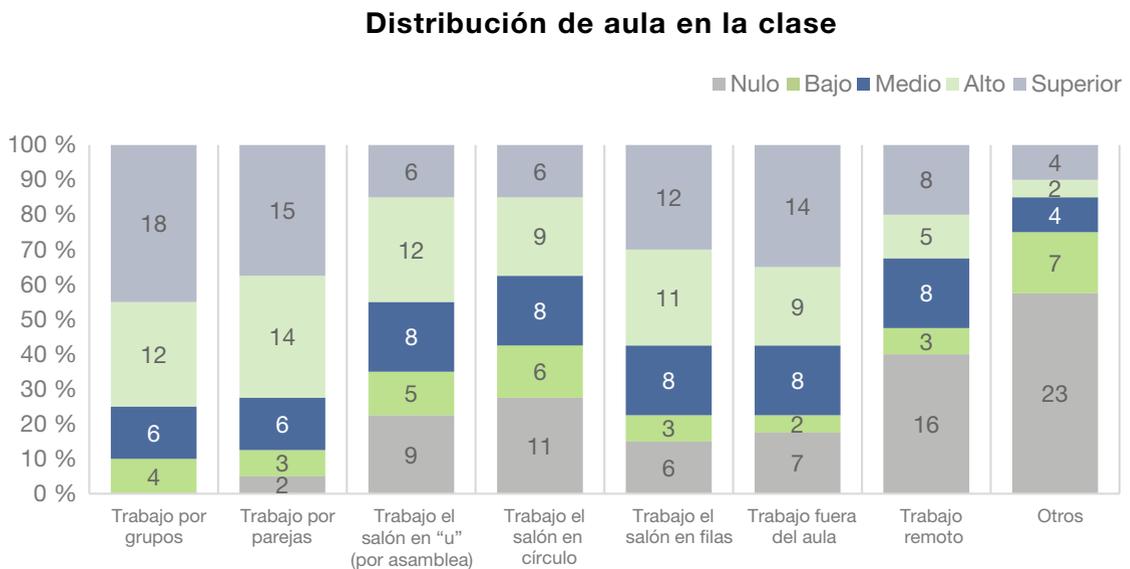
Tabla 3 | Niveles de uso de habilidades del siglo XXI en clase de Ciencias Naturales

Ítem	Porcentaje distribuido por agrupación					Media	Desviación estándar
	1	2	3	4	5		
Pensamiento crítico	7.5	2.5	7.5	5.0	32.5	7.60	2.21
Pensamiento creativo	5.0	7.5	7.5	37.5	42.5	7.55	2.20
Comunicación	2.5	10.0	7.5	35.0	45.0	7.73	2.26
Pensamiento computacional	15.0	5.0	25.0	32.5	22.5	6.23	2.67
Trabajo colaborativo	0.0	12.5	2.5	42.5	42.5	7.90	2.12
Competencias digitales	10.0	12.5	20.0	27.5	30.0	6.50	2.72

Nota. 1 = Nulo, 2 = Bajo, 3 = Medio, 4 = Alto, 5 = Superior.

Para la distribución del aula de clase (Figura 1), los docentes reportaron un nivel de uso alto y superior en el trabajo por grupos con un 75 %, seguido por el trabajo por parejas con un 72.5 %. También es representativo el trabajo en filas y trabajar fuera del aula, ambos con un 57.5 %. En contraste, el trabajo remoto es una opción poco considerada y al parecer otras distribuciones a las planteadas tiene un nivel nulo de uso. Es de anotar que algún docente mencionó el trabajo por equipos y la organización experimental.

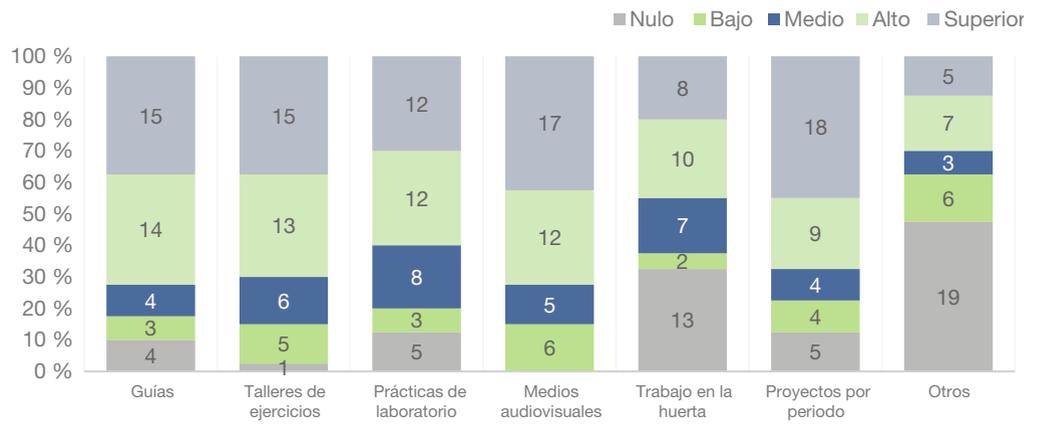
Figura 1 | Autopercepción sobre el uso de distribución de aula en la clase de Ciencias Naturales durante el último periodo escolar



Respecto a las actividades propuestas durante el desarrollo de la clase (Figura 2), el trabajo en la huerta tiene un nivel de uso entre nulo, bajo y medio del 32 %, y las prácticas de laboratorio un 40 %. Al observar esto, se evidencia que probablemente un cierto número de docentes no cree poder conectar el conocimiento disciplinar con el conocimiento práctico, lo cual es necesario en la educación STEAM. En cuanto a las guías y al taller de ejercicios son las actividades que se reportan como las más usadas y, probablemente, formen parte de la visión más tradicional de la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, los medios audiovisuales al parecer juegan un papel importante para las docentes en el desarrollo de las clases.

