

Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI

Reflections about STEAM education, an alternative for the 21st century

*Pedro Alfonso Castro-Campos*¹ 

¹Dr.(c) Universidad Cuauhtémoc, Aguascalientes, México. Correo electrónico: castrocpa@ut.edu.co

Recibido: 15 de noviembre de 2020

Aceptado: 1 de junio de 2022

Publicado en línea: 30 de junio de 2022

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

RESUMEN

El presente artículo de reflexión se deriva de una investigación sobre la educación STEAM, la cual fundamenta una perspectiva de análisis desde los aportes teóricos y epistémicos. En primera instancia, se abordan elementos conceptuales y antecedentes que han permitido fijar las bases de desarrollo del enfoque. Asimismo, se exponen escenarios, competencias, dimensiones y perfiles de interés desde la óptica argumental, aportando premisas que connotan su potencial educativo hacia la formación holística, y destacando su rol en la formación en competencias para el contexto actual en el cual se articulan la creatividad y la interdisciplinariedad. Paralelo a ello, se examinan estrategias educativas donde se configuran escenarios de aplicación y panoramas que adoptan posiciones críticas o espacios para fortalecer su praxis. Por último, se plantean conclusiones fundadas en los aportes teóricos de autores relevantes de la literatura existente, y se generan proposiciones que esgrimen horizontes positivos para la STEAM como alternativa educativa en el siglo XXI.

Palabras clave: enseñanza; aprendizaje significativo; creatividad; enfoque; interdisciplinario.

ABSTRACT

This reflection article is resulting from a research about STEAM education. Consider a perspective analysis from theoretical and epistemic contributions. First of all, conceptual elements and antecedents are taken into account it has made possible to establish bases for the development of the approach. Afterward, are exposed some scenarios, educational competence, dimensions and outlines of interest from the argumentative perspective point of view, providing premises that connote its potential education towards holistic training. Its role about training educational competences, in the present day context in which creativity and interdisciplinary are articulated. In addition to examining educational strategies, where application scenarios and circumstances are designed to adopt critical positions or places to strengthen its praxis. As a final point, conclusions are raised based on the theoretical contributions of relevant authors from the existing literature, proposals are generated that apply positive horizons for STEAM as an educational alternative in the 21st century.

Keywords: teaching; significant learning; creativity; focus; interdisciplinary.

INTRODUCCIÓN

Devenir de la metodología STEAM

La transición al siglo XXI configuró cambios tecnológicos de alta trascendencia que denotan un impacto significativo en los estilos de vida, influenciando la transformación de la sociedad joven y adulta e instalando la necesidad de indagar los nuevos paradigmas emergentes en el terreno educativo. Por lo tanto ahora, en el escenario de la cuarta revolución industrial, las tecnologías presentan retos innovadores en el plano de la enseñanza (Azcaray Fernández, 2019). Desde este enfoque de análisis se orienta la reflexión en la metodología o enfoque STEAM², donde se configura un nuevo escenario que contribuye al proceso de enseñanza-aprendizaje. Al respecto, García Mejía y García-Vera (2020) mencionan:

[...] de una manera lúdica, nos referimos a la metodología: Ciencia S, Tecnología T, Ingeniería E, Artes A, y Matemáticas M (STEAM), cuando hablamos de STEAM nos referimos a una educación basada en un acercamiento al aprendizaje que trata de eliminar las tradicionales barreras que separan las cuatro disciplinas integrándolas en un mundo real con rigor y que proporciona relevantes experiencias de aprendizaje para los estudiantes (p. 165).

Desde una perspectiva epistémica, se puede recordar que la aproximación a esta metodología se configura en diferentes estadios, coyunturas y problemáticas propias de las dinámicas de cambio de cada sociedad, teniendo en cuenta que en su esencia se reseñó en estos términos: “La educación STEM (del inglés Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) surge como una propuesta que pretende resolver tales problemáticas, desde un enfoque que privilegia la enseñanza de las ciencias integradas con énfasis en sus aplicaciones en el mundo real” (García Cartagena et al., 2017, p. 39). No obstante, la necesidad de sostener el acrónimo STEAM en inglés se justifica en su idea de reafirmar el estatus de aquello que tradicionalmente se denomina “ámbito curricular científico y tecnológico”, el cual a su vez ha mantenido

articulado el componente matemático, la ciencia, la tecnología y, en cierta medida, la ingeniería (García-Carmona, 2020).

A propósito de lo anterior, otros aportes teóricos reafirman que la educación STEM se puede interpretar como un acercamiento para la enseñanza de las ciencias, la tecnología y la ingeniería de un modo interdisciplinar. Para ello, se aplican procesos didácticos que intentan emular el mundo real a través de simulación y necesidades, con miras a alfabetizar y adquirir competencias que den solución a los retos de la sociedad (López Simó et al., 2020; Zamorano Escalona et al., 2018).

Considerando las transiciones y la constante evolución de los contextos, el enfoque STEM evidencia un desarrollo en los últimos años con el nuevo acrónimo STEAM. De este modo se instalan las virtudes del diseño y del arte con toda su dimensión, desde ejes como el pensamiento creativo y crítico, consolidando un importante soporte para las demandas complejas del siglo XXI en el ámbito educativo (Ruiz Vicente, 2017; Serón Torrecilla y Murillo Ligorred, 2020). De acuerdo con Simarro Rodríguez y Couso Lagarón (2018), esa visión globalizada del STEAM fija como prioridad la adquisición de competencias transversales, pensamiento crítico, creatividad, trabajo en equipo, autonomía y resolución de problemas, estudiando formas de hacer y razonar desde una aplicabilidad contextual. Ahora, en este punto es preciso acotar que existen diferentes visiones o aproximaciones sobre el concepto y la práctica de la educación STEAM; cada lugar y país delimita o amplía su significado, partiendo de las definiciones generales, aportando en función de su propio marco socioeconómico (Agencia Vasca de Innovación [Innobasque], 2018).

Desde el devenir histórico, la literatura referencia a los Estados Unidos como el primero en identificar cambios enfocados en esa dirección, desde reformas educativas hasta la modificación de su currículo con el propósito de formar a los estudiantes para la denominada cuarta revolución industrial del siglo XXI. En esa medida, otros países aseguraron la necesidad de tomar ideas de Estados

² Acrónimo del inglés *science, technology, engineering, arts and mathematics*.

Unidos y formar a través de tendencias STEAM con el fin de aportar a la innovación de la sociedad (Azcaray Fernández, 2019).

Ahora bien, conviene tener presente que este escrito contempla un marco analítico que pretende establecer un espacio de reflexión crítica y sistemática desde la óptica de los aportes teóricos y conceptuales producto del análisis de un proyecto de investigación sobre el enfoque STEAM en la educación. Por consiguiente, es importante tener en cuenta los fundamentos que dan cuenta del devenir del STEAM, enfoque que se instaura en el discurso y la praxis de las propuestas que actualmente toman fuerza desde la educación con una nueva concepción.

Algunos escenarios de análisis del STEAM

Hay que reconocer que existen diferentes concepciones del STEAM en cuanto los referentes teóricos, con una variada clasificación de elementos propios. Por ejemplo, la tabla 1 muestra las siete competencias y las dieciséis dimensiones que propone Sánchez Ludeña (2019) en esta materia.

