

STEM Y SUS OPORTUNIDADES EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

DEIMER YEPES MIRANDA

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INFORMÁTICA Y MEDIOS AUDIOVISUALES**

LINDA LUZ LEE

DIRECTOR



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS HUMANAS

LICENCIATURA EN INFORMÁTICA AUDIOVISUALES

MONTERÍA, CÓRDOBA

2020

Vobo: Inda Lee.
Documento de identidad N° 50940153

Directora Monografía

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo agradecer a Dios y a mis padres por todo el esfuerzo económico que hicieron para que yo formaré parte de este plantel, agradecer a amigos, compañeros, familiares que hicieron posible que cada minuto que estuve allí valiera la pena. El personal administrativo del departamento de Informática, así como al de investigación y extensión de la Universidad que estuvieron dispuestos a colaborar en el desarrollo del proceso educativo e investigativo. También al personal docente de la Universidad de Córdoba que marcaron en mí el amor de ser docente, la importancia y el deber de llevar a cabo esta profesión, además brindaron sus conocimientos, experiencias e intentaron fortalecer, en la medida de lo posible, las competencias necesarias para poder enfrentarme al mercado laboral.

Un agradecimiento especial también a la docente Linda Luz Lee que me acompañó durante este proceso de desarrollo de la monografía y fue un excelente apoyo para resolver las dudas y motivarme a realizar un buen trabajo. Agradecer a esa persona especial que estuvo conmigo antes de ingresar a la universidad y que me ha apoyado durante todo este proceso de vida. Y agradecer a una persona, que fue quien me encaminó a ejercer la docencia y quien me dio un gran ejemplo que marcó a mí y a mi familia, esto es en honor a ti, Julia Miranda, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	6
II. STEM DEFINICIONES Y TIPOLOGÍA	9
III. ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS Y COMPETENCIAS STEAM	15
IV. EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS DEL ENFOQUE STEAM EN EDUCACIÓN BÁSICA, MEDIA Y SUPERIOR	28
V. CONCLUSIONES	36
VI. REFERENCIAS	40

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Elementos del enfoque STEM según la concepción de Reyes-González, 2019. Elaboración propia.	19
Figura 2. Competencias STEAM, se muestran las diferentes competencias señaladas junto con las habilidades que adquieren los actores del proceso. Copyright 2019 por Sánchez Ludeña	21
Tabla 1. Experiencias STEM/STEAM	29

RESUMEN

En un mundo donde la globalización no cede y mucho menos lo hace el continuo avance tecnológico, es prudente tener en cuenta afirmaciones como las de Bill Gates: "No podemos mantener una economía innovadora a menos de que tengamos personas bien entrenadas en ciencia, matemáticas e ingeniería" (Nina, 2020). Es por ello que la educación debe evolucionar a la par de la tecnología y las nuevas necesidades educativas a las que se enfrenta (Paredes, 2018), esto se consigue innovando en las diferentes formas, metodologías y enfoques de desarrollo del saber, del saber hacer y del saber ser. En la búsqueda por satisfacer esa necesidad es que nacen iniciativas como STEM.

Este documento expresa diferentes concepciones de diversos autores acerca del STEM y pone en consideración los elementos característicos, la tipología, las competencias que desarrolla y algunas experiencias significativas que han nutrido poco a poco lo que hoy conocemos como Educación con enfoque STEM.

PALABRAS CLAVES: STEM, Educación, Enfoque, Dimensiones, Tipos de STEM, Experiencias con STEM.

ABSTRACT

In a world where globalization does not budge, let alone continual technological advance, it is wise to consider claims like Bill Gates: "We cannot maintain an innovative economy unless we have people well trained in science, mathematics and engineering" (Nina, 2020). That is why education must evolve along with technology and the new educational needs it faces (Paredes, 2018), this is achieved by innovating in the different forms, methodologies and approaches to the development of knowledge, know-how and knowing how to be. In the search to satisfy that need, initiatives like STEM are born.

This document expresses different conceptions of various authors about STEM and takes into consideration the characteristic elements, the typology, the competences that it develops and some significant experiences that have gradually nurtured what we now know as STEM-focused Education.

KEY WORDS: STEM, Education, Focus, Dimensions, Types of STEM, Experiences with STEM.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo está cambiando aceleradamente, la tecnología hace nuestra forma de vivir cada vez más sencilla, pero a la vez estos avances están originando que poco a poco los paradigmas que tenemos sobre aspectos cotidianos sean rotos constantemente (Aguirre., Vaca, & Vaca, 2019). Llegados al punto en el que todos los países del mundo están obsesionados con el futuro del mismo, con la educación y la inversión en capital intelectual, que su población esté preparada para desarrollar la ciencia, la tecnología e innovar en los procesos de desarrollo (World Economic Forum, 2016). De acuerdo con lo anterior, a los estados en su totalidad les interesa que los nuevos ciudadanos sean conscientes de que recibirán países con avances tecnológicos increíbles, pero con unas problemáticas sociales y ambientales mucho más marcadas y son ellos los encargados de enfrentarse a esa realidad y transformarla.

Los estudiantes del siglo XXI deben formarse en habilidades para vivir en una sociedad cada vez más letrada en el uso de las tecnologías y sobresalir en un mercado laboral cada vez más saturado (Nina, 2020). Pero, la actualidad también demanda que docentes y estudiantes desarrollen una serie de habilidades y competencias debido a que la forma en que se ha venido entendiendo la educación no puede seguir siendo la misma, sino que esta debe innovar en su adaptación basada en las nuevas condiciones que manifiesta la sociedad. STEM responde al acrónimo en inglés de Science-Technology-Engineering-Mathematics, las asignaturas para una economía próspera y para una sociedad segura y saludable (Sánchez Ludeña, 2019).

Este documento se construyó con el objetivo de describir el enfoque STEM y como este fortalece los procesos de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas, a través de la identificación de experiencias significativas desarrolladas en diferentes contextos. Esto se lleva a cabo a partir de la revisión sistemática de proyectos y experiencias relacionadas con la educación bajo el enfoque STEM.

La búsqueda se efectuó en bases de datos electrónicas como Researchgate, Dialnet y Scielo, en páginas de entes gubernamentales como la National Science Foundation (NSF), Unión Europea (UE), Ministerio de Tecnologías para la Información y Comunicación en Colombia (MinTIC), Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) y en el metabuscador Google Academic, utilizando los siguientes términos descriptores, tanto en español como en inglés, entre los años 2014 y 2020: STEM, STEAM, educación STEM, STEM en el proceso de enseñanza - aprendizaje, competencias del siglo XXI y enfoques educativos emergentes en el mundo. El periodo de revisión comprendió desde 13/12/2019 al 23/03/2020.

Los criterios para seleccionar los proyectos y experiencias fueron:

1. Experiencias de Instituciones Educativas de educación básica y media (IE) e Instituciones de Educación superior (IES) relacionadas con educación bajo el enfoque STEM.
2. Estudios que analicen diferentes elementos y características de la educación bajo el enfoque STEM y sus tipologías.

3. Estudios que expliquen el aporte que tiene el enfoque STEM en la educación y en la economía global.

Los artículos fueron analizados a partir de los objetivos educativos planteados y de sus concepciones de STEM, aplicada a los propósitos investigativos. La valoración de los artículos fue cualitativa, sin olvidar que deben estar presentes los criterios de selección expuestos anteriormente. El periodo de publicación de los artículos encontrados data de 2014 a 2020.

De los trabajos analizados se escogieron 54 que cumplían con los criterios de selección. Estos fueron desarrollados principalmente en los continentes de Europa y América, sólo dos trabajos provienen de Asia y uno de la India. El 45% de los proyectos se desarrollaron en América, de los cuáles se destaca Colombia con 7 trabajos. El 51% pertenece a trabajos desarrollados Europa, donde destaca España con 13 proyectos.

Este documento presenta entonces, un análisis a partir de la lectura de los artículos y proyectos, en el que se describe el concepto, las características y las tipologías del enfoque de educación STEM, junto con las competencias que desarrolla en el ser humano, de acuerdo con las definiciones presentadas por los distintos autores. Además, se hace un estudio acerca de diferentes experiencias significativas que muestran los aportes que este enfoque genera en la educación y el contexto donde se desarrolla.