Otras actividades que algún docente mencionó son: salidas pedagógicas, feria científica propuestas ambientales educativas y exposiciones.

Figura 2 | Autopercepción sobre el uso o apropiación de actividades en la clase de Ciencias Naturales durante el último periodo escolar



Acercas de las estrategias de evaluación (Figura 3), la formulación y solución de problemas, con 72.5 %, y el desarrollo de proyectos, con 67.5 %, son las estrategias de evaluación con las que más se identifican los docentes que dirigen ciencias naturales.

Figura 3 | Autopercepción sobre el uso o apropiación de estrategias de evaluación en la clase de Ciencias Naturales durante el último periodo escolar

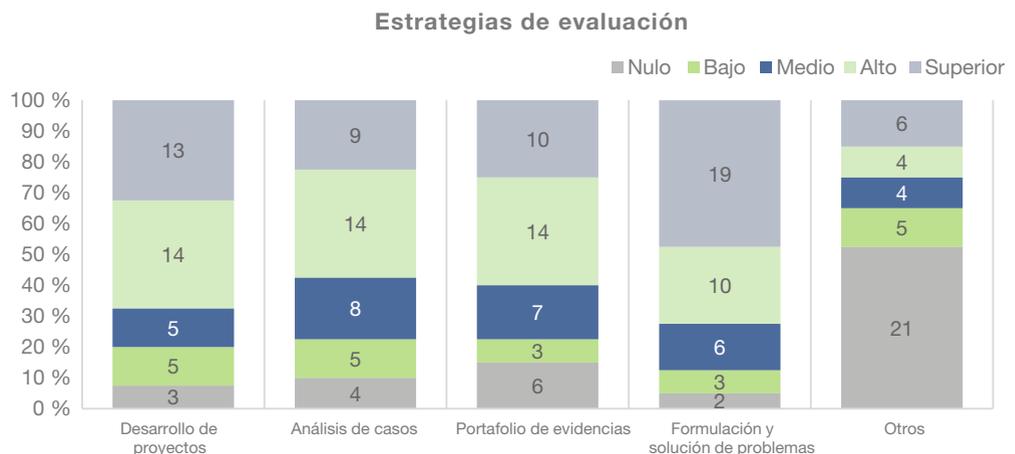
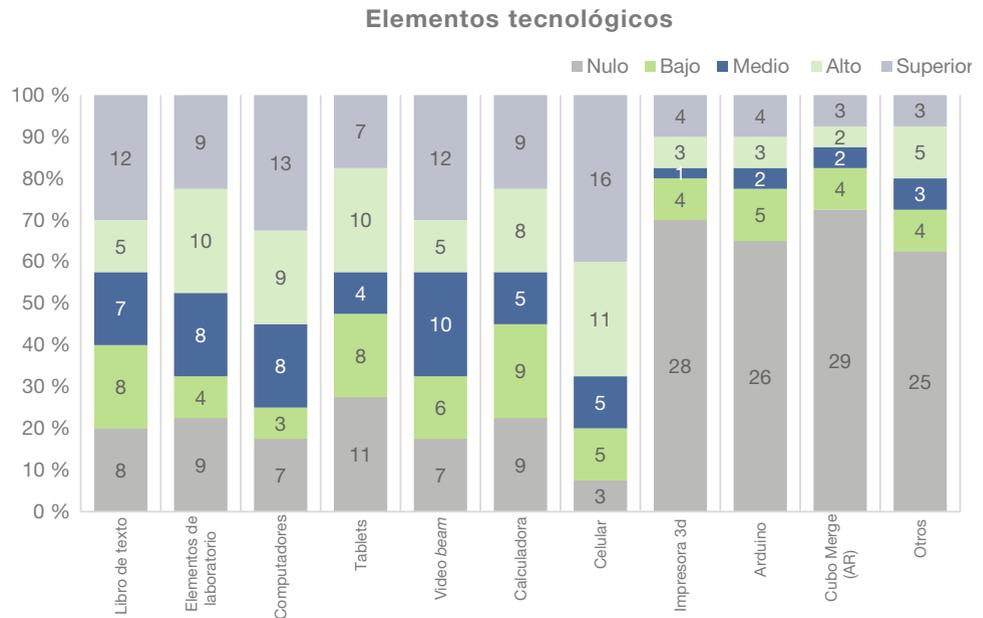


Figura 4 | Autopercepción sobre el uso o apropiación de elementos tecnológicos en la clase de Ciencias Naturales durante el último periodo escolar