Tabla 1. Competencias y dimensiones STEAM

Competencias STEAM	Dimensiones
<i>Autonomía y emprendimiento</i> Acometer y llevar adelante un proyecto o propósito por propia iniciativa.	Aprender a aprender. Autonomía y desarrollo personal. Emprendimiento.
<i>Colaboración y comunicación</i> Alcanzar metas y objetivos, resolver situaciones, abordar problemas en grupo y compartir el conocimiento.	Expresión y comunicación. Trabajo colaborativo.
<i>Conocimiento y uso de la tecnología</i> Ser tecnológicamente cultos. Entender y explicar los productos tecnológicos y saber utilizarlos, siendo conscientes de las precauciones y consecuencias de su uso.	Cultura tecnológica. Uso de productos tecnológicos.
<i>Creatividad e innovación</i> Resolver de forma original e imaginativa situaciones o problemas en un contexto dado.	Creatividad e innovación.
<i>Diseño y fabricación de productos</i> Diseñar y construir objetos y aparatos sencillos con una finalidad previa, planificando la construcción y usando materiales, herramientas y componentes apropiados.	Diseño. Fabricación. Planificación y gestión.
<i>Pensamiento crítico</i> Interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos.	Pensamiento lógico. Pensamiento sistémico.
<i>Resolución de problemas</i>	Obtención y tratamiento de la información.

Identificar, analizar, comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia.	Pensamiento computacional. Proceso de resolución de problemas.
---	---

Fuente: Sánchez Ludeña (2019).

Otra perspectiva de análisis se presenta en los aportes de Santillán Aguirre et al. (2019), quienes contemplan algunos perfiles de interés de la educación STEAM tales como: enfoque interdisciplinario, habilidades sociales para resolver problemas, estrategias creativas, oportunidades-desafíos digitales y capacidades integrales del equipo humano. Para empezar, se distingue el perfil característico del enfoque interdisciplinario de la educación STEAM, el cual está emparentado con el aprendizaje basado en problemas, práctica pedagógica que permite visibilizar escenarios circundantes de la realidad desde marcos políticos, económicos, culturales y, por supuesto, formativos. Este perfil trasciende contenidos teóricos en el aula, genera prioridad en la comprensión curricular y, a su vez, permite fortalecer habilidades de orden superior en el educando y el docente. Así, al privilegiar la comprensión de contenidos, indagar desde la ciencia como esfuerzo humano, facilitar un crecimiento curricular innovador desde la resolución de problemas inteligentes y de forma creativa, con el uso de alternativas tecnológicas, se capacita a los docentes de ciencias en la consolidación de una visión humanística, dotada de creatividad y colaboración, una cosmovisión del docente innovador (Santillán Aguirre et al., 2019).

En suma, la educación STEAM, desde el punto de vista del aprendizaje estructurado, recoge varias disciplinas, pero no se limita a una en particular: centra su importancia en transferir contenidos entre las asignaturas. De ahí que el carácter interdisciplinario del STEAM aminora la complejidad de un problema para su resolución dentro de un escenario global y dinámico a través de la articulación de las áreas del saber. Precisamente, esto va de la mano con la idea categórica del mundo real, donde los problemas son interdisciplinarios y demandan respuestas integrales y no aisladas. De este modo, la metodología STEAM, atendiendo a una mirada más profunda, se puede abordar desde diversos enfoques: holístico, constructivista, teorías

modernas y, por supuesto, la alfabetización (Santillán-Aguirre et al., 2020).

En primer lugar, al mencionar el enfoque constructivista como terreno del STEAM se infiere que estimula la construcción de saberes de forma significativa, esto es, un aprendizaje profundo entre los diversos actores, tanto estudiantes como profesores. Por su parte, el enfoque holístico traza sus objetivos por la línea de formar personas con pensamiento complejo. Su consigna más férrea es resignificar las falencias de la enseñanza tradicional, y está más orientado al proceso de aprendizaje y las necesidades del educador y el educando. De igual forma, las teorías modernas también han demostrado solidaridad con la educación interdisciplinaria de la enseñanza STEAM: aprendizaje por descubrimiento, taxonomía de Bloom, aprendizaje instruccional, humanista, y dimensiones del aprendizaje. En todo caso, aunque cada aproximación puede instalar su teoría, la premisa que se mantiene es la de un aprendizaje fundamentado en las experiencias del alumno desde la realidad, conectando con el pensar y descubrir. Por eso, se puede reiterar que este enfoque privilegia el aprender a aprender, alfabetizar, transformar desde las habilidades e integrar desde las diversas áreas del conocimiento.

Por su parte, las habilidades sociales para resolver problemas se materializan en la dinámica que exhorta la formación de los educandos para que manifiesten actitudes, cuenten con los conocimientos necesarios para mitigar problemáticas o proporcionen soluciones a través del análisis de evidencias, integrando esfuerzos colectivos con equipos de planificación que determinen experiencias pertinentes en el aprendizaje de la metodología STEAM. Se trata, en últimas, de demostrar la gran variedad de posibilidades y de opciones activas que proyecta el enfoque desde la realidad, las vivencias y las experiencias propias de las áreas. “La creatividad se erige como motor de aprendizaje. El asesoramiento

por parte de expertos y de instituciones punteras en tecnología y fabricación digital permite dotar de significado los aprendizajes y ver sus aplicaciones reales” (Romero López y Gimeno Sorribas, 2020, p. 1).

Ahora bien, en el ámbito de la educación STEAM, lo anterior se suma a las estrategias creativas, que se relacionan con las capacidades integrales del equipo humano, para fomentar colaboraciones en la integración de disciplinas como el arte y las matemáticas. De tal forma es posible superar barreras que limitan la colaboración de aprendizajes, acelerando en cambio el crecimiento profesional de quienes comparten al enfrentar diferentes dificultades asociadas al tiempo, los recursos y la interacción con otros entornos (Santillán Aguirre et al., 2019).

Entretanto, el perfil de oportunidades y desafíos digitales permite tener un concepto general del mundo, de cómo los actores se sumergen en la dinámica educativa para comprender la comunicación en un mundo globalizado. Por este camino se explora la necesidad de fortalecer la confianza en las capacidades del docente en la orientación de contenidos disciplinares de su área, en función de acciones reconocidas desde la indagación científica o la articulación con el arte a través de contenidos para potenciar la educación STEAM (Santillán Aguirre et al., 2019).

En la misma línea de análisis, Domínguez Osuna et al. (2019) sugieren que los estudiantes que reciben la formación STEAM deben desarrollar las siguientes cualidades: ser solucionadores de problemas; contar con capacidad de establecer o marcar sus límites; comprender a partir de situaciones novedosas; ser innovadores; ser capaces de encontrar investigación original; emplear métodos de diseño; ser inventores; identificar las necesidades y, a partir de la creatividad, ejecutar soluciones; ser autosuficientes; autorregularse en tiempo y manejar agendas de trabajo y plazos específicos; ser pensadores lógicos; lograr conectar y comprender fenómenos naturales; gozar de alfabetización

tecnológica, con entendimiento y dominio de esas habilidades. Todas estas son capacidades que deben desarrollar los ciudadanos para integrar y usar los conocimientos propios de la ciencia, la tecnología, las matemáticas, entre otras disciplinas, de forma que construyan soluciones a problemas complejos. Es preciso comprender que existen situaciones que requieren no solo de la tecnología, sino que demandan su combinación con las humanidades, la sociología y la ciencia.