II. STEM DEFINICIONES Y TIPOLOGÍA

2.1 CONCEPTO STEM

STEM está definido por Alvarado Barzallo & Asinc Benítez (2019) como un acrónimo de las palabras en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics, que en español podría traducirse como: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas el término surge de la necesidad de preparar a los jóvenes para un mundo cada vez más globalizado, sediento de personas que puedan desenvolverse en el entorno laboral con las diferentes herramientas tecnológicas que se tienen a disposición, siendo creativas y usando métodos disruptivos para realizar sus tareas diarias. Este concepto fue usado por primera vez en la década de los 90`s por la National Science Foundation (NSF), pero empezó a tener impacto en las políticas educativas norteamericanas para el año 2010, a partir de allí empezó a extenderse por varios territorios del mundo (Pastor, 2018).

Álvarez (2016) la considera una estrategia para fortalecer la ciencia y la tecnología recalcando que se utiliza como base para apoyar el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación desde la educación. Esta misma perspectiva la comparte Lupiáñez & Ruiz-Hidalgo (2016) que la define como una estrategia educativa que trabaja de forma interdisciplinar, y en donde se procura experimentar los conceptos y temáticas a abordar mediante la experimentación directa en diferentes contextos con el fin de lograr un aprendizaje significativo.

En cambio, Pastor (2018) considera que STEM es una metodología que está fundamentada en el aprendizaje interdisciplinar y contextualizado entre las áreas de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología, las cuales están estrechamente relacionadas con el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas y otras metodologías activas que hacen parte de la corriente constructivista. En este mismo sentido, Pelejero De Juan (2018) añade que esta metodología busca la conexión directa entre los contenidos curriculares de las disciplinas STEM y el mundo real, y para alcanzar este objetivo es necesario que el estudiante sea quien tome protagonismo en su aprendizaje.

Por otra parte, Pascual define las STEM como una disciplina que, a partir de propuestas interdisciplinarias, entre las áreas STEM, saca provecho de los elementos comunes entre las asignaturas. Es decir, que es una disciplina que nace de la necesidad de integrar áreas del currículo académico para fortalecer el desarrollo de un conocimiento significativo en el estudiante. "Se incluyen también los contextos y situaciones que pueden encontrar los alumnos en su día a día y los materiales necesarios" (2016, pág. 1).

Reyes-González (2017) afirma que más que una disciplina es una propuesta de modelo pedagógico que pretende resolver el problema de la falta de configuración de generaciones específicas, enfocadas al desarrollo de habilidades centradas en el aprendizaje para toda la vida y la comunicación con los demás. Este modelo facilita el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de diversas estrategias tales como juegos, actividades lúdicas, trabajo cooperativo, ya que su fin es romper las

barreras que separan a las disciplinas de arte, matemáticas, ciencia y tecnología (Cilleruelo & Zubiaga, 2014).

Desde la percepción de Reyes-González (2019) STEM es un enfoque que privilegia tratar las ciencias y las tecnologías de forma integrada por la aplicación del aprendizaje en el mundo real. Del mismo modo Sánchez Ludeña (2019) comparte la visión de enfoque, pero expone que este se basa en que las ciencias tomen el papel de brindar un método para comprender e interpretar el medio natural, ya que de esta manera la tecnología e ingeniería brindan técnicas y herramientas para afrontar la construcción de problemas y las matemáticas aportan un modo de expresión y representación, además de una forma de resolver problemas y fortalecer el pensamiento lógico.

Aunque existen diversas percepciones en torno al concepto de STEM, la mayoría de los autores anteponen el estudio de las denominadas "ciencias puras" como lo son el área de ciencias y matemáticas, haciendo un menor énfasis en tecnología e ingeniería, al ser materias que por lo regular no se encuentran dentro del currículo obligatorio en las instituciones educativas (National Research Council, 2011). Sumado a esto, Land (2013) expone que los estudiantes muestran falta de creatividad a la hora de resolver problemas con el conocimiento que adquieren, razón por la cual se proponen enfoques más equilibrados para potenciar la creatividad, en el que se incluyen áreas que antes estaban trabajando independiente al currículo como lo son, la educación humana o humanidades, las artes y el diseño, como parte de la educación STEM.

Llegados a este punto y habiendo expuesto las diferentes concepciones de diversos autores acerca del concepto STEM, es posible identificar que el mismo es percibido como: estrategia, metodología, modelo, disciplina y/o enfoque, dependiendo de las experiencias teóricas y prácticas del autor. No obstante, el concepto de Reyes-González (2019) es el más amplio, al considerarlo como un enfoque en el que la interdisciplinariedad juega el papel más fundamental para alcanzar un aprendizaje significativo y el cual tiene como objetivo incentivar el estudio de las áreas STEM en los estudiantes, para desarrollar en ellos habilidades necesarias que les permitan estimular el crecimiento y progreso científico-tecnológico.

Lo anterior se ve justificado al entender el concepto de enfoque pedagógico como enfocar la atención a una realidad educativa para resolverla, teniendo en cuenta unos supuestos previos para lograrlo de la forma más acertada (García, 2014). Esto quiere decir que, para encontrar y aplicar los enfoques pedagógicos se tienen que tener en cuenta algunos aspectos iniciales para que luego se lleve a cabo una revisión de una serie de propuestas que busquen resolver diferentes situaciones que desencadena un problema identificado. Esto conduce a comprender el STEM como un enfoque, puesto que encaja con lo definido, entendiendo que los "supuestos previos" de este serían el problema de contextualización de la educación, en cuanto a las competencias del siglo XXI y a la falta de desarrollo de las mismas, incurriendo en limitaciones de innovación, poco desarrollo de la creatividad, bajo nivel de pensamiento crítico, poca comunicación efectiva, deficiencias en el trabajo en equipo, lo que al final genera, una ralentización en la

resolución de los problemas sociales y un estancamiento en la producción de nuevo conocimiento (Herro, Quigley, Andrews, & Delacruz, 2017).

2.2 TIPOLOGÍAS STEM

Las tipologías de STEM se basan en la inclusión de nuevas áreas dentro de las descritas. Yakman (2008) presenta el acrónimo STEAM introduciendo la A inicial de "Arts" dentro STEM. Esta misma autora define STEAM como un enfoque educativo que persigue la integración y el desarrollo de las materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar. Lo anterior se convertiría en el punto de inicio de adaptación y conversión de STEM a STEAM según (Pastor, 2018). Este punto de vista es compartido por Jho, Hong & Song (2016) que definen STEAM como un enfoque que se esmera en cambiar su cosmovisión acerca del proceso educativo, entendiéndolo como un proceso holístico en el que prima la innovación y la creatividad para enfrentar la solución de problemas. Asimismo, Aguirre, Vaca & Vaca (2019) comparten esta visión, pero afirman que además de primar la innovación y creatividad se debe respaldar con el trabajo colaborativo y una relación recíproca entre docente-docente y docente-estudiante, esto se hace necesario porque la interdisciplinariedad se presenta como una recreación didáctica. Por tanto, no debe estar aplicada a un ámbito cerrado al aula clases sino a la apropiación de las tecnologías para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje con la creación de materiales educativos digitales y dedicación innovadora de estrategias de aprendizaje como repertorio compartido.

Sánchez Ludeña (2019) afirma que su esencia es integrar contenidos de diferentes disciplinas (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas). Además, el autor expone que las metodologías que hacen parte del constructivismo son las más adecuadas para el desarrollo de las competencias STEAM, destacando el trabajo por proyectos, en particular el thinkering y el movimiento maker, este último estrechamente vinculado al desarrollo de habilidades y competencias STEAM.

Yakman (2008) identifica otras organizaciones enfocadas en el desarrollo de nuevas competencias educativas, como es el caso de NextBrain (2018) que proponen otro tipo de acrónimos STREAM con la adición de la consonante R en referencia a Reading/wRiting. Esta considera que "la creatividad y la invocación se materializan cuando se logra una comprender totalmente la problemática a solucionar y esto sólo se puede alcanzar a partir de la formación en comprensión lectora y escritura científica" (NextBrain, 2018).