Por lo que corresponde a los elementos tecnológicos usados en las clases de ciencias (Figura 4), los resultados muestran que las herramientas que han surgido en los últimos años y que hoy se posicionan tanto en los desafíos globales como en el desarrollo educativo, como la impresión 3D, la realidad aumentada y la construcción de prototipos a través de placas programables como Arduino, con más del 80 %, son reportados por los docentes con niveles nulos significativos. Esto podría llevar a indicar que estos docentes reportan no tener una formación en estas herramientas y que están poco familiarizados con ellas. En contraste, el celular ha ganado un gran protagonismo entre los docentes como elemento más usado, con 67.5 %, junto con los proyectores de video (*video beam*) y los computadores, ambos con más del 45 %. Se observa también que los elementos de laboratorio y los libros de texto están considerados en un nivel medio de uso.

4.2. Fase 2

Al calcular el nivel de autopercepción que los docentes de Ciencias Naturales tienen sobre el uso del enfoque STEAM en sus prácticas de aula (Figura 5), los resultados de la planeación, el desarrollo y la evaluación presentan un nivel de uso del enfoque limitado y básico, con 53 %.

A su vez, cuando se les preguntó acerca de la formación que han recibido en este enfoque, el 58 % de la muestra indica tener un nivel nulo, bajo o medio de formación en educación STEAM (Figura 6). Con estos datos es posible interpretar que los docentes necesitan mayor formación en educación STEAM para que no se limite su uso en el aula.

Figura 5 | Autopercepción sobre el nivel de uso del enfoque STEAM en la clase de Ciencias Naturales durante el último periodo escolar

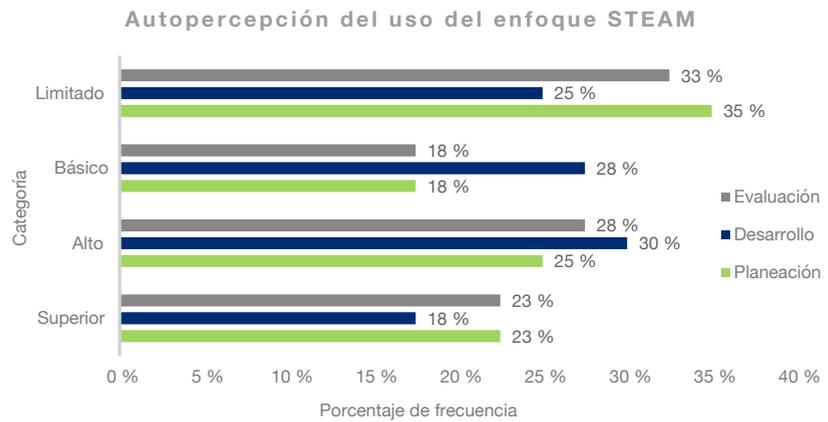
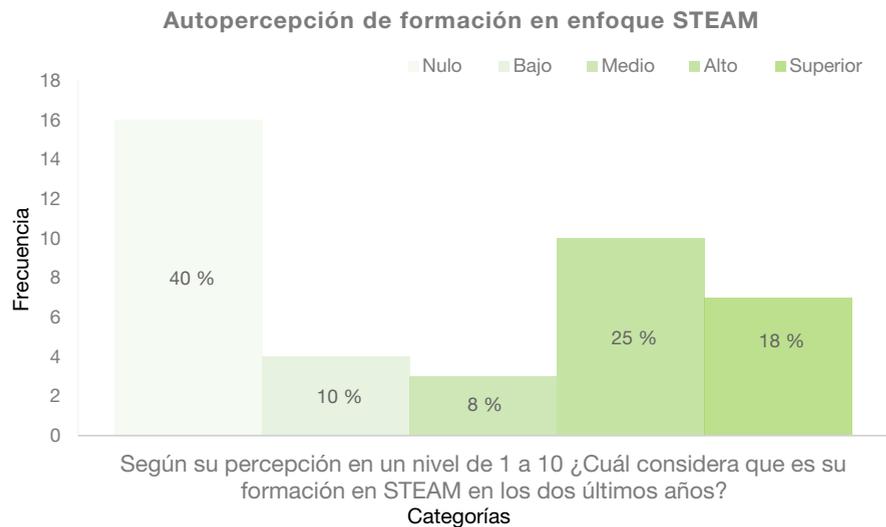


Figura 6 | Autopercepción sobre el nivel de formación en enfoque STEAM



4.3. Fase 3

Tabla 4 | Uso del enfoque STEAM en el aula de Ciencias Naturales por nacionalidad

Dimensión	Nacionalidad	Media	Desviación estándar	p-valor
Planeación	Colombiana	2.43	1.16	0.69
	Mexicana	2.10	1.28	
Desarrollo	Colombiana	2.43	1.07	0.35
	Mexicana	2.30	1.05	
Evaluación	Colombiana	2.40	1.13	0.73
	Mexicana	2.40	0.48	

Nota. El valor de p se calculó mediante la prueba χ^2 $p < 0.05$.