Potencial educativo hacia la formación holística

Desde algunas ópticas, la práctica de la educación STEAM contribuye en el desarrollo de habilidades y prepara a la juventud para el mercado de trabajo, pero reclama un conocimiento con trascendencia, con sentido contextualizado y creativo (García Mejía y García-Vera, 2020). Ahora bien, las razones del posicionamiento del STEAM atañen a las necesidades vigentes y futuras de la fuerza laboral, más allá de que se evidencien la falta de avance de los educandos en estas áreas específicas y un menor interés de continuar con ese perfil profesional. Aun así, se acentúa el interés en metas productivas y económicas de algunos países (Forero Hernández y Castro Campos, 2022).

Desde esta arista, la educación STEAM pretende combatir tres retos: dar respuesta a desafíos económicos de muchos países, satisfacer la creciente demanda de formación en STEAM, de forma que se puedan aportar soluciones a problemas tecnológicos y ambientales, así como generar mano de obra capacitada y competente idónea para el siglo XXI (García Mejía y García-Vera, 2020). Estos y otros fundamentos se consignan en el Horizon 2022³, tal como ya se había pronosticado años atrás: “El informe Horizon en 2017 – edición K 12, destacó entre las tendencias a corto plazo la alfabetización en programación y el incremento del aprendizaje STEAM (*science, technology, engineering, arts and mathematics*)” (Martínez Mayoral et al., 2019, p. 8).

³ Constituye una iniciativa mundial que revisa, explora y reflexiona en torno a tendencias, desafíos y desarrollos a nivel tecnológico y su potencial impacto en la enseñanza y el aprendizaje.

A propósito de lo anterior, la alfabetización digital contempla una orientación crítica sobre el escenario tecnológico con el objetivo de favorecer la integración de los individuos como agentes críticos y activos. Así pues, se trata de trascender la efímera idea de consumir tecnología y contenidos con fines instrumentales, utilitarios, donde se privilegia simplemente el desarrollo de habilidades mecánicas, sin propósitos coherentes que acorten distancias con las sociedades del conocimiento. Además, la nueva alfabetización contempla varios elementos: alfabetización audiovisual, alfabetización tecnológica o digital, alfabetización informacional y multialfabetización. Bajo este panorama, es clave que en los procesos educativos orientados a cualquier persona esta aprenda a aprender, adhiera destrezas de autoaprendizaje durante su vida, con el poder de discernir entre la información útil, y cuente con capacidad en el uso de las TIC (Castro-Campos y Forero-Hernández, 2022; Monzón Davila, 2019).

Precisamente, la evolución y el desarrollo de la alfabetización en nuevas tecnologías, en particular su inclusión en las aulas a través de competencias digitales, han configurado cambios en la comprensión de la estructura pedagógica. Ese nuevo panorama se fundamenta en las dinámicas cambiantes del mercado laboral, y algunos medios indican un ostensible crecimiento de las competencias en tecnología a largo plazo (Adell Segura et al., 2019). En ese devenir se instaura la necesidad de fortalecer la ciencia, la matemática y la tecnología, considerándolas eje fundamental para la innovación ya que las grandes transformaciones tecnológicas y sociales en el siglo actual lo denotan (Azcaray Fernández, 2019).

Según Villafrades Torres (2018), “Uno de los enfoques educativos que ha tomado mayor relevancia es el STEAM el cual tiene como objetivo establecer conexiones entre las ciencias, matemáticas, tecnología, ingeniería y las artes para solucionar problemas en entornos reales de manera creativa y colaborativo” (p. 1). Por esta razón, la educación STEAM pretende que el alumno cuestione, reflexione, se apropie, transmita juicios y conocimientos de las áreas que se articulan en escenarios que estimulan la cooperación,

convirtiéndose en agentes de innovación, con competencias en investigación y provistos de herramientas para afrontar los desafíos propios de su contexto y del mundo globalizado (Saborío Taylor y García Borbón, 2021). De este modo, se concibe como necesaria para preparar al estudiante para enfrentar problemas complejos del mundo contemporáneo (López Simó et al., 2020; Simarro Rodríguez y Couso Lagarón, 2018).

Tanto los especialistas como los currículos coinciden en la importancia de una enseñanza que sitúe a los alumnos en un rol intelectualmente activo, como protagonistas y no meros espectadores, que les permita comprender y apropiarse del ambiente mediante la participación en exploraciones y actividades de resolución de problemas y desafíos de la mano de un docente que propone, entusiasma, guía, marca el rumbo, escucha, repregunta y ayuda a organizar y pasar en limpio lo aprendido (Furman, 2016, p. 47).

Existe una visión compartida por muchos países, fundamentada en investigaciones propias del ámbito educativo, acerca de las características de una enseñanza buena de las disciplinas científicas y tecnológicas, básicamente reseñadas en la formación STEAM de los menores. Desde ese consenso y su configuración en muchas propuestas curriculares, se plantea un punto de partida en la consolidación de nuevas y mejores estrategias educativas para presentar una perspectiva de común acción como fundamento de esa enseñanza a partir de un modelo de buenas prácticas (Furman, 2016).

Según Furman (2016), “El modelo tiene tres componentes: la contextualización del aprendizaje, la participación en prácticas auténticas (de indagación y diseño), y la necesidad de ofrecer espacios de intercambio y reflexión para hacer al pensamiento visible” (p. 50). En esa línea argumental, la educación STEAM se ubica en las prioridades de los países avanzados del panorama internacional como táctica de éxito a la hora de promover la ciencia, la tecnología y, desde luego, la innovación en las futuras generaciones

(Innobasque, 2018). Por su parte, Uzurriaga (como se citó en García Mejía y García-Vera, 2020) menciona:

Los estudiantes del siglo XXI necesitan desarrollar sus capacidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas a niveles mucho más elevados de lo que se consideraba aceptable en el pasado, fundamentalmente debido al desarrollo de las nuevas tecnologías, y no se trata de introducir dos nuevas asignaturas en el currículo, sino de integrar la práctica de la tecnología y la ingeniería en las lecciones ya existentes de matemáticas y ciencias. Es por ello que la importancia de combinar el enfoque STEAM y los procesos de educación tradicional está en el hecho de que los estudiantes realizan conexiones entre materias y otras disciplinas, adquiriendo otros conocimientos; por tanto, es un aprendizaje basado en el conocimiento, en lo que se quiere que aprendan y sean capaces de construir conocimientos significativos y valederos (p. 166).