En ese mismo sentido, TechnoInventors.inc. propone el mismo acrónimo, pero le da otro significado "el término STREAM proviene del inglés (Science, Tecnnology, Robotics, Engineering, Arts and Maths). Es decir, se refiere a un tipo de educación que integra las disciplinas de Ciencias, Tecnología, Robótica, Ingeniería, Artes y Matemáticas" (2020 pág. 1). El mismo autor plantea que el enfoque STREAM en educación requiere que se usen nuevos métodos activos, innovadores y alternativos, como los son desarrollar prácticas, talleres de experimentación del conocimiento y un manejo de diversas herramientas TIC. de forma homologada, la robótica educativa se

transforma en el siguiente paso hacia una educación innovadora, debido a que ofrece una serie de experiencias que convierten a los estudiantes en actores activos y receptivos de los estímulos de aprendizaje.

Toda esta tipología de STEM a STEAM y el emergente STREAM nacen debido a que la sociedad actual está constantemente sujeta a cambios en las perspectivas en las que se mira al mundo, lo que agregado al factor de la evolución tecnológica provoca rupturas de paradigmas constantemente en todos los sistemas en el que esta interactúa (Boy, 2013). Por lo que la innovación ocurre únicamente cuando hay choques entre pensamientos convergentes y divergentes, Los primeros encaminan las metas y los segundos buscan la realidad de los sucesos (Maeda, 2013).

Lo anterior se refiere al hecho que a pesar de que estas tipologías tienen quizá ciertas diferencias entre sí, la realidad es que comparten más similitudes que discrepancias. Aspectos como: la interdisciplinariedad, las competencias a desarrollar, los supuestos previos del enfoque e incluso los elementos del mismo (Aguirre. et al., 2019) son compartidos entre todas estas y sus movimientos emergentes, lo que buscan es seguir fortaleciendo el enfoque interdisciplinario de STEM para que se adapte cada vez más a las necesidades de los diferentes contextos teniendo en cuenta los paradigmas y las rupturas de estos.

III. ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS Y COMPETENCIAS STEAM

3.1 ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DEL ENFOQUE STEM

El enfoque STEM está constituido sobre una serie de elementos característicos que deben tenerse en cuenta. Diversos autores han hablado acerca de estos como es el caso de Aguirre. et al. (2019) que menciona elementos como: el enfoque interdisciplinario, habilidades sociales para resolver de problemas, estrategias creativas, oportunidades y desafíos digitales y capacidades integrales del ser humano.

Pastor (2018), define algunos elementos a tener en cuenta cuando se implementa el enfoque STEM:

1. *Tópicos generativos*: Estos deben ser centrales, asequibles y familiares para que los estudiantes alcancen una mejor relación con los demás temas que se aborden en la disciplina.
2. *Metas de comprensión*: deben ser concretas y dirigidas al aprendizaje que se desea alcanzar
3. *Desempeños de comprensión*: deben enfocarse en la comprensión y en ser variados pero centrados en abordar un mismo tópico
4. *Valoración continua*: la evaluación debe ser continua con su respectiva retroalimentación ya que es necesario conocer los aspectos que se deben mejorar.

Reyes-González (2019) realiza una recopilación de los elementos propuestos por diversos autores, entre ellos los vistos anteriormente y propone una serie de elementos propios, con la intención de abarcar todos los posibles escenarios y de caracterizar de forma clara, cuáles son los elementos que caracterizan al enfoque STEM y que se deben tener en cuenta para desarrollarlo, estos son:

1. *Objetivo fundamental del enfoque*, el cual es impulsar el estudio de las áreas STEM; a partir del desarrollo de las habilidades para que los estudiantes puedan desenvolverse en la actualidad, estas son necesarias para estimular el crecimiento y progreso científico-tecnológico. Del mismo modo Diego-Matecón et al. hace referencia que durante las etapas escolares de niños y jóvenes las STEM. tienen el objetivo fundamental de impulsar las áreas STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics) en la etapa escolar; y su filosofía es fomentar el interés, la motivación y la creatividad en cada uno de los estudiantes de este nivel por el aprendizaje de las STEM
2. *Concepto de aprendizaje*, este se concibe como un proceso continuo y variable que puede ser construido y reconstruido, según sea necesario y que este se da a partir de la interacción directa entre el objeto de conocimiento, la experiencia y la forma en como lo aborda el estudiante con la ayuda de las diferentes disciplinas que hacen parte de STEM. Cilleruelo & Zubiaga (2014) concuerdan con esta percepción, pero destacan que no se debe olvidar que el aprendizaje se debe abordar desde la perspectiva de la resolución de problemas, ya que a partir de esta es que realmente ocurre un aprendizaje real y significativo. Del mismo modo

Yakman & Lee, (2012) consideran que el aprendizaje en este enfoque se ve favorecido por la motivación de quien aprende, sobre todo en aspectos como el interés, la satisfacción intelectual, el sentido de logro, la curiosidad y el asombro, es por ello que se debe tener en cuenta la incorporación de ambientes de aprendizaje de confianza y juego los cuales deben ser agradables, motivantes, ambientados, es decir propicios para que se encamine el aprendizaje.

3. *La enseñanza*, que es un proceso que se articula en torno a un tema definido, la cual debe ser presentada como una problemática del mundo real que es resuelta por los estudiantes. Esta se basa en el principio de la transversalización de conocimientos de las áreas STEM para resolver la problemática, todo esto para que los estudiantes se aproximen lo máximo posible a la experimentación y vivencias del conocimiento y a la aplicación de estos dentro del mundo real. Este se desarrolla en tres momentos puntuales que son:

- a. *Contextualización*, definida por Kim & Chae (2016) como la etapa en la que, a partir del análisis de las circunstancias de una situación, evento u hecho, se identifica una problemática y la necesidad de resolverla.
- b. *Diseño creativo*, según Kang, Kim, & Kim (2012) es donde se logra la resolución del problema a partir de un pensamiento divergente la autonomía, la creatividad y el trabajo cooperativo. Durante esta etapa, el estudiante se convierte en un actor totalmente activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que emplea constante mente la creatividad, la investigación y su espíritu de "querer conocer", para solucionar la problemática planteada. Además, recalca que en este se incluye el

concepto de ingeniería, que se refiere al diseño tecnológico y la habilidad creativa de resolución de problemas.

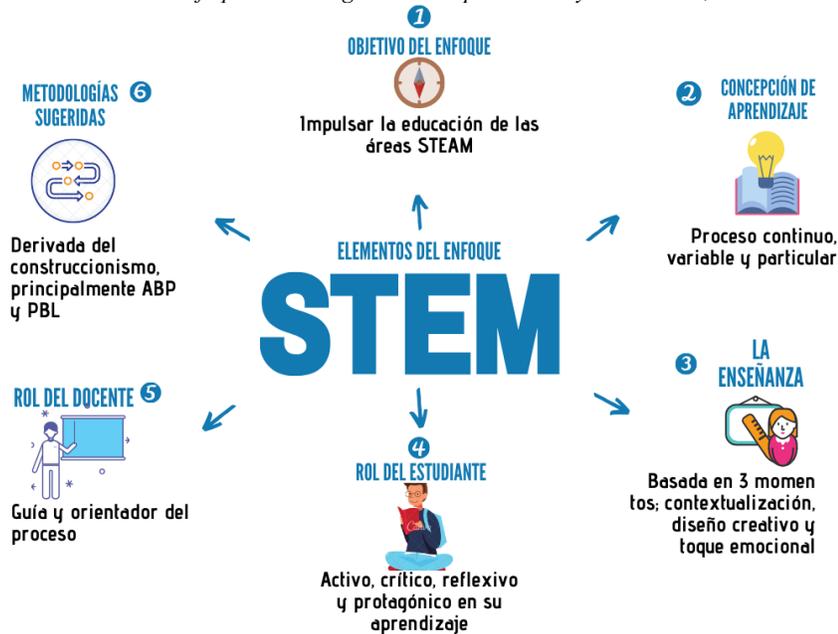
- c. *Toque emocional*, en esta etapa se provoca un impacto emocionalmente positivo en los estudiantes (Tan, Yang, & Yu, 2016). Ellos pueden reflexionar a partir de sus propias experiencias, entendiendo que estas deben promover el interés y las ganas de saber más, junto a la confianza, el sentimiento de gratitud hacia sus congéneres, la satisfacción intelectual y el sentido de logro al visualizar su propio progreso.
4. *Rol del estudiante*, sin lugar a duda toma un papel activo, en el que se plantea soluciones a las problemáticas presentadas, además de un proceso de reflexión e introspección para hallar soluciones a partir del conocimiento y el aprendizaje que obtiene, destaca su capacidad para trabajar de forma colaborativa con sus congéneres y otros miembros de la comunidad educativa ideando creativamente un objeto en respuesta a dicha problemática.
5. *Rol del docente*, el papel del docente en este enfoque es de un guía y orientador del proceso, que sea capaz de idearse maneras atractivas de presentar y abordar las temáticas, así como un domino de las áreas que se trabajen o el trabajo colaborativo entre docentes de las disciplinas STEM para que se logra llevar a buen término la interdisciplinariedad que rige a este enfoque Por otro lado, Tsurusaki, Tzou, Conner, & Guthrie (2017) consideran que en este enfoque es necesario que el docente domine las herramientas y tenga las competencias lo suficientemente fortalecidas para poder transmitir las a sus estudiantes, lo cual de cierta manera es un escoyo que este enfoque presenta. Además, debe desarrollar la