En cuanto al análisis por nacionalidad del uso de STEAM en la planeación, desarrollo y evaluación en las clases de ciencias naturales (Tabla 4), los encuestados coinciden en tener una postura de nivel bajo sobre el uso del enfoque. Por otro lado, estadísticamente no se encuentra una diferencia significativa entre los dos contextos, por lo que el uso del enfoque STEAM, al parecer, no depende de la nacionalidad en esta muestra.

Tabla 5 | Uso del enfoque STEAM en el aula de Ciencias Naturales por años de experiencia

Dimensión	<= 0 (1-11 meses)		1-14		15-28		29+		p-valor
	M	DS	M	DS	M	DS	X	DS	
Planeación	2.50	2.121	2.30	1.146	2.58	1.240	1.67	1.155	0.34
Desarrollo	3.00	1.414	2.22	0.998	2.75	1.138	2.00	1.000	0.42
Evaluación	2.00	1.414	2.43	1.273	2.50	1.087	2.00	1.000	0.49

Nota. El valor de p se calculó mediante la prueba χ^2 $p < 0.05$.

Por otro lado, aunque no se encuentra una dependencia significativa al realizar el análisis estadístico del nivel de uso del enfoque en relación con los años de experiencia (Tabla 5), se destaca que los docentes recién incorporados a la profesión presentan 2.50 puntos en planeación y 3.00

puntos en desarrollo, mientras que aquellos con más experiencia obtienen 1.67 puntos en planeación y 2.00 puntos en desarrollo, lo que indica un nivel bajo de uso para los docentes principiantes y un nivel limitado de uso para los docentes experimentados.

Tabla 6 | Uso del enfoque STEAM en el aula de ciencias naturales por sexo

Dimensión	Femenino		Masculino		p-valor
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
Planeación	1.94	0.97	2.71	1.27	0.07
Desarrollo	2.21	0.91	2.57	1.16	0.27
Evaluación	2.15	1.06	2.61	1.24	0.39

Nota. El valor de p se calculó mediante la prueba χ^2 $p < 0.05$.

En la Tabla 6 se presentan los resultados del uso del enfoque, desglosados por sexo reportado. Los resultados que arroja el estudio, en cuanto al nivel de uso, son neutrales y se ubican dentro de la categoría de uso bajo. Estadísticamente no se encuentra diferencia significativa, por lo que se puede indicar que en esta muestra el uso del enfoque STEAM en las distintas categorías no depende del sexo.

Tabla 7 | Uso del enfoque STEAM en el aula de ciencias naturales por localidad y zona escolar

Dimensión	Localidad		p-valor
	Media	Desv. Est.	
Planeación	2.35	1.18	0.19
Desarrollo	2.40	1.05	0.03
Evaluación	2.40	1.17	0.00

Nota. El valor de p se calculó mediante la prueba χ^2 $p < 0.05$.

En la Tabla 7 se observa que los resultados del uso del enfoque en relación con la localidad o zona escolar, indican un nivel bajo según la media. Sin embargo, llama la atención que al realizar la prueba de independencia en cuanto al uso del enfoque STEAM en las tres categorías, se detecta esta-

dísticamente una diferencia significativa solo en la evaluación, mientras que para la planeación y el desarrollo no hay tal diferencia. Esto sugiere que el uso del enfoque STEAM en la evaluación está influido de manera significativa por la localidad o zona escolar.

5 | DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A través de los resultados conseguidos, se ha podido verificar que la autopercepción sobre el nivel de uso del enfoque STEAM docente en clases de Ciencias Naturales es baja. Aunque los datos indican que los docentes usan ciertas estrategias integradoras que se pueden traducir en una disposición favorable a este enfoque en cuanto a la planeación, el desarrollo y la evaluación de sus clases, es de resaltar la visibilidad estadística del bajo nivel de uso del enfoque STEAM. Aunado a esto, los docentes reportan una escasa formación en educación STEAM.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otras investigaciones en las que se pone de manifiesto que la formación en educación STEAM en los docentes no es tan amplia como se espera (García-Ruiz & Torres-Blanco, 2021; Herro & Quigley, 2017; Ortiz-Revilla et al., 2021; Prat & Sellas, 2021; Romero-Ariza et al., 2021). Si bien Shin y Han (2011), Jamil (2018), DeCoito y Myszkal (2018) y Ortiz-Revilla y otros (2023) encontraron que existe una actitud positiva hacia el enfoque STEAM por parte de los docentes, este estudio va un poco más allá al indagar la autopercepción del docente en el uso del enfoque STEAM en su labor. La novedad radica en la exploración de este uso en las prácticas de aula de docentes de ciencias naturales de México y Colombia, en la planificación, desarrollo y evaluación de las clases científicas. Esto lo convierte en un estudio particular y distintivo.

Se observa un uso bajo de herramientas tecnológicas actuales como la impresión 3D, la inteligencia artificial, la realidad aumentada, las tarjetas programables (Micro Bit, Arduino, Raspberry), los simuladores virtuales (laboratorios en ciencias), entre otras, así como el bajo uso o la renuencia hacia el pensamiento crítico, computacional y creativo (Altan et al., 2016), lo que tal vez limite el diseño de actividades integradoras que puedan resolver las nuevas preguntas científicas que traen consigo los desafíos globales tales como el cambio climático, la superpoblación, las economías, el hambre, el agua potable y las energías limpias (Bello et al., 2021; OREALC/UNESCO, 2020).