En definitiva, el STEAM como respuesta a las actuales necesidades acentúa un enfoque educacional interdisciplinario en el cual los conceptos académicos se acoplan a lo real. Es decir, se configuran la praxis científica y tecnológica, la ingeniería y las matemáticas en un contexto propio de la escuela, la sociedad, entre otros escenarios. Desde ese panorama, la educación responde a lo siguiente: desafíos económicos globales, demandas de la alfabetización, problemas tecnológicos y ambientales, conocimientos para el desarrollo de habilidades de la fuerza de trabajo requeridas en el siglo XXI. En ese sentido, este tipo de educación busca conexiones con otras áreas, y debe caracterizarse por plantear a cada estudiante una perspectiva de equidad, al tiempo que propone verdaderos retos socialmente relevantes que puedan intervenir de forma integral desde las diferentes disciplinas y que compartan el desarrollo de las ya referenciadas competencias propias del siglo XXI: la creatividad, la colaboración, el pensamiento crítico y la comunicación (Simarro Rodríguez y Couso Lagarón, 2018).

Sin embargo, es loable pensar que la metodología STEAM, al ser planteada como un “enfoque educativo” que propugna la composición sinérgica de varias asignaturas o áreas curriculares que conforman el acrónimo, no se puede pensar a la ligera. Es impreciso hablar, por ejemplo, de la metodología solo vinculando dos de las cinco áreas. Igualmente, sería arriesgado mencionar de forma categórica las bondades del modelo toda vez que este es emergente y se ha abordado poco desde el terreno de la investigación. A la luz de esta de reflexión, solo cuando se tengan evidencias favorables de su implementación se podrán consolidar las condiciones educativas, no limitadas a propuestas teóricas, bien estructuradas, que obviamente son requeridas para el avance del campo del conocimiento, en el cual el STEAM aún tiene que seguir madurando. Por otro lado, la idea es fundamentar propuestas didácticas pertinentes y realizables para una adaptación real de la metodología, que además atienda a una evaluación sistemática, rigurosa, que valore sus aportes pedagógicos en el aula (García-Carmona, 2020).

Estrategias educativas desde el STEAM

En función del análisis de los referentes teóricos, se reitera que el objetivo del STEAM en la educación es aunar esfuerzos humanos, creativos, desde la tecnología y la ciencia, incrementando el interés y fortaleciendo en los estudiantes su formación para el siglo XXI. Esta consigna se concreta a través de una educación que reúna de forma dinámica las ciencias, las matemáticas, las tecnologías, las ingenierías y las artes de manera interdisciplinar, articulando las experiencias de los estudiantes con los contenidos, lo que estimula el cumplimiento de los objetivos en coherencia con el currículo (Zamorano Escalona et al., 2018). En tal sentido, desde otras miradas propias del campo didáctico: “Se destaca su aplicabilidad educativa debido a sus diversas formas de abordar la realidad mediante una participación activa de los actores multidisciplinares que la conforman, y cómo —por medio de la interrelación entre las disciplinas [...]” (Saborío Taylor y García Borbón, 2021, p. 135).

Aprendizaje basado en proyectos: Es una de las estrategias centrales de la enseñanza del STEAM ya que se considera que a través de este medio los

estudiantes valoran conceptos claves de las disciplinas. El proceso comienza desde la contextualización en el marco de situaciones reales; de ahí se derivan preguntas conductoras base de estructuración del proyecto del estudiante; luego, paso a paso se consolida, construye y transforma el saber para diseñar, investigar, tomar decisiones y resolver problemas. Así, en este plano se adquiere un nivel de autonomía importante porque el docente aparece como mediador en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Zamorano Escalona et al., 2018). Asimismo, “Este método promueve el aprendizaje individual y autónomo dentro de un plan de trabajo definido por objetivos y procedimientos. Los alumnos se responsabilizan de su propio aprendizaje, descubren sus preferencias y estrategias en el proceso” (García Varcácel et al., 2017). De este modo constituye una categoría de aprendizaje de más envergadura que el aprendizaje por problemas (Marti et al., 2012).

Aprendizaje basado en problemas: Entendido como una estrategia del enfoque STEAM, se centra en la enseñanza a través del descubrimiento guiado, donde el docente orienta mientras el estudiante trabaja en grupos la resolución de preguntas o situaciones derivadas de aspectos reales. Algunos elementos claves son: problemáticas desafiantes y específicas del contexto del estudiante; se identifican las dificultades y se estructuran soluciones, y el docente actúa como facilitador (Zamorano Escalona et al., 2018). Este método se fundamenta en la inducción de un concepto desde actividades que resultan motivantes para el estudiante, planteando indagación o acciones para experimentar y ensayar (Paredes Curin, 2016). En esta dinámica, los estudiantes aprenden mejor si pueden manipular y descubrir.

En definitiva, el aprendizaje basado en problemas reales de la sociedad y el aprendizaje que se deriva de la participación en proyectos para la solución de esos problemas constituyen una forma efectiva para aprender a conocer, a hacer, a vivir juntos y a ser (Domínguez Osuna et al., 2019, p. 17). Según Sánchez Ludeña (2019): “aplicada en el aula, la educación STEAM se podría enmarcar dentro del aprendizaje basado en problemas o proyectos (ABP), con la peculiaridad de que la solución del

problema planteado suele ser un objeto tecnológico (un dispositivo, un programa, etc.)” (p. 48). Es así como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos se pueden materializar en acciones tendientes al logro de objetivos, orientados a la resolución de problemas, suplir necesidades o la construcción de conocimiento por parte de quienes desarrollan, valoran y sistematizan los resultados de los proyectos.

Por ende, la metodología STEAM acentúa, a través de los enfoques de aprendizaje interdisciplinar, la integridad curricular mediante proyectos que se configuran a partir de una problemática latente que requiere ser mitigada o transformada con fines de solución (Santillán-Aguirre et al., 2020). En particular, se destaca que muchos de estos métodos expuestos se sustentan en metodologías activas, básicamente orientadas desde la praxis, con una concepción implícita que promueve el desarrollo del pensamiento crítico, la reflexión racional bajo un canon contextual, útil, accesible para el estudiante, integrando conocimiento y la puesta a punto de la creatividad.

El movimiento maker: Aparece como una estrategia de vanguardia. Según Morales Martínez y Dutrénit Bielous (2017), “una manifestación novedosa al respecto es el movimiento *maker* o la cultura de hágalo usted mismo” (p. 3). Más allá de que el movimiento enfatiza el componente del hacer propio, promueve un aprendizaje basado en la experiencia, el trabajo en equipo, la adquisición de conocimiento en comunidad, de manera que se aminoran las prácticas individualistas y se estimula el desarrollo colectivo (Domínguez González y Mocencahua Mora, 2016). En la misma dimensión de análisis, los *makerspaces* representan una alternativa educativa que viene ganando adeptos a pasos gigantes, cobrando fuerza por su dinámica al direccionar diversos recursos y conectar procesos de aprendizaje con problemáticas reales utilizando las áreas STEAM, donde su fácil aplicabilidad y forma de conectar las áreas con procesos didácticos se fundamentan en diseño y creación.