capacidad de adaptarse a los diferentes espacios y requerimientos disciplinares de STEM, manteniendo un constante interés por capacitarse y aprender sobre los últimos avances de la ciencia y la tecnología. También se hace necesario poseer características propias de un líder, capaz de crear ambientes de aprendizaje que estimulen la comunicación, confianza, aceptación, respeto y afecto entre los estudiantes (Sánchez Ludeña, 2019).

6. *Metodologías usadas o sugeridas*, como ya se mencionó, la mayoría se basan en aquellas derivadas del construccionismo, predominando principalmente metodologías como educación a través del diseño, aprendizaje basado en proyectos (ABP) y aprendizaje basado en problemas (PBL). Dentro de este contexto Sánchez Ludeña afirma que, entre todas las metodologías activas, las más adecuadas para el desarrollo de las competencias STEM son el trabajo por proyectos y aquellas que derivan de la corriente construccionista, en particular el *thinkering* y el movimiento *maker* los cuales están estrechamente relacionados al desarrollo de habilidades y competencias (2019).

Teniendo en cuenta lo descrito por Reyes-González (2019) se presenta la siguiente *Figura 1* a modo de resumen, con los elementos fundamentales y las particularidades más marcadas de los mismos.

Figura 1. Elementos del enfoque STEM según la concepción de Reyes-González, 2019. Elaboración propia.



Los elementos mencionados por el autor se convierten en un punto de referencia para poder llevar a cabo la implementación de este enfoque en cualquier contexto, sin embargo, apropiarse de ellos será determinante para éxito de la práctica (Roig-Vila, 2016). Esto quiere decir que de nada sirve tener un enfoque bien fundamentado que busca anticiparse al cambio, que es prospectivo y que además fortalece competencias necesarias para ser mejor profesional, si no es interiorizado por los docentes en el proceso, los estudiantes no serán protagonistas de su proceso y no podrán alcanzar un aprendizaje significativo.

De lo anterior se infiere la importancia de estos elementos, que radica básicamente en que, a partir de ellos, los actores podrán comprender de forma clara cuál

es el rol que tienen durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo este enfoque (Affifi, 2020), además estos elementos se convierten en una guía que muestra un conjunto de características específicas para delimitar el alcance de este.

3.2 COMPETENCIAS STEAM

Las competencias son las aptitudes que posee una persona; es decir, las capacidades, habilidades y destrezas con las que cuenta para realizar una actividad determinada o para tratar un tema específico de la mejor manera posible y la finalidad de un enfoque es desarrollar las mismas (Val Tribouillier, 2019). Teniendo en cuenta lo anterior, la finalidad de éste es desarrollar un conjunto de competencias, en el caso de STEAM estas buscan preparar al ser humano para que se adapte al contexto del siglo XXI.

Sobre estas competencias Mercado & Velez (2017) consideran que la expresión del pensamiento crítico, comunicación efectiva, uso de tecnologías y trabajo en equipo son las más importantes para abordar ya que son las que permiten evidenciar el avance en cada uno de los actores que protagonizan el proceso educativo. Por otro lado, Ruiz & Pacheco (2018) concuerdan con lo anterior en cuanto a las habilidades que ofrece una educación con este enfoque, entre las que están el pensamiento crítico y una mejor comprensión de los problemas, pero añade que las habilidades, aptitudes y valores son una construcción social del conocimiento, y eso implica colaboración y respeto por las ideas de los demás, que son elementos clave para el desarrollo de éste y la convivencia en general.

Teniendo en cuenta lo anterior Sánchez Ludeña (2019) recopila diferentes clasificaciones y explica que existen una serie de competencias que el enfoque STEAM desarrolla en los actores que hacen parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, estas se muestran en la *Figura 2*.

Figura 2 Competencias STEAM, se muestran las diferentes competencias señaladas junto con las dimensiones que adquieren los actores del proceso. Copyright 2019 por Sánchez Ludeña.



Cada una de estas competencias viene acompañada de una serie de dimensiones que el mismo autor expone. Estas permiten identificar cuando los actores han alcanzado el desarrollo de estas, evidenciándose de la siguiente manera:

1. *Autonomía y emprendimiento*: esta competencia se alcanza cuando se es capaz de tomar la rienda y llevar adelante un proyecto o propósito por iniciativa propia. Esta consta de 3 dimensiones:

- a. *Autonomía y desarrollo personal:* En la que se debe adquirir responsabilidades, aceptar cambios, planificar y decidir asumir consecuencias
 - b. *Aprender a aprender:* En esta se debe aprender a organizar el tiempo, recoger y organizar materiales y juegos, mostrar esfuerzo individual, trabajar con otros, recoger y ordenar información y presentar trabajos de forma adecuada
 - c. *Emprendimiento:* es necesario programar el aprendizaje y adquisición de las buenas relaciones sociales por parte del niño/a, partiendo de su valoración personal para llegar a su proyección social a través de la empatía, asertividad y destreza social. Así podrá manifestar y asumir el efecto de sus comunicaciones y producciones ante los demás, desarrollando, no solo, su sentido de iniciativa personal, sino también su espíritu emprendedor que irá unido directamente a su desarrollo personal y social
2. *Colaboración y comunicación:* Esta se evidencia cuando se alcanzan metas y objetivos, se resuelven situaciones, se abordan problemas en grupo y se comparte el conocimiento. Sus dimensiones son:
- a. *Expresión y comunicación:* la cual está ligada al uso de códigos de comunicación, principalmente con el uso del gesto y el movimiento mediante el lenguaje corporal y al uso de la imagen y la representación con el lenguaje icónico (Rodríguez & Cruz, 2020). Se debe conseguir

que los alumnos sean competentes para expresarse de forma clara y coherente con un vocabulario adecuado a su edad.

- b. *Trabajo colaborativo*: la cual se refiere a una construcción colectiva del aprendizaje, en esta se tiene en cuenta aspectos como el ambiente del aula, los resultados, la dinámica de la clase, el conocimiento construido, la motivación y el producto terminado
3. *Conocimiento y uso de la tecnología*: Se demuestra cuando se empieza a ser tecnológicamente cultos. Entendiendo y explicando los productos tecnológicos y sabiendo cómo utilizarlos, siendo conscientes de las precauciones y consecuencias de su uso. Las dimensiones relacionadas son dos:
 - a. *Cultura tecnológica*: definida como la información representacional, práctica o valorativa que comparten los miembros de un grupo social y que son potencialmente relevantes para la creación, producción, posesión o utilización de tecnologías o sistemas tecnológicos
 - b. *Uso de productos tecnológicos*: se trata de potenciar el desarrollo de destrezas necesarias para el uso de recursos tecnológicos y diferentes programas informáticos. Que sea consciente y valore el amplio abanico de posibilidades que las tecnologías de la información y la comunicación le ofrecen para su desarrollo y aprendizaje y para la resolución de problemas reales de forma eficiente.
4. *Creatividad e innovación*: Se alcanza cuando se resuelven de forma original e imaginativa situaciones o problemas en un contexto dado. Se considera que

dicha competencia se podría entender como el procedimiento pertinente en el que se conduce la formación profesional que demanda toda la sociedad actual, y que tiene como fin encontrar soluciones a problemáticas o limitaciones que hagan parte del contexto circundante

5. *Diseño y fabricación de productos*: Se caracteriza porque en esta los actores diseñan y construyen objetos y aparatos sencillos con una finalidad previa, planificando la construcción y usando materiales, herramientas y componentes apropiados. Este tiene las siguientes dimensiones para verificar el alcance de la meta:

- a. *Diseño*: En la que se tiene en cuenta la identificación del problema y las necesidades para elaborar una serie de planos, gráficos, características del producto a fabricar, todo esto con el fin de resolver dicha necesidad.
- b. *Fabricación*: En esta se pone a disposición el diseño para elaborar un prototipo funcional del producto. También se le conoce como la etapa de materialización de la idea ya que en esta se lleva a cabo el proceso de construcción haciendo uso de los materiales y recursos respectivos.
- c. *Planificación y gestión*: Se evidencia a partir de la toma de decisiones y el manejo y liderazgo que se lleve a cabo a lo largo del proceso. Esta dimensión se caracteriza porque se debe tener en cuenta los roles asumidos a partir del trabajo en equipo, las responsabilidades a nivel colectivo y el cumplimiento y evaluación del mismo.