Cuando el docente propone realizar actividades en su clase de manera interdisciplinar probablemente usa estos modelos de metodologías activas que percibe como los más convenientes para responder a sus objetivos, y el aprendizaje basado en proyectos es el que presenta mayor afinidad, pues es la metodología que mejor se adapta a la educación STEAM (Carmona-Mesa & Villa-Ochoa, 2019; Macías et al., 2020).

Asimismo, la autopercepción de formación baja y uso del enfoque les hace pensar que no están preparados para adaptarse a la educación STEAM y mucho menos para aplicarla en su aula con un nivel de frecuencia mayor (Agarwal & Kaushik, 2020; Cash, 2016; Wong et al., 2023). Esto puede ser notorio cuando se obtienen niveles muy poco frecuentes en la elaboración y adaptación de contenidos en el área de ciencias naturales desde la educación STEAM, y se observa que se sigue teniendo un uso muy frecuente de elementos tradicionales como el taller de ejercicios y las guías tradicionales, donde con frecuencia se tienen en cuenta las metodologías activas, en especial la gamificación y el pensamiento de diseño, o las habilidades del siglo XXI, como el pensamiento computacional y las competencias digitales, al igual que otros espacios de aprendizaje tales como la huerta o el laboratorio, en donde predomine el contraste de la realidad con la teoría.

Se considera que un nivel bajo de autopercepción del docente frente al uso del enfoque STEAM en sus prácticas de aula vistas desde la planeación, ejecución y evaluación de sus clases es muy negativo, ya que influye en la toma de decisiones en la puesta en marcha de cualquier iniciativa, en este caso, implementar la educación STEAM en su labor docente (Abd-El-Khalick, 2013; Bandura, 1982; Herro & Quigley, 2017; Romero-Ariza et al., 2021).

En lo que respecta al nivel de utilización del enfoque por parte de los docentes en función de su experiencia laboral, se evidencia un nivel bajo, quizás debido a la carencia de formación en educación STEAM y a la falta de herramientas que puedan facilitar su implementación en el aula. También es posible señalar que algunos docentes pueden presentar resistencia al cambio, lo cual concuerda con las conclusiones de la investigación de López-Gamboa (2021).

Cabe señalar que un factor limitante de la investigación ha sido la muestra poblacional y su tamaño, que no favorece algunos criterios de descripción. Es así que para el desarrollo de este estudio se tuvo que consultar fuentes secundarias. En cuanto a futuras líneas de investigación, podría resultar interesante ampliar la población total de docentes e incluso tener en cuenta otras áreas del conocimiento que involucran la educación

STEAM, otros países de la región en el estudio, así como también realizar un análisis comparativo entre ellos, a fin de reflexionar mucho más sobre el acercamiento a las políticas educativas relacionadas con el docente, su formación y el uso del enfoque STEAM en el aula desde una perspectiva de alineación interdisciplinar.

Contribución de autores

Conceptualización: C.E., B.A.; metodología: C.E., B.A., G.M.; *software*: C.E., G.M.; validación: C.E.; análisis formal: C.E., B.A.; investigación: C.E., B.A., G.M.; curaduría de datos: C.E.; escritura (borrador original): C.E., B.A.; escritura (revisión y edición): C.E., B.A.; supervisión: B.A.; administración del proyecto: B.A.

6 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science and Education*, 22(9), 2087-2107. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- Acevedo, K. M. (2019). La educación para el siglo XXI: una perspectiva holística del aprendizaje. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 2(2), 130-139. <https://doi.org/10.5377/recsp.v2i2.9305>
- Agarwal, S., & Kaushik, J. S. (2020). Student's Perception of Online Learning during COVID Pandemic. *Indian Journal of Pediatrics*, 87(7), 554. <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03327-7>
- Aguilar, C. (2019). Análisis del significado psicológico sobre el concepto ciencia en profesores de enseñanza básica y media: una aproximación desde una experiencia de formación continua. *Revista Comunicación*, 28(2-2019), 4-16. <https://doi.org/10.18845/rc.v28i2-2019.4925>
- Alsina, Á., Batllori, R., Falgàs, M., & Vidal, I. (2019). Self-regulatory traits to the construction of teaching profile in teacher training. *Revista Complutense de Educación*, 30(1), 55-74. <https://doi.org/10.5209/RCED.55466>
- Altan, E. B., Yamak, H., & Kirikkaya, E. B. (2016). A Proposal of the STEM Education for Teacher Training: Design Based Science Education. *Trakya Üniversitesi*, 6, 212-232. <https://r.issu.edu.do/QE>
- Arteaga, E., Armada, L., & Del Sol, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio: retos y sugerencias. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 8(1), 169-176. <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>