De modo que los *makerspaces* configuran un lugar de trabajo colaborativo. Ubicado en aulas u otros

espacios, esta estrategia se enfoca en el aprender haciendo, abierto al estudiante y su creatividad, quien diseña, crea y reflexiona con base en los procesos y resultados (Carrera et al., 2019). Por eso, una alternativa fundamental para trabajar STEAM es consolidar los makerspaces, dotándolos de todo tipo de materiales e incluso elementos reciclados y de bajo costo, con los cuales el estudiante pueda generar soluciones creativas desde el imperativo de aprender en la praxis, articulando práctica y teoría. Considerando estas estrategias y sus múltiples posibilidades, algunos autores mencionan:

La enseñanza tradicional muy difícilmente contribuye a desarrollar estas habilidades, capacidades y competencias en los estudiantes. Es evidente entonces la necesidad de cambio en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, sin que esto signifique que la clase expositiva deje de ser eficiente. Se trata simplemente de complementar la adquisición de contenidos con el desarrollo de habilidades, capacidades y actitudes indispensables en el entorno profesional actual (Morales y Landa, 2004, p. 147).

Algunas investigaciones permiten evidenciar ciertas bondades de la metodología STEAM. Por ejemplo, el trabajo de Mendoza Santos (2020) concluye, a través de una secuencia didáctica, que esta implementación facilitó la construcción de saberes ambientales y el afianzamiento de actitudes frente a ese saber. Para ello, los alumnos emplearon diversas herramientas informáticas que les facilitaron el acceso a material audiovisual, plataformas en línea, a la vez que afrontaron diversos problemas de construcción y diseño, comúnmente asociados a la ingeniería, sumando la creatividad y destrezas articuladas con el arte. Por último, se integró de forma transversal el componente matemático: porcentajes, medidas e incluso magnitudes físicas.

Por su parte, la investigación de Descamps Daw (2019) se realizó a través de un estudio de caso y analizó diversas perspectivas teóricas con el propósito de identificar las características de la metodología interdisciplinar y transdisciplinar empleada bajo el enfoque STEAM en educación superior. Como resultado, el autor generó categorías de análisis producto de la observación, y

sus resultados reflejan diferencias y ciertas similitudes en las diferentes formas de implementar este enfoque. Sobre esta base, su trabajo propone al final rutas para la investigación en esta metodología, con miras a seguir profundizando en el conocimiento del tema y trascender más allá de la connotación de estrategia pedagógica.

De igual forma, la revisión de literatura de Celis Cuervo y González Reyes (2021) lleva a los autores a reiterar el aporte de la metodología STEAM a los procesos curriculares. En ese sentido, destacan la formación integral e interdisciplinar, el pensamiento crítico, y el favorecimiento a los procesos cognitivos. Sumado a lo anterior, llaman la atención sobre el estímulo a la formación creativa del estudiante y del docente, a pesar de que abordar los procesos de aprendizaje ampliamente demanda un compromiso complejo interdisciplinar, lo que aún alicientes hacia el aprendizaje significativo.

Una mirada crítica al STEAM

En este punto se reseñan algunos aspectos que generan cuestionamientos y críticas dadas las particularidades del STEAM y los factores que limitan su praxis. En primera instancia, cabe mencionar que las referencias propias de la producción científica a veces quedan cortas en el debate del STEAM: más allá de reconocer su posicionamiento, no trascienden su polisemia semántica, por lo que muchos artículos en general se orientan en el debate de lo que es y lo que no representa la educación STEAM, sin avanzar al plano de reflexión y el análisis de los resultados, las capacidades y los conocimientos que adquiere el estudiante con este enfoque educativo. Por eso, a pesar de que la metodología ha crecido, los marcos teóricos que la referencian no abordan sus principios con la suficiente precisión para que los profesores la puedan apropiar en el desarrollo de sus clases. De tal forma resultan muy limitadas las propuestas que la orientan de forma concreta, lo que restringe los avances en la construcción de objetivos amplios fundamentados en propuestas STEAM (Greca et al., 2021). De igual modo, los artículos esbozan algunas líneas orientadas a la alfabetización STEAM, centrándose generalmente en la visión de necesidades sociales y económicas, sin tener tan claros objetivos de tipo personal y

aspectos como las competencias ciudadanas (Couso, 2017).

Por otra parte, de acuerdo con algunos estudios bibliométricos, el STEM o el STEAM son áreas en las cuales predominan publicaciones de autores ocasionales, si bien se evidencia un crecimiento en la producción científica en torno a este enfoque, lo cual permite entrever que es un campo de estudio que se consolida, teniendo en cuenta que ostentan una gran variedad de temáticas, dada su naturaleza transversal. Concretamente, Estados Unidos es el país que denota los mayores porcentajes de divulgación investigativa sobre esas disciplinas (Ferrada et al., 2019). En ese sentido, vale afirmar que el STEAM, como enfoque aplicado a la educación a nivel conceptual, aún se encuentra en etapa de desarrollo temprano, lo que propicia algunas ambigüedades y confusión con otros conceptos (Zamorano Escalona et al., 2018).

Por ende, muchas de las instituciones educativas no clarifican el concepto del STEAM. Además, existen muchas posiciones que critican la verdadera conexión multidisciplinar de la metodología a pesar de tratar las diferentes asignaturas de manera conjunta, dejando ciertas dudas en su configuración como disciplina o aproximación a un conjunto de asignaturas. De ahí que la verdadera conexión sea a través de una metodología por proyectos, en la cual las disciplinas se enlacen (Azcaray Fernández, 2019). Así, Carrera et al. (2019) reafirman de manera categórica que el STEAM, como enfoque de la enseñanza, cuestiona el actual modelo basado en la división de las materias y origina la multidisciplinariedad.

Otro aspecto por considerar en esta línea de discusión desde los referentes teóricos del tema en estudio corresponde al desarrollo STEAM en áreas como las matemáticas. Este componente en particular exhorta a una reflexión profunda y sistemática por parte del docente a propósito de los saberes desde una concepción múltiple. El objetivo es implementar un uso pertinente de estrategias de enseñanza-aprendizaje para configurar el éxito de la asignatura, siendo un atenuante en el impacto de la práctica pedagógica su efecto en el educando y el aprendizaje significativo (García Mejía y García-

Vera, 2020). En ese panorama, la didáctica de las matemáticas debe investigar y consolidar su papel activo en el marco de la educación STEAM, con el imperativo de fundamentar un análisis crítico desde las diversas propuestas; concretamente, sobre el papel que debería tener el área (Simarro Rodríguez y Couso Lagarón, 2018). Más allá de esa percepción, es preciso reafirmar: “lo importante ya no es solo saber ciencias, matemáticas y tecnología, sino saber resolver problemas en contextos reales ‘pensando como’ matemáticas/os, científicas/os e ingenieras/os” (Domènech-Casal et al., 2019, p. 4).

No obstante, la sociedad actual gira en torno a nuevos paradigmas emergentes del conocimiento, dinámicos y por supuesto de alta complejidad. Así se van hilvanando nuevos debates sobre los fines de la educación, que exigen poner en la palestra del sistema educativo la dimensión desde la cual se concibe la separación de las humanidades y las ciencias (Cilleruelo y Zubiaga, 2014). En ese orden, autores como Martha Nussbaum formulan críticas a la tendencia de algunos sectores en considerar objetivo preponderante de la educación formar principalmente al estudiante para ser productivo en términos económicos. Sin embargo, esta visión, en la cual lo más importante es educar para la vida laboral, representa una idea sesgada y limitada de la educación, más utilitaria, enfocada a la profesionalización, segregando de manera significativa la formación en artes y humanidades en los diferentes niveles educativos (Cabra Torres, 2011). Este tipo de reflexiones sobre la importancia del arte y la creatividad como complementos de la formación holística son atenuantes de un discurso que sustenta y justifica la imperiosa relevancia del enfoque STEAM en su configuración integral como un todo.