6. *Pensamiento crítico*: Esta se demuestra cuando se es capaz de interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos:
 - a. *Pensamiento lógico*: el cual se define como aquel pensamiento que nace al relacionar objetos que además son elaborados por el propio individuo (Rubino, 2018). El pensamiento lógico se desarrolla mediante la coordinación de relaciones entre objetos o hechos observados previamente, creado por el sujeto mediante la observación.
 - b. *Pensamiento sistémico*: el cual es integrador, tanto al analizar las situaciones con en las conclusiones y resultados que nazcan de este. Aquí se ubica el pensamiento que busca soluciones a partir de la consideración de elementos generales del mundo real, estableciendo un conjunto de relaciones entre ellos y toda su estructura (León, 2019).
7. *Resolución de problemas*: En esta competencia los actores deben ser capaces de identificar, analizar, comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia:
 - a. *Obtención y tratamiento de la información*: Se debe planear búsquedas en las que se identifica la confiabilidad de las fuentes consultadas, se discrimina la información requerida para posteriormente clasificarla y organizarla, respetar los derechos de autor, sintetizarla para ser usada y comunicar el conocimiento adquirido (Chávez Barquero, Cantú Valadez & Rodríguez, 2016).
 - b. *Pensamiento computacional*: se basa en aspectos como:

- La confianza en el manejo de la complejidad, pues se enfrenta al estudiante a estos escenarios permanentemente.
- La persistencia en trabajar con problemas difíciles, pues se aprende a través de desafíos La tolerancia para la ambigüedad
- La capacidad de lidiar con problemas abiertos, que se generan en diferentes ámbitos de la vida, en el mundo real.
- La capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo común o solución.

c. *Proceso de resolución de problemas*: En donde se debe desarrollar un proceso investigativo que parte del reconocimiento del problema, su descripción, organización de ideas, los elementos que hacen parte de este, estrategias de aplicación y finalmente una solución que sea contrastada y acorde con el problema identificado (UPM, 2019).

Si bien las dimensiones de las competencias expuestas hasta aquí, fueron desarrolladas originalmente para STEAM, las mismas pueden aplicarse a cualquier tipo de STEM, puesto que estas competencias son un conjunto de capacidades, destrezas, habilidades y dimensiones que permiten fortalecer de forma significativa el proceso de enseñanza aprendizaje y prepararse para ser competentes en un mundo en constante evolución (Ruiz & Pacheco, 2018). La caracterización de estas competencias se vuelve supremamente importante debido a que se convierten en una guía que permiten observar que habilidades se deben desarrollar para considerar funcional este enfoque.

Lo importante de desarrollar estas competencias es que permiten poner en práctica y tomar acción sobre las habilidades necesarias para potenciar la resolución de problemas, evaluar el desempeño de forma individual y colectiva, despertar la curiosidad necesaria para mantenerse motivado, entender la información, teniendo siempre presente cuál es la mejor fórmula para atraer su atención y motivarlos en ese aprendizaje (Caplan & Segura, 2019). En conclusión, para desarrollar este enfoque de la mejor manera se deben comprometer todos los actores del proceso para que se adquieran de la mejor forma posible las competencias, conocimientos y habilidades lo que permite un mejor desenvolvimiento en cualquier contexto de sus vidas, sobre todo en su desarrollo profesional y crecimiento personal.

IV. EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS DEL ENFOQUE STEAM EN EDUCACIÓN BÁSICA, MEDIA Y SUPERIOR

El enfoque STEM ha venido siendo implementado en diferentes contextos del mundo demostrando ser efectivo y adaptable (Georgette Yakman & Lee, 2012), esto ha dado origen al desarrollo de experiencias que han contribuido de una u otra manera a entender el impacto y los aportes que este genera en la educación básica, media y superior. A continuación, después de una búsqueda exhaustiva en diferentes bases de datos, se muestra en la *Tabla 1* algunas de estas experiencias, las cuales fueron desarrolladas en el periodo comprendido entre el 2014 y el 2020. La tabla 1 incluye sus aspectos relevantes como: autor, año, nombre del proyecto o trabajo, metodología, población, objetivo de su trabajo, el país o países donde se llevó a cabo y el idioma respectivo.

Tabla 1. Experiencias STEM/STEAM

Nombre del proyecto	Autor y año	País	Objetivo	Metodología de Investigación	Población	Resultados.	Idioma	
				Forma de aplicación de STEM/STEAM				
EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA	Propuesta de Módulo STEM dirigido a estudiantes de básica secundaria	Avendaño, 2014	Colombia	Brindar a estudiantes y profesores de educación básica secundaria una propuesta de módulo STEM	Investigación cualitativa que incluía básicamente tres temas diferentes pero relacionados entre sí: educación en Colombia, pruebas nacionales e internacionales, y la enseñanza de matemáticas Se implementa STEM a partir de un módulo elaborado en donde se escogen 5 Instituciones educativas con convenio con UNIANDES y UNIMINUTO, se evalúa la funcionalidad y la facilidad de implementación de este dentro del currículo de las IE, así como los resultados en las pruebas a saber y el número de investigaciones generadas.	Estudiantes de 6° a 9° de las instituciones Instituto Técnico Industrial Piloto, Colegio Ciudad de Bogotá (IED), Colegio la Presentación de Fátima, Colegio Parroquial San Luis Gonzaga y Fundación Biblioseo.	Se genera una investigación que pue ser usada para investigaciones futuras y un manual de cómo desarrollar clases con STEM para aplicar progresivamente en las IE del país.	Español
	5th - 7th Grade Girls' Conceptions of Creativity: Implications for STEAM Education	Tsurusaki et al., 2017	Estados Unidos	Examinar cómo las niñas de 5 ° a 7 ° grado que asistían a una academia STEAM de verano identifican la importancia de interrelacionar las artes y la ciencia.	El enfoque es mixto, en los cuales se hicieron ejercicios de observación, experimentación, procedimientos de grabación, tomar notas, análisis, presentación pública de resultados Las fuentes de datos para este estudio incluyen entrevistas y encuestas de actitud de arte / ciencia. STEAM se implementa a partir de una serie de actividades en la que los estudiantes se involucran con ideas científicas, como la función del color en la naturaleza o la polarización de la luz, a través de la creación de obras de arte originales.	Niñas de 5 ° a 7 ° grado de una academia STEAM de verano llamada The Colors of Nature	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de la cosmovisión que tenían las niñas acerca del arte y las ciencias. - Fortalecimiento de las competencias STEAM y la creatividad. - Reconocimiento de la importancia de la ciencia y el arte como áreas que pueden trabajar juntas para fortalecer la creatividad humana, medido con las percepciones finales de las estudiantes acerca de ello. 	Inglés
	Desarrollo de cinco actividades STEAM con	Diego-Matecón et al., 2017	España	Describir cinco actividades STEAM desarrolladas dentro del	El enfoque es cualitativo basado entrevistas, indagación y búsqueda de información en línea	Estudiantes de 15/16 años de dos centros	<ul style="list-style-type: none"> - 5 actividades descritas (cámara oscura, teléfono inalámbrico, razón aurea, memoria y focos led) que sirven de 	Español - Inglés