- Asinc, E., & Alvarado, S. (2019). Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. [Conferencia]. Quinto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestos, 1504-1514. <https://r.issu.edu.do/vw>
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>
- Bases, D., & García, 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>
- Bautista, A. (2021). STEAM education: contributing evidence of validity and effectiveness (Educación STEAM: aportando pruebas de validez y efectividad). *Infancia y Aprendizaje*, 44(4), 755-768. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926678>
- Bello, L., Cruz, G., Meira, P., & González, É. (2021). Climate change in high school. Pedagogical contributions to its approach. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 137-156. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3030>
- Benítez, O., & Granada, S. (2022). La gamificación en la matemática como herramienta potenciadora en el trabajo docente. *Mentor*, 1(1), 66-81. <https://doi.org/10.56200/mried.v1i1.2124>
- Bossolasco, M., Chiecher, A., & Dos Santos, D. (2022). Profiles of access and appropriation of ICT in freshmen students. Comparative study in two Argentine public universities. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*, 57, 151-172. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.06>
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 42(especial), 117-135. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
- Calonge-Pascual, S., Fuentes-Jiménez, F., Casajús Mallén, J. A., & González-Gross, M. (2020). Design and validity of a choice-modeling questionnaire to analyze the feasibility of implementing physical activity on prescription at primary health-care settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186627>
- Camacho-Tamayo, E., & Bernal-Ballén, A. (2023). Validation of an Instrument to Measure Natural Science Teachers' Self-Perception about Implementing STEAM Approach in Pedagogical Practices. *Education Sciences*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/educsci13080764>
- Camacho-Tamayo, E., & Bernal-Ballén, A. (2022). Enfoque stem/steam/steamh para la formación docente en ciencias naturales de secundaria. Revisión sistemática exploratoria. *Revista Arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales*, 56, 42-56. <https://r.issu.edu.do/vl>

- Cano de la Cruz, Y., Aguiar Monar, J. C., & Mendoza Román, M. C. (2019). Metodologías activas: una necesidad en la unidad educativa Reino de Inglaterra. *Revista Educación*, 43(2), 17. <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i2.29094>
- Cano, L., & Ángel, I. (2020). *Medellín Territorio STEM+H: un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/10.18566/978-958-764-837-9>
- Cardona, H. L., & Rodríguez, N. (2021). Enfoque STEAM. Una posibilidad para la formación de maestros en Educación Infantil. Universidad Pedagógica Nacional. <https://r.issu.edu.do/j>
- Carmona-Mesa, J. A., Cardona, E. M., & Castrillón-Yepes, A. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), e2020101. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02>
- Carmona-Mesa, J. A., & Villa-Ochoa, J. A. (2019). Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM. En *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI* (pp. 483-493). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3524356>
- Cash, K. (2016). Teacher self-perceptions and student academic engagement in elementary school mathematics. [University of Louisville]. En *Electronic Theses and Dissertations*. <https://doi.org/10.18297/etd/2550>
- Castillo, A., Ramírez, M., & Sánchez, J. (2016). Formación permanente de docentes de Química en Educación Media desde una perspectiva integradora. *Omnia*, 22(2), 25-36. <https://r.issu.edu.do/h1>
- Castro, E., & Montoro, A. B. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista de Educación*, 393, 353-378. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-393-497>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.
- De Rivas, R., Vilches, A., & Mayoral, O. (2022). Una intervención didáctica sobre Cambio Climático y Sostenibilidad dirigida a alumnado y profesorado de Secundaria, en el marco de los ODS. En *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Universidad de Granada, Campus de Melilla, 7-9 septiembre de 2022. Libro de Actas, A. Benarroch (ed.), pp. 289-295. Universidad de Granada. <https://hdl.handle.net/10550/83935>

- DeCoito, I., & Myszkal, P. (2018). Connecting Science Instruction and Teachers' Self-Efficacy and Beliefs in STEM Education. *Journal of Science Teacher Education, 29*(6), 485-503. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1473748>
- Domenici, V. (2022). STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers. *Education Sciences, 12*(30), 1-32. <https://doi.org/10.3390/educsci12010030>
- EL-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M., & Alhammad, K. (2017). Context of STEM integration in schools: Views from in-service science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(6), 2459-2484. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.01235A>
- Espinosa-Ríos, E. A. (2016). La formación docente en los procesos de mediación didáctica. *Praxis, 12*, 90. <https://doi.org/10.21676/23897856.1850>
- Fernández-Blanco, T., González-Roel, V., & Álvarez Ares, A. (2020). Estudio exploratorio de las STEAM desde las matemáticas. *Saber & Educar, 28*, 1-10. <https://doi.org/10.17346/se.vol0.375>
- Flórez-Aguirre, C., & López-Ríos, S. (2020). La imaginación y la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica Primaria. *Uni-Pluriversidad, 20*(1), 150-173. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.09>
- García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10*(extra), 552-567. <https://r.issu.edu.do/rq>
- 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>
- García-Ruiz, C., & Torres-Blanco, V. (2021). Proyecto IndagaSTEAM Escuela en la formación inicial de maestros y maestras de Educación Primaria. Percepciones para la transferencia. *Actas XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Braga. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/22836>
- Girón, V., Cózar, R., & González-Calero, J. (2019). Análisis de la autopercepción sobre el nivel de competencia digital docente en la formación inicial de maestros/as. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 22*(3), 193-218. <https://r.issu.edu.do/MI>
- Gómez-Galán, J. (2018). Nuevos estilos de enseñanza en la era de la convergencia tecno-mediática: Hacia una educación holística e integral. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 8*, 60-78. <https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/5314>
- González, M. (2021). La capacitación docente para una educación remota de emergencia por la pandemia de la covid-19. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación, 19*, 81-102. <https://doi.org/10.51302/tce.2021.614>