En ese sentido, a pesar de que el arte ha evidenciado una menor aparición en los currículos en comparación con las otras áreas, esto no ha limitado su aporte cognitivo en la consecución del proceso de enseñanza-aprendizaje integral y holístico. En efecto, muchos valoran la incorporación de las artes al acrónimo STEM otorgándole más trascendencia al rótulo STEAM+A. Precisamente, la complejidad de los contenidos desarrollados suma aportes significativos de gran impacto en la elaboración de

la realidad, articulándose con expresiones del arte y la cultura contemporánea desde un enfoque que fundamenta un discurso y una praxis con gran nivel de coherencia (Serón Torrecilla y Murillo Ligorred, 2020). Por ende: “el aprendizaje STEAM es un modelo educativo que persigue la integración y el desarrollo de las materias científico- técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar” (Yakman, como se citó en Ruiz Vicente, 2017, p. 27).

Ahora bien, la incorporación de las artes fomenta un aprendizaje disciplinario con más motivación, compromiso y pertinencia en las áreas STEAM. Así se configura una educación integral que permite una aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje de forma activa, experimental, la cual rompe barreras disciplinares y gesta múltiples posibilidades entre el arte, la ciencia y la tecnología (Cilleruelo y Zubiaga, 2014; Ruiz Vicente, 2017). Por esta razón, Higuera Sierra et al. (2019) aseveran: “la metodología STEAM se está aplicando con resultados positivos, precisamente porque en una de sus siglas está el arte como principio de ella, por otro lado, se obtiene un resultado favorable en el pensar de los estudiantes” (p. 133).

Por su parte, otras vertientes demandan acciones y estrategias desde el enfoque. Un caso particular es el del contexto latinoamericano, donde es palpable la brecha de género en áreas STEAM, teniendo en cuenta la baja representación femenina en disciplinas científicas y tecnológicas respecto al número de hombres, en muchos casos como producto de factores culturales, institucionales, creencias familiares o simplemente del mundo laboral y sus pautas. Este hecho inquieta, dada la gran tendencia de empleos permeados por la ciencia, la tecnología y otras áreas de formación e investigación en los que se presenta una reducida participación femenina (Arredondo Trapero et al., 2019). Dicha preocupación ha llevado a dar cuenta de algunas razones de esta poca figuración de mujeres en las áreas STEAM tales como la “presión cultural sobre las mujeres para adaptarse a los roles tradicionales de género y una visión inherente del mundo masculino en la epistemología científica” (Oliveros Ruiz, 2019, p. 159). Por ende, hombres y mujeres no participan de manera equitativa en el ámbito educativo ni laboral que engloban estas

disciplinas, dadas las barreras que se encuentran subrepresentadas (Moreira et al., 2019).

Sin embargo, aparecen alternativas que mitigan esta baja representación femenina y afianza un panorama más alentador. Romero López y Gimeno Sorribas (2020), por ejemplo, destacan que “El hecho de que el alumnado tenga acceso desde edades tempranas a propuestas STEAM ayuda a fomentar las vocaciones científico-tecnológicas, especialmente entre las niñas, para que tengan la oportunidad de formarse en STEAM y desarrollar profesiones de carácter científico-tecnológico” (p.1).

De igual forma, es preciso señalar que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2022) ha centrado gran interés en la promoción y el empoderamiento de las niñas y las mujeres en el ámbito de las áreas STEAM. Así, la idea de que ellas cursen y se vinculen a estas metodologías se convirtió en un imperativo, entendiendo que se debe mejorar de manera significativa el nivel de participación de este grupo poblacional en estas áreas, con la intención de disminuir las brechas y las diferencias en las profesiones, al mismo tiempo que se incrementa paulatinamente la conciencia colectiva sobre la importancia de las mujeres y las niñas en la enseñanza STEAM. En consecuencia, se reitera que el género femenino en Latinoamérica sigue estando condicionado por la influencia de factores que determinan la cultura y las instituciones, lo que sin lugar a duda son variables que inciden en sus posibilidades de desarrollo y en su rol social.

Por otro lado, con el objetivo de facilitar la implementación de entornos de aprendizaje educativo en STEAM, las instituciones, desde su política, deben orientar e involucrar a los docentes en la articulación curricular de las áreas mediante espacios pedagógicos que estructuren procesos interdisciplinares. Asimismo, es clave motivar desde las diversas asignaturas el desarrollo de proyectos transversales integrados que mitiguen los efectos de las problemáticas del contexto para incentivar y desarrollar el aprendizaje del estudiante (García Mejía y García-Vera, 2020). De tal modo, los alumnos deben ser capaces de dar respuesta dentro

de una didáctica que trascienda lo cognitivo, lo afectivo y lo volitivo, que oriente la formación del ser humano para la vida, con la plena capacidad de atender necesidades propias de su contexto, mejorando paulatinamente competencias genéricas y específicas, que apunten a la formación de estudiantes con valores y habilidades integrales (Castro-campos y Rojas, 2015).

Otro aspecto que alimenta el debate se relaciona con la producción científica sobre STEAM, en cuya aplicación práctica se concentran la mayoría de investigaciones, a la vez que son limitados los estudios que dan cuenta de la evaluación de esos resultados y su respectivo análisis crítico. Esto, sin embargo, puede atribuirse a la reciente publicación de los artículos. Tal vez en los próximos años se elaboren artículos con resultados empíricos muy bien estructurados donde se trascienda de la fundamentación teórica a los verdaderos insumos que den validez y viabilidad a la metodología.

Por último, para que pueda implementarse el enfoque STEAM en las instituciones educativas y generar impacto significativo, debe materializarse como un proceso que integre a toda la comunidad educativa: la familia, la institución, los estudiantes y los docentes. Para tal propósito será fundamental generar empatía y sinergia entre los diferentes actores, con una óptica que convierta a la institución en eje integrador, gestor de proyectos, formador no solo de elementos académicos, sino también artísticos y de emprendimiento activo, trascendiendo el modelo simplista de transmitir contenidos (López Gamboa, 2019; Ortiz-Revilla et al., 2018).

CONCLUSIONES

La educación STEAM configura un acercamiento al proceso de enseñanza activo que fomenta el ejercicio experimental, el cual rompe paradigmas, vence barreras disciplinares, integra esfuerzos con el arte, promueve múltiples posibilidades en el marco de una dimensión amplia de ciencia y tecnología, y estimula la resignificación del ámbito de la investigación en el contexto educativo multidisciplinar, apoyándose en escenarios virtuales y físicos, como los referidos *makerspaces*, entre otros. No obstante, este enfoque fundamenta la

necesidad de fortalecer los recursos, las redes, el talento humano y demás factores intrínsecos y extrínsecos que permitan trazar horizontes curriculares personalizados en función de los intereses propios del estudiante, desde la premisa de la curiosidad como eje del conocimiento, terreno propio del STEAM.