formato KIKS (Kids Inspire Kids for Steam)			proyecto KIKS	<p>con una investigación de tipo IAP.</p> <p>La Implementación de STEAM en las actividades se ve reflejada con la interacción directa con el estudiante y desarrollo de las clases con metodologías de aprendizaje basado en proyectos y de trabajo cooperativo. En la que se involucran 3 o más áreas STEAM para que estos alcancen una comprensión real y funcional de las temáticas y/o fenómenos que se abordan en cada una de las actividades.</p>	cántabros: IE Lope de Vega y Colegio San José.	<p>referente para establecer la funcionalidad que tiene el enfoque STEAM en la educación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento de competencias STEAM en todos los actores que hicieron parte de este proceso, medido con los artículos y proyectos que se llevan a cabo en estas instituciones 	
Educación STEM, ABP y aprendizaje cooperativo en Tecnología en 2 ESO.	Pelejero De Juan, 2018	España	<p>Diseñar una propuesta de intervención aplicable a la asignatura de Tecnología en 2ºESO para el "Bloque 4 - Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas" basadas en el enfoque STEM y metodologías activas como ABP (Aprendizaje basado en problemas) y Aprendizaje cooperativo.</p>	<p>Una investigación desarrollada bajo un enfoque cualitativo de tipo interpretativa basada en la fundamentación teórica y la inducción analítica de diferentes escenarios que dan pie a la necesidad de diseñar una propuesta de este tipo.</p> <p>El enfoque STEM se evidencia durante el desarrollo de cada proyecto interdisciplinar prestando en esta propuesta, los cuales están compuestos de un total de 9 sesiones y cada sesión corresponde a un proyecto y a contenidos diferentes pero que hacen parte de la malla curricular de ESO.</p>	Estudiantes en 2ºESO (Educación Secundaria Obligatoria)	<ul style="list-style-type: none"> - Se consigue diseñar la propuesta de intervención aplicable a la asignatura de Tecnología en 2ºESO para el "Bloque 4 - Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas" basadas en el enfoque STEM y metodologías activas como ABP (Aprendizaje basado en problemas) y Aprendizaje cooperativo. - Se diseñan proyectos interdisciplinares aplicando el enfoque STEM que hacen parte de la propuesta y se encuentran definidos en cada sesión de esta. 	Español
Proyecto OCTOPUS: Propuesta pedagógica fundamentada en las STEAM para fortalecer el aprendizaje rizomático de los estudiantes de básica primaria	Rodríguez Castro, 2018	Colombia	Diseñar una propuesta pedagógica fundamentada en las STEAM para fortalecer el aprendizaje rizomático en los estudiantes de básica primaria	<p>Se realiza bajo un enfoque cualitativo, dado que esta se centra en las personas como ser humano y las interacciones que se pueden generar.</p> <p>En cuanto al tipo, se considera como investigación acción, ya que se recolectaron datos con el propósito de explorar y descubrir espacios académicos donde la educación artística fuera el medio para la enseñanza de otros saberes apoyados en STEAM y el</p>	La población estudiada son los estudiantes de primaria de la IE Liceo San Rafael de Alicante y esta se aplica específicamente a estudiantes de grado 4ºA	<p>Se diseña una propuesta pedagógica en la que se destaca la creación de la unidad didáctica interdisciplinar llamada "árboles" la cual fue aplicada en estudiantes de grado cuarto de primaria, realizando intervenciones pedagógicas fundamentadas en STEAM, estas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sesión de discusión: Tema ecosistemas. Que es un ecosistema, quienes viven en un ecosistema, el árbol como parte de los ecosistemas, tipos de ecosistemas. - Trabajo de laboratorio taller: El modelado en arcilla. 	Español

					<p>pensamiento rizomático</p> <p>STEAM se hace presente en esta propuesta pedagógica a partir del fortalecimiento de los procesos de aprendizaje de la educación artística en la enseñanza de las artes plásticas, poniendo en práctica el enfoque antes mencionado, buscando que desde allí se genere un aprendizaje rizomático en los estudiantes y apuntando a la producción de obra como producto final.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Taller grupo operativo: Elaboración de la estructura de un árbol. - Sesiones de aprendizaje grupal: Función y partes de la planta. Escultura, significado y referentes. 	
Cambio de actitud en Ciencia y Matemática desde la educación STE(A)M	Ferrada Ferrada, Díaz-Levicoy, Carrillo Rosúa, & Salgado-Orellana, 2019	España	Implementación de un proyecto interdisciplinar STE(A)M (Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics) en centros educativos de Educación Primaria	<p>Usa la metodología IBSE (Inquiry-Based Science Education) en consonancia con la adquisición, manipulación y experimentación de las prácticas científicas y su enfoque de investigación es cuantitativa; la actitud se evalúa mediante instrumentos diseñados ad hoc por medio un pre-test y pos-test, también cualitativa, considerando instrumentos para el registro de las sesiones (diario de campo) y las entrevistas semiestructuras a los estudiantes y sus profesores.</p> <p>STEAM se aplica dentro de la unidad didáctica integrada "árboles" desarrollada dentro de la propuesta pedagógica ejecutadas, realizando un nuevo análisis sobre el éxito o fracaso de los logros en relación con estos.</p>	Varios centros educativos de Educación Primaria, los cuales están insertos en contextos vulnerables de la ciudad de Granada	<ul style="list-style-type: none"> - Se implementa satisfactoriamente este proyecto en las instituciones de contextos vulnerables de la ciudad de Granada, específicamente en la primaria del mismo. - Se incorpora la robótica dentro de las propuestas en el aula, mediante la utilización del robot Mbot de Makeblock a través del proyecto de investigación denominado "CISOGRA-Robotics". - Se mejora el conocimiento y dominio teórico y práctico de los contenidos de asignaturas tan importantes como matemáticas y ciencias. 	Español	
Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en Matemática	Ferrada, Díaz-Levicoy, Salgado-Orellana, & Parraguez, 2019	Chile	Proponer 5 actividades educativas, basadas en robótica, para trabajar contenidos curriculares de matemática en los primeros años de Educación Primaria chilena.	Presenta un enfoque cualitativo que usa un modelo de aprendizaje basado en proyectos y trabajo colaborativo. En el que se propone el desarrollo de una enseñanza integrada y aplicada, considerada una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, garantizando un abordaje transversal de habilidades y conocimientos, los	Estudiantes de los primeros cursos de Educación Primaria chilena en el área de matemática, concentradas en geometría, y números y	<ul style="list-style-type: none"> - 5 actividades fundamentadas y aplicadas a estudiantes de diversas IE de Chile, estas actividades se encuentran relacionadas con las temáticas de actividades geométricas, sistema monetario, sustracción, adición y actividades propias; las cuales son aplicadas para: <ul style="list-style-type: none"> a. Iniciar a los estudiantes en el lenguaje de programación en robots a través del juego, permitiendo desarrollar el pensamiento algorítmico fundamental 	Español	