- González, M. O. (2021). Digital skills of the high school teacher in the face of emergency remote teaching. *Apertura*, 13(1), 6-19.
<https://doi.org/10.32870/ap.v13n1.1991>
- González, R. (2021). El imaginario de las mujeres en las ciencias: análisis de los modelos a seguir en los programas STEM para niñas en México. *Journal of Iberian and Latin American Research*, 27(3), 445-458.
<https://doi.org/10.1080/13260219.2021.2030281>
- Guerrero, M., Ortiz-Clavijo, L., & Moreno, S. (2022). Diseño de ambientes de aprendizaje híbridos como estrategia de fortalecimiento de competencias STEAM y capacidades para la cuarta revolución industrial (4RI). *Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño*, 7(1), 61-75.
<https://doi.org/10.23850/26652447/7/1/3840>
- Guzmán, J., & Cantero, M. (2023). Niveles de felicidad autoreportados en Colombia y México desde la perspectiva de los derechos humanos. *Anuario de Derecho, Comercio Internacional, Seguridad y Políticas Públicas*, 2, 1-13.
<https://doi.org/10.20983/anuariocij.2023.01>
- Haatainen, O., Turkka, J., & Aksela, M. (2021). Science Teachers' Perceptions and Self-Efficacy Beliefs Related to Integrated Science Education. *Education Sciences*, 11(272), 1-20. <https://doi.org/10.3390/educsci11060272>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed). McGraw-Hill.
- Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 5257, 1-23.
<https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Holguín, J., P. Baldeón, Pérez, G., Riascos, J., González, B., Campechano, E., Ulloa, B., & Opazo, J. (2021). *Educación, actualidad y perspectivas en países de América Latina*. Universidad César Vallejo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/71061>
- Jamil, F. M., Linder, S. M., & Stegeline, D. A. (2018). Early Childhood Teacher Beliefs About STEAM Education After a Professional Development Conference. *Early Childhood Education Journal*, 46(4), 409-417.
<https://doi.org/10.1007/s10643-017-0875-5>
- Jaramillo, L. M. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophia*, 26, 199-221. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>
- Jiménez-Tenorio, N., & Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
<https://r.issu.edu.do/FE>

- Jiménez, Y., Gutiérrez, J., & Hernández, J. (2019). Logros y Desafíos en la Formación de Competencias Transversales por áreas de Conocimiento en la Educación Superior del Instituto Politécnico Nacional (México). *Formación Universitaria*, 12(3), 91-100.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000300091>
- Juárez-Hernández, L. G., & Tobón, S. (2018). Analysis of the elements implicit in the validation of the content of a research instrument. *Espacios*, 39(53), 1-23. <https://r.issu.edu.do/sI>
- López-Gamboa, M. V. (2021). Curso virtual: educación STEM/STEAM, concepción e implementación. Experiencias de su ejecución con docentes costarricenses. *Innovaciones Educativas*, 23(especial), 163-177.
<https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3620>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.
<http://ddd.uab.cat/record/129382>
- 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>
- Marín-Ríos, A., Cano-Villa, J., & Mazo-Castañeda, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista Científica*, 47(2), 55-70.
<https://doi.org/10.14483/23448350.20473>
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., & Naranjo-Correa, F. L. (2020). Comparing emotions, attitudes and levels of self-efficacy in STEM areas at different educational stages. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 49-64. <https://doi.org/10.30552/ejep.v13i1.292>
- Mateus, J. C., Hernández-Breña, W., & Figueras-Maz, M. (2019). Validation of a self-perceived media competence instrument for pre-service teachers. *Cultura y Educación*, 31(2), 436-464.
<https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1597440>
- Morales, R., & Rodríguez, P. (2022). Challenges in Higher Education: A View from Teachers' Perceptions. *Education in the Knowledge Society*, 23, 1-9.
<https://doi.org/10.14201/EKS.26420>
- Mosquera, J. A., Amórtegui Cedeño, E. F., & Gómez Cubillos, D. L. (2019). El conocimiento didáctico de contenido en la inserción profesional de una profesora de ciencias naturales. *Paideia Surcolombiana*, 24, 14-39.
<https://doi.org/10.25054/01240307.1506>
- OCDE. (2017). Panoramas de la Educación 2017. En Nota País (pp. 1-9). <https://r.issu.edu.do/dl>
- OCDE. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO). (2020). ¿Qué se espera que aprendan los estudiantes de América Latina y el Caribe? Análisis curricular del Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019).
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373982>
- Orozco-Alvarado, J., Núñez-Martínez, P., & Orozco-Bravo, M. (2019). Los retos de la educación superior de México en el siglo XXI. *InterSedes*, 20(41), 74-84.
<https://doi.org/10.15517/isucr.v20i41.38807>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Meneses-Villagrà, J.-Á. (2021). Effects of an integrated STEAM approach on the development of competence in primary education students (Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria). *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 838-870.
<https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Meneses Villagrà, J. Á. (2018). Mejorando la adquisición de competencias en la Educación Primaria a través de un enfoque transdisciplinario. En J. A. Pacheco Bonrostro & J. L. Cuesta Gómez (eds.). V Jornadas de Doctorandos de la Universidad de Burgos (pp. 113-124). Universidad de Burgos. <https://r.issu.edu.do/6t>
- Ortiz-Revilla, J., Ruiz-Martín, Á., & Greca, I. M. (2023). Conceptions and Attitudes of Pre-School and Primary School Teachers towards STEAM Education in Spain. *Education Sciences*, 13(4).
<https://doi.org/10.3390/educsci13040377>
- Park, H. J., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a>
- Pastor, I., Gil, C., & Marbán, J. (2018). *Metodología STEM a través de la percepción docente*. Universidad de Valladolid. Facultad de Educación de Segovia.
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/30952>
- Pineda, D. (2022). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 229-244.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51660/ripie.v3i1.115>
- Prat, M., & Sellas, I. (2021). STEAM en Educación Infantil. Una visión desde las matemáticas. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 10, 8-20.
<https://doi.org/10.1344/did.2021.10.8-20>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 759-774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>