De igual forma, en un análisis reflexivo desde las fuentes de información, se instala una concepción general donde la incorporación de herramientas educativas con la metodología STEAM en las aulas acentúa múltiples beneficios, como favorecer la creatividad y la toma de decisiones encaminada a la resolución de problemas. Sin embargo, es importante tener claridad en la implementación de estas metodologías, su análisis y reflexión. Trazar el camino de la investigación y valorar los efectos de esta poderosa herramienta, si bien representa un desafío para todos —educadores e instituciones educativas—, no deja de ser una apuesta factible en la transformación de las metodologías tradicionales y la búsqueda de la innovación. Por ende, los profesores deben seguir la cualificación tecnológica para estar a la vanguardia y adelantar proyectos que potencien la metodología, con el fin de aumentar el fortalecimiento de habilidades cognitivas, a la vez que se articulan y profundizan los elementos curriculares de las áreas STEAM; por supuesto, bajo la premisa de formar estudiantes preparados para el futuro.

Por otra parte, es preciso señalar que el arte sigue su crecimiento paulatino y su posicionamiento emergente como complemento didáctico en áreas en las cuales tradicionalmente no tenía un alto grado de aplicabilidad. En ese panorama, la creatividad demanda espacios y contextos de acción dinámica. Además, se necesitan estrategias de vinculación que rompan algunos paradigmas que subyacen y tienen arraigo en los diferentes escenarios.

Asimismo, se requiere potenciar variables de conocimiento desde las diversas estrategias y posibilidades del enfoque STEAM, aterrizadas en los currículos y modelos educativos de las instituciones educativas en sus diferentes niveles, con alta trascendencia de inclusión, que a su vez permitan

fomentar la incorporación de mujeres al ámbito laboral y de investigación relacionada con estas áreas del conocimiento, pues ellas requieren del acceso a las TIC para empoderarse y estructurar roles sociales.

Debido a lo anterior, se consideran estrategias para reducir las brechas de género e incentivar la incorporación de las mujeres al escenario laboral desde estas áreas, con la intención de tener modelos de referencia femeninos en la ciencia y la tecnología. Se busca así ir más allá de una concepción de derecho a la igualdad, para contemplar la necesidad de producir la excelencia científica y tecnología de punta sin privarse del potencial que las mujeres le imprimen a este terreno. De esta manera, Latinoamérica debería dejar de privarse del conocimiento que ellas pueden aportar al enfoque STEAM.

Cabe mencionar que la revisión de la literatura sobre STEAM prepondera el rol de las artes, la ciencia y las matemáticas, ya que estas incrementan las oportunidades de aprendizaje, estimulan el interés, articulan y generan el desarrollo del componente creativo y la capacidad crítica. De igual forma, se ha evidenciado que las experiencias de esta metodología aportan de forma significativa al proceso educativo con aprendizajes interdisciplinarios, donde las habilidades para la resolución de problemas afloran, dando respuestas creativas, ajustadas a las capacidades individuales, pero también al trabajo colaborativo. Por consiguiente, se recomienda la implementación de esta metodología como alternativa favorable en la construcción de aprendizajes significativos que conduzcan a la transformación de la escuela actual. No obstante, también se han referenciado algunas críticas a la metodología, principalmente por la poca evidencia del efecto que produce como estrategia pedagógica dada su limitada producción literaria

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Durante la ejecución del trabajo y la redacción del artículo no se ha incidido en interés propio o ajeno que pueda afectar las buenas prácticas editoriales e

bajo el porcentaje de experiencias de carácter científico-sistemático con criterios válidos y rigor académico que sirvan de marco de referencia.

Precisamente, esta inquietud que genera en algunos puede ser una oportunidad más para reflexionar y trazar futuras líneas de investigación que den cuenta de la metodología desde diferentes perspectivas de análisis que se fundamenten en procesos sistemáticos, rigurosos y contextualizados. Con ello se aportaría de manera pertinente al componente epistémico y metodológico, ante la incuestionable tarea de buscar nuevas y mejores formas de enseñar y de generar currículos innovadores acordes con las necesidades actuales.

A propósito, la metodología STEAM probablemente se consolide como uno de los medios más pertinentes para el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas de Colombia, dada su versatilidad y carácter innovador, más allá de estarse posicionando apenas frente a los currículos. Sin embargo, la posibilidad de contextualizar los problemas de cada institución resulta favorable hacia la construcción del aprendizaje profundo y duradero. Finalmente, cuestionar la idea de ver las ciencias y demás áreas como simples fuentes de contenido, sin valorar que durante el proceso de formación STEAM se aprende y adquieren destrezas, al mismo tiempo que se afianza el pensamiento crítico, proporciona un marco constructivista para el desarrollo de conocimiento desde el contexto real, que impulsa la necesidad de reflexionar la transformación global, transitar del trabajo fundamentado en roles fijos al trabajo basado en proyectos, con equipos multidisciplinarios y colaborativos que instauren una alternativa pertinente para el proceso enseñanza- aprendizaje en el siglo XXI.

investigativas. El actual artículo se ajusta a las imposiciones éticas en el campo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adell Segura, J., Llopis Nebot, M., Esteve Mon, F. y Valdeolivas Novella, M. (2019). El debate sobre el

- pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Arredondo Trapero, F. G., Vázquez Parra, J. C y Velázquez Sánchez, L. M. (2019). STEM y brecha de género en Latinoamérica. *Revista de El Colegio de San Luis*, 9(18), 137-158. <https://doi.org/10.21696/rcsl9182019947>
- Azcaray Fernández, J. K. (2019). Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular STEAM a través del uso de las nuevas tecnologías creativas [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/125704>
- Cabra Torres, F. (2011). La crisis silenciosa, el futuro de la democracia y el cultivo de la humanidad. *Signo y Pensamiento*, 30(58), 286-291. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-48232011000100021&lng=en&tlng=es
- Carrera, X., Coiduras, J., Lázaro, J y Pérez, F. (2019). La competencia digital docente definiciones y formación del profesorado. En M. G. Cervera, V. Esteve-González y J. L. Lázaro (Eds.), *¿Cómo abordar la educación del futuro?, conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente*. Ediciones Octaedro S. L.
- Castro-Campos, P. y Forero-Hernández, D. (2022). Tecnologías de la información y la comunicación: Percepción estudiantil del aprendizaje en tiempos de Covid 19. *Cultura, Educación y Sociedad*, 13(1), 161-176. <http://dx.doi.org/10.17981/culteducosoc.13.1.2022.10>
- Castro-Campos, P. A. y Rojas, J. J. (2015). *Estilos de enseñanza de los docentes del área de didáctica de la licenciatura en educación física, deportes y recreación* [Trabajo de maestría, Universidad del Tolima, Colombia]. <http://repository.ut.edu.co/handle/001/1590>
- Celis Cuervo, D. A. y González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279-302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*, 2014. Universidad del País Vasco UPV/EHU. <http://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències. Revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 2017(34), 22-30. <https://www.raco.cat/index.php/Ciències/article/view/338034>
- Descamps Daw, G. A. (2019). *STEAM en Colombia: una mirada a las prácticas y saberes del trabajo interdisciplinar* [Trabajo de grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/43763/u830932.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Domènech-Casal, J., Lope, S. y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, 2. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_di_vulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Domínguez González, M. S. y Mocencahua Mora, D. (2016). Propuesta educativa del movimiento *maker* como herramienta para generar estrategias de aprendizaje de matemáticas. Tecnologías aplicables a la educación: innovación educativa [Conferencia]. *XI Encuentro Iberoamericano de Educación*. Universidad Veracruzana. https://www.researchgate.net/publication/319311694_Propuesta_educativa_del_movimiento_maker_como_herramienta_para_generar_estrategias_de_aprendizaje_de_matematicas_Tecnologias_aplicables_a_la_educacion_innovacion_educativa
- Domínguez Osuna, P. M., Oliveros Ruiz, M. A., Coronado Ortega, M. A. y Valdez Salas, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación Educativa*, 19(80), 15-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1794/179462794002>

- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Puraivan, E. (2019). Análisis bibliométrico sobre educación STEM. *Revista Espacios*, 40(8). <http://www.revistaespacios.com/a19v40n08/19400802.html>
- Forero Hernández, D. J. y Castro Campos, P. A. (2022). Políticas educativas y cooperación internacional en Latinoamérica. *Revista FACCEA*, 12(1), 08-28. <https://doi.org/10.47847/faccea.v12n1a1>
- Furman, M. (2016). *Educación mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia*. Santillana.
- 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 Cartagena, Y., Reyes González, D. S. M. y Burgos Oviedo, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Revista Electrónica Diálogos Educativos* (33). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>
- García Mejía, R. y García-Vera, C. (2020). Metodología STEAM y su uso en matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 163-180. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1212>
- García Varcácel, Muñoz-Repiso, A. y Basilotta, Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J. y Arriasecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802. [10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802)
- Higuera Sierra, D., Guzmán Rojas, J. y Rojas García, A. (2019). Implementando las metodologías STEAM y ABP en la enseñanza de la física mediante Arduino. *Memorias de Congresos UTP*, 133-137. <http://repositorioiidca.csuca.org/Record/RepoUTP6457>
- Innobasque. (2018). *Guía de recomendaciones para impulsar y fortalecer los proyectos STEAM en las organizaciones de la educación no formal*. <https://www.innobasque.eus/publicaciones/publication/504>
- López Gamboa, M. V. (2019). Implementación y articulación del STEAM como proyecto institucional, *Latin American Journal of Science Education*, 6(1), 12034. https://www.academia.edu/39635378/Implementaci%C3%B3n_y_articulaci%C3%B3n_del_STEAM_como_proyecto_institucional
- López Simó, V., Couso Lagarón, D. y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 20(62). <http://dx.doi.org/10.6018/red.410011>
- Marti, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2012). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/743>
- Martínez Mayoral, M. A., Morales Socuellamos, J., Baeza, J. A., Ortiz Henarejos, L. y Quesada Martínez, M. (2019). *TIC's para la docencia y el aprendizaje*. Universitas Miguel Hernández. https://books.google.com.co/books/about/TIC_s_para_la_docencia_y_el_aprendizaje.html?id=2EvEdwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es-419&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Mendoza Santos, J. A. (2020). *Secuencia didáctica basada en metodología STEAM enfocada en los ODS con estudiantes del grado undécimo del Colegio Americano de Bucaramanga* [Trabajo de Maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12485/2020_Tesis_Jhon_Ander_son_Mendoza_Santos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Monzón Davila, E. M. (2019). Alfabetización digital en el aula. *Proceedings of the Digital World Learning Conference* CIEV.

- <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/960/1/12.pdf>
- Morales Martínez, Y. M. y Dutrénit Bielous, G. (2017). El movimiento Maker y los procesos de generación, transferencia y uso del conocimiento *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 5(15). <https://dx.doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2017.15.62588>
- Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado En Problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157. <http://www.ubiobio.cl/theoria/v/v13/13.pdf>
- Moreira, N., Ortega, M., Delgado, A. y Goñi, M. (2019). Desigualdades de género en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). En M. Beatriz, S. Silveira, D. Meziat, M. García y L. Bengochea (Eds.), *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias en debate. Volumen 1 Didáctica de las Ciencias Género e Inclusión Educativa en STEM* (pp. 813-822). Universidad de Alcalá.
- Oliveros Ruiz, M. A. (2019). STEAM como herramienta para fomentar los estudios de ingeniería. *Revista Científica*, 35(2), 158-166. <https://dx.doi.org/10.14483/23448350.14526>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M. y Arriasecqa, I. (2018). Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), 28° *Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (pp. 823-828). Universidade da Coruña. https://www.researchgate.net/publication/327509411_Construccion_de_un_marco_teorico_para_el_enfoque_STEAM_en_la_Educacion Primaria#:~:text=STEAM%2C%20acr%C3%B3nimo%20del%20ingl%C3%A9s%20Science,responder%20a%20la%20complejidad%20competencial
- Paredes Curin, C. R. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 119-144. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.20-1.6>
- Romero López, S. y Gimeno Sorribas, C. (2020). Transformación metodológica de la Escola Montessori de Rubí desde una perspectiva STEAM y de género, *Revista Participación Educativa Segunda Época*, 7(10), 123-136. <https://sede.educacion.gob.es/publivena/transformacion-metodologica-de-la-escola-montessori-de-rubi-desde-una-perspectiva--steam-y-de-genero/ensenanza-politica-educativa/23940>
- Ruiz Vicente, F. A. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, flipped, classroom y robótica educativa* [Tesis doctoral, Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia]. Archivo digital. <https://repositorioinstitucional.ceu.es/handle/10637/8739>
- Saborío Taylor, S. y García Borbón, M. (2021). Construyendo una STEAM-E-WEB (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics-English Web). *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 133-146. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3502>
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura "maker". *Revista Padres y Maestros*, 379(2019), 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Santillán-Aguirre, J. P., Jaramillo-Moyano, E. M., Santos-Poveda, R. D. y Cadena-Vaca, V. D. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 48(5). <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Santillán Aguirre, J. P., Cadena Vaca, V. del C. y Cadena Vaca, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212-227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>
- Serón Torrecilla, F. J. y Murillo Ligorred, V. (2020). Arte contemporáneo y STEAM en la formación de maestros de educación primaria. *Intersecciones Arte y Ciencia*, 8(1), 65-76. <https://doi.org/10.1387/ausart.21462>
- Simarro Rodríguez, C y Couso Lagarón, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates, ¿qué? *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 81, 49-56. <https://www.grao.com/es/producto/visiones-en-educacion-steam-y-las-mates-que-un08193917>
- Unesco. (2022, 5 de agosto). *La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología,*

ingeniería y matemáticas (STEM).

<https://www.unesco.org/es/gender-equality/education/stem>

Villafrades Torres, R. (2018). *Educación STEAM: Una reflexión desde la enseñanza de la química, Bucaramanga*, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
<https://pledocienciaseberon.wordpress.com/2018/10/04/educacion-steam-una-reflexion-desde-la-ensenanza-de-la-quimica/>

Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y. y Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de humanidades y ciencias sociales*, 41.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6985006>