					<p>cuales facilitan el logro de aprendizaje y la motivación en los estudiantes.</p> <p>STEM se aplica en estas actividades mediante el proceso de interdisciplinariedad de las áreas de Matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología las cuales exponen los contenidos necesarios para la construcción del bee-bot y sus actividades.</p>	operaciones	<p>para la resolución de problemas.</p> <p>b. Incluir la robótica en las salas de clases de Educación Primaria como una estrategia de motivación para los temas presentes en el currículo.</p> <p>c. Fomentar los aprendizajes mediante la resolución de problemas y el trabajo colaborativo, incentivando la presentación de ideas y argumentación para llegar a una respuesta en equipo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento del rol integrador de la educación STEM en los currículos en las IE aplicadas. - Constante intercambio de conocimientos entregados desde diversas disciplinas, siendo primordial su interrelación para cumplir con las actividades propuesta 	
EDUCACIÓN SUPERIOR	Una aproximación a la educación STEAM. prácticas educativas en la encrucijada Arte, Ciencia y Tecnología	Cilleruelo & Zubiaga, 2014	España	Desarrollar iniciativas concretas encaminadas a generar conocimiento transdisciplinar	<p>La metodología de este proyecto está asentada en un enfoque mixto que tiene como eje tres anclajes, que se interrelacionan y avanzan trenzándose dinámicamente. En primer lugar, se está generando un registro o base de datos, una cartografía y mapa de conexiones de instituciones que trabajan en el ámbito de las prácticas transdisciplinares. En segundo lugar, se pretende aprender a establecer contacto con científicos de aquellas áreas de conocimiento que puedan estar vinculadas de alguna manera con estas propuestas, pero sobre todo conocer de primera mano lo que se espera de las artes desde ese ámbito. En tercer lugar, se están desarrollando diferentes hilos argumentales, en forma de propuestas teórico-prácticas concretas, con la finalidad de ser implementadas en el contexto docente y de investigación.</p>	En cuanto a la población a la que va dirigida este proyecto es a estudiantes que se encuentren en prácticas que hacen parte de la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao y la Facultad de Bellas Artes de la misma Universidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Se logra la identificación de perfiles de actuación en la aproximación a la educación STEAM: el movimiento Maker, Redes transdisciplinares, metodologías de trabajo basadas en procesos open-ended, conocimiento abierto y compartido, educación entre iguales - Mejoramiento en el currículo de la IES y mejor desempeño en las practicas. - Desarrollo de unas iniciativas concretas que exploran la posibilidad de aplicar conocimientos básicos procedentes de la electrónica analógica, la óptica, y de la biología, a la finalidad de desarrollar objetos biomiméticos que ayuden a comprender y familiarizarse con los fundamentos de dichas áreas de conocimiento. Estas se centran en desarrollar un prototipo de neurona electrónica que simule de forma efectiva las capacidades y características básicas de un modelo neuronal genérico, donde podemos encontrar un cuerpo o soma, un axón que transmite el impulso de activación de dicha neurona, y unas sinapsis excitadoras e inhibitoras que inducirían a dicha neurona a ser excitada o inhibida, para posteriormente crear toda una red de neuronas interconectadas. 	Español
					<p>STEM toma participación en este trabajo en forma de enfoque para desarrollar la iniciativa de la</p>			

					construcción de una red neuronal a partir de la interdisciplinariedad de conocimientos básicos procedentes de la electrónica analógica, la óptica, y de la biología.			
Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI	Reyes González, Burgos Oviedo, & García, 2017	Chile	Describir la ejecución de actividades bajo el enfoque de ciencias integradas STEM en la formación inicial de profesores, desarrolladas a partir de un proyecto de innovación educativa.	Se desarrolla bajo un enfoque de investigación cuantitativa, de tipo descriptiva en el que se valoran los datos del número de estudiantes que reprueban asignaturas en la carrera de pedagogía en Biología y el nivel en que se encuentran su razonamiento lógico, modelamiento y argumentación mediante un pre test y pos test. STEM fue aplicado como un enfoque en el que, a partir del desarrollo de las actividades planteadas, se lleva a cabo la construcción de un prototipo de robot que fue desarrollado a partir de la integración del área de física, tecnología, ingeniería y matemáticas	Estudiantes de primer año de la carrera de Pedagogía en Biología, de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoró la tasa de aprobación del curso, sin descuidar el nivel de desarrollo de competencias científicas (razonamiento lógico y modelamiento). - Al respecto, de los 20 estudiantes que asistieron regularmente a las actividades del curso, 16 fueron aprobados (60%). Por lo tanto, la reprobación efectiva fue del 40%, valor por debajo de la línea base histórica. - Se describen una serie de actividades que fueron diseñadas para desarrollar conceptos científicos (trayectoria, desplazamiento, velocidad), mediante el uso de robots programables (modelamiento, programación), resolviendo problemas de navegación (cómo ajustar la velocidad de giro de las ruedas para avanzar recto, cómo optimizar el avance, cómo evitar la falta de adherencia de las ruedas en algunas superficies, etc.), recurriendo naturalmente a las matemáticas para razonar en torno a las formas (cómputo, estimaciones, mediciones, etc.). 	Español	
Las competencias STEAM como estrategia para alcanzar la formación integral del estudiante de Medicina	Ruiz & Pacheco, 2018	Guatemala	Determinar formas en la que cada docente podría aplicar las competencias STEAM con principios de una mentalidad propicia para el aprendizaje significativo, y que oportunidades ofrecía la misma Universidad para que el estudiante pudiera a la vez de aprender diversos contenidos, poder desarrollar el área	Utiliza un enfoque cualitativo basado en experiencias, entrevistas a los estudiantes, trabajos de diario de campo y otros recursos de recolección de información que se trabajan bajo un tipo de Investigación Acción en la que los docentes identifican la problemática y se involucran en la adaptación del currículo de la Facultad de Medicina bajo el enfoque STEAM y miden el nivel de satisfacción de los estudiantes con estos cambios a través de preguntas, interacción y la	Los estudiantes de medicina de la Universidad de San Carlos Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> - Conductas más positivas en los estudiantes, principalmente en los hábitos de estudio y en un estilo de vida más saludable, cambiando actividades consideradas por los psicólogos como autodestructivas, por actividades artísticas; con lo que se ha considerado un mayor desarrollo del hemisferio derecho - Participación de los estudiantes en algunos de los distintos grupos artísticos que la misma Universidad ofrecía; tal es el caso de estudiantina, coro, danza, teatro, escultura, etc. - Se determino que los docentes podrían aplicar las competencias STEAM 	Español	

				<p>artística por medio de teatro, canto, estudiantina, danza, etc.</p>	<p>motivación y cambios que ha logrado conseguir mediante la adaptación de este.</p>		<p>mediante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diseños de competencias STEAM en el desarrollo curricular de las ciencias básicas Aplicación de estrategias educativas para incluir movimientos educativos a las ciencias básicas entorno a las competencias STEAM 	
La evolución de las brechas salariales entre graduados STEM y no STEM en una economía de seguimiento tecnológico	Croce & Ghignoni, 2019	Italia	<p>Estimar qué tan grandes son las brechas salariales entre los campos de estudio correspondientes a las facultades de Technical-Professionals, Economics and Social Sciences, Humanities and Teaching y cómo han cambiado para evaluar si su evolución es consistente con la ocurrencia de un cambio tecnológico en toda la economía.</p>	<p>En cuanto al enfoque usado es cuantitativo en el que se procura actualizar el análisis extendiendo el período observado mucho más allá de la introducción de la importante reforma universitaria que impulsó un notable aumento en el flujo de nuevos graduados.</p> <p>En esta experiencia STEM no se aplica directamente, ya que más bien es un estudio de como los graduados bajo este enfoque se desempeñan.</p>	<p>Egresados de la Universidad de Roma en Italia, específicamente de las facultades antes mencionadas entre los periodos de 1998 a 2015</p>	<p>Se muestran que las brechas salariales brutas entre STEM y los otros campos de estudio después de 3 o 4 años a partir de la graduación sigue siendo positiva, pero con tendencia a la baja.</p>	Inglés	
Robótica educativa utilizando educación STEAM con Arduino e impresión 3d.	Castillo & Hachen, 2019	Paraguay/ Brasil	<p>Utilizar la robótica educativa para motivar e incentivar el interés por el estudio de la ciencia y la tecnología a través de las actividades propuestas en el curso de robótica e impresión 3D</p>	<p>Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo basado en la observación, diarios de campo y entrevistas además de búsqueda e indagación de información de diferentes fuentes y autores</p> <p>El enfoque STEAM se aplica mediante una metodología de trabajo se fundamenta en el</p>	<p>Alumnos de Ing. Informática e Ing. electromecánica de la Universidad Privada del Este, sede Ciudad del</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de un curso de robótica educativa en el programa de Ing. Informática y Electromecánica de la Universidad Privada del Este (UPE) - Elaboración de varios proyectos durante el curso de robótica entre estos destacan prototipos de robots inalámbricos, robots detectores de obstáculos, mandos a distancia, robot de sumo autónomo, montaje de impresión 3d, robot montado 	Español	

					Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) el cual tiene como meta elaboración de un producto final, a la vez de que quienes lo lleva a cabo, adquieren el aprendizaje de conceptos técnicos y de actitudes, tomando un rol activo en su proceso de aprendizaje. Para ello se implementan talleres de robótica, se aplicaron contenidos orientados a la creatividad y el aprendizaje basado en las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemática (educación STEAM) fusionando la plataforma de hardware y software Arduino con diseño e impresión 3D, para ello se realizó un análisis de los elementos fundamentales necesarios para alcanzar ciertas habilidades en estudiantes participantes	Este (UPE)	<p>mediante impresión 3d.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentaciones en la Feria Tecnológica que se realiza cada año en la Universidad, abierta a todo público donde acudieron visitantes, estudiantes y empresarios de varias ciudades del Paraguay y del Brasil, generando un gran impacto educativo para la región. 	
Implementando las metodologías STEAM y ABP en la enseñanza de la física por medio de Arduino	Higuera Sierra, 2019	Colombia	Integrar el método de aprendizaje y enseñanza STEAM con la creación de prototipos, con el fin de conocer y entender fenómenos físicos, que para los estudiantes son de difícil comprensión y que se crean como objeto de múltiples investigaciones	<p>Esta investigación se lleva a cabo bajo un enfoque cualitativo de tipo Investigación-Acción que se basa en la experiencia al integrar STEAM en la metodología de trabajo del curso.</p> <p>La el enfoque STEAM se percibe dentro de esta experiencia como parte de la metodología de implementación, en la que los estudiantes aprendían conceptos de física mecánica a través de la interdisciplinariedad de la tecnología, la ingeniería, las artes y matemáticas durante el desarrollo de un prototipo que mide la distancia y la velocidad de un objeto, el cual fue elaborado de manera cooperativa y se usó una placa Arduino como base para su construcción.</p>	Este proyecto fue llevado a cabo por el grupo de estudiantes del curso de física mecánica del semestre A del 2019 junto con los estudiantes del grupo de investigación GRUCEDI.	<ul style="list-style-type: none"> - Los actores de este proceso desarrollaron hábitos de estudio, adquirieron mayor disciplina. - Quedaron inmersos en el desarrollo de proyectos de investigación, esto conduce a la elaboración de artículos científicos los cuales se basaban en la incorporación de Arduino dentro de las prácticas del laboratorio de física mecánica. - Creación de prototipos dentro del aula de clases como el caso de el "medidor de distancia y velocidad". - Observación y explicación de los fenómenos físicos, difíciles de entender, aplicados al aprendizaje real. 	Español	
Acciones innovadoras en el aula: educación	Universidad Nacional de Colombia,	Colombia	Tomar las fortalezas de la educación STEM para orientar el diseño	El enfoque de esta investigación es cualitativo debido a que se hace una interacción directa con	Planta docente, estudiantes de	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de un curso virtual de capacitación a docentes e interesados en cómo desarrollar clases interdisciplinarias 	Español	

	STEM revolución industrial	4ta	2020	de las acciones en el aula que permitan que los estudiantes desarrollen competencias del siglo XXI, necesarias para afrontar los retos actuales.	<p>la población a la que se dirige, además de que usa medios como la indagación, recolección de información y diarios de experiencias, pero también cuantitativo debido a que mide y tiene en cuenta variables como el nivel de apropiación de una estrategia, lineamientos y prácticas desarrolladas.</p> <p>STEM es tomado como temática del curso además de que se utiliza el enfoque para demostrar mediante diversos lineamientos y estrategias, como implementarlo de manera efectiva en las clases y porqué es importante su utilización.</p>	licenciaturas y ciencias de la educación y todo el interesado de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	<p>bajo el enfoque STEM</p> <ul style="list-style-type: none"> - un repositorio virtual en el que se podrá acceder a la información de las sesiones e información adicional que contextualiza más esta experiencia académica - estudiantes certificados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá que manejen las competencias STEM - Generación de un impacto en la ciudad de Bogotá y posteriormente a Colombia, el cual sea acorde a la importancia de abordar el enfoque STEM dentro de las aulas de clase y el por qué es necesario estudiar las disciplinas que este enfoque promueve 	
--	----------------------------------	-----	------	--	--	--	---	--

En la Tabla 1 se pueden observar diferentes trabajos que se han llevado a cabo con el enfoque STEM/STEAM, los cuales se encuentran organizados en dos bloques siendo uno de ellos la educación básica y media, en donde se pueden observar los trabajos cuya población eran estudiantes que estaban en preescolar, primaria y bachillerato. En el otro bloque encontramos trabajos que se han llevado a cabo en los contextos de educación superior, las universidades e institutos de profesionalización.

De los proyectos analizados es posible inferir que todas estas experiencias han sido desarrolladas en diferentes contextos, aplicadas en diferentes áreas de estudio, países y culturas y, sin embargo, se observa que la adaptabilidad que tiene el enfoque STEM/STEAM con las necesidades educativas encontradas en estos contextos disímiles son resueltas de una manera efectiva.

Incluso en muchas ocasiones dejando valores agregados, como el caso de Ruiz & Pacheco (2018) en el que se pueden evidenciar que los estudiantes de medicina sufrían problemas de falta de creatividad, estrés y depresión, que gracias al enfoque STEAM implementado, les permitió que estos tuvieran clases donde, además de ver los contenidos básicos de su ciencia, podían canalizar el estrés en actividades artísticas para mejorar la salud mental de los estudiantes. Pero no se limita solo a este caso en particular este enfoque ha venido mostrando resultados en las diferentes instituciones y contextos desarrollados como lo son nuevas estrategias, metodologías, transformaciones en el currículo, modelaciones en cuanto a actividades a realizar e incluso fortalecimiento del personal docente y actores del proceso de aprendizaje.

Un caso en educación básica y media que marca un referente fuerte en cuanto a la potencialidad de este enfoque es el de Ferrada et al. (2019) en el que se encuentra un currículo débil en cuanto a interdisciplinariedad, lo cual fue solucionado con el enfoque de educación STEAM y con ello se consigue además que todos los actores del proceso puedan lograr desarrollar competencias STEAM, la inclusión de la robótica educativa en el currículo de trabajo y además un compromiso con la investigación que desemboca en la elaboración de un proyecto de robótica educativa que se ve en la misma tabla.

Estas prácticas son el marco que permite resaltar el aporte que el STEM ha hecho a las transformaciones en la educación básica, media y superior, estas experiencias se convierten en ejercicios y demostraciones del potencial que tiene este enfoque para transformar la realidad educativa en cualquier contexto (Guyotte, Sochacka, Costantino, & Kellam, 2015). Además de mejorar las condiciones laborales y las ofertas que reciben los egresados que experimentaron dicho enfoque (NFS, 2018), estas prácticas fortalecen al cuerpo docente de las instituciones educativas, el currículo y a todos los actores que hacen parte del mismo durante el desarrollo de procesos basados en este enfoque educativo.

V. CONCLUSIONES

El STEM se considera un enfoque educativo que cada vez se hace más frecuente ver adaptado dentro de los procesos o programas de formación académica, el cuál involucra la interdisciplina de diversas áreas fundamentales como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, las cuales son indispensables para desarrollar a la generación del siglo XXI y la innovación tecnológica en el presente y el futuro.

Lo expuesto en este documento gana un mayor peso si se toma en cuenta la información presentada en el World Economic Forum (2016), que plantea que más de dos mil millones empleos que existen hoy se transformarán o desaparecerán paulatinamente en la próxima década, y que la tendencia en la creación de nuevos empleos será en las áreas principales del enfoque STEM, lo que se convierte en una oportunidad para promover escenarios para su aplicación. Además, teniendo en cuenta el contexto actual, se puede afirmar que nos encontramos frente a una cuarta revolución que se denomina "Revolución tecnológica y del conocimiento" (A.C Movimiento STEM, 2020), por lo cual se hace necesario que todos los sistemas educativos empiecen a desarrollar iniciativas que innoven y fortalezcan al aprendizaje y el desarrollo de las competencias STEM.

Gracias a los continuos avances de la sociedad y la ruptura de paradigmas, así como de los procesos de innovación que constantemente suceden a lo largo del mundo, con todas las ideas y concepciones, STEM ha desarrollado diferentes tipologías

STEAM/STREAM que buscan adaptarse al contexto en el que se desarrolla. Aunque estos tipos presentan diferencias entre sí, son más sus similitudes, sobre todo en aspectos como elementos característicos y las competencias a desarrollar e incluso el fin de estas, el cual sigue siendo el mismo, resolver el aislamiento de sus disciplinas para fortalecer las competencias que se deben desarrollar y lograr un aprendizaje significativo. Este enfoque tiene un conjunto de elementos que velan por el desarrollo de procesos de innovación, lo que conlleva a muchos profesionales en estas áreas a considerar iniciar el proceso de incorporación del enfoque STEM o de cualquiera