- Rojas, G., & Segura, L. (2020). Mexico's Movimiento STEM and Related Developments in the State of Querétaro. En C. Zintgraff, S. Suh, B. Kellison, & P. Resta (eds.). *STEM in the Technopolis: The Power of STEM Education in Regional Technology Policy*. Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-39851-4_12
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A.-M., & Cobo, C. (2021). Changing teachers' self-efficacy, beliefs and practices through STEAM teacher professional development (Cambios en la autoeficacia, creencias y prácticas docentes en la formación STEAM de profesorado). *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 942-969.
<https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926164>
- Romero, A., & Díaz, G. (2022). Diseño de una metodología maker-steam para el desarrollo de habilidades digitales, tecnológicas y de pensamiento lógico en educación inicial. En E. Serna (ed.), *Revolución educativa en la Nueva Era*, vol. II. Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7382033>
- Sánchez, J., Renta, A. I., & Tierno, J. M. (2022). La autopercepción del liderazgo docente. *International Journal of Educational Leadership and Management*, 10, 84-109. <https://doi.org/10.17583/ijelm.9597>
- Shin, Y.-J., & Han, S.-K. (2011). A Study of the Elementary School Teachers' Perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 514-523.
<https://doi.org/10.15267/keses.2011.30.4.514>
- Silk, M. (2021). The Value of Me in STEAM: Teacher identity development through STEAM education (tesis). University of Technology Sydney. Faculty of Arts and Social Sciences. <http://hdl.handle.net/10453/149290>
- Smith, K. L., Rayfield, J., & McKim, B. R. (2015). Effective Practices in STEM Integration: Describing Teacher Perceptions and Instructional Method Use. *Journal of Agricultural Education*, 56(4), 182-201.
<https://doi.org/10.5032/jae.2015.04183>
- Soto, A., Oliveros, M. A., & Roa, R. I. (2022). Curso Taller STEAM para Docentes: una evaluación formativa. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 10(24), 1-19.
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.82377>
- Sun, Y., Ni, C. C., & Kang, Y. Y. (2023). Comparison of Four Universities on Both Sides of the Taiwan Strait Regarding the Cognitive Differences in the Transition from STEM to STEAM in Design Education. *Education Sciences*, 13(241), 1-15. <https://doi.org/10.3390/educsci13030241>
- Toma, R., & García-Carmona, A. (2021). Of STEM we like everything but STEM. A critical analysis of a buzzing educational trend. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3093>

- Torres, E. A., & Mosquera, A. (2022). Aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias; una revisión documental entre 2018 y 2021. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(1), 49-61. <https://r.issu.edu.do/3>
- Trinidad, O., Furci, V., & Peretti, L. (2019). Formación docente en contexto STEM: actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino en la enseñanza de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(Extra), 707-714. <https://r.issu.edu.do/YT>
- Urgiles Rodríguez, B., Tixi Gallegos, K., Allauca Peñafiel, M., & Fonseca Romero, G. (2021). Revisión sistemática del uso de steam en la educación superior. *MktDESCUBRE*, 1(17), 85-94. <https://r.issu.edu.do/ud1>
- Wong, J., Bui, N., Fields, D., & Hughes, B. S. (2023). A Learning Experience Design Approach to Online Professional Development for Teaching science through the Arts: Evaluation of teacher content knowledge, Self-Efficacy and STEAM perceptions. *Journal of Science Teacher Education*, 6(34), 1-31. <https://doi.org/10.1080/1046560x.2022.2112552>
- Yakman, G. (2008). STEAM Education: An overview of creating a model of Integrative education. *steamedu*. <https://r.issu.edu.do/1>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>
- Zorrilla, E., Quiroga, D. P., Morales, L. M., Mazzitelli, C. A., & Maturano, C. I. (2020). Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(60), 263-285. <https://doi.org/10.33255/3160/626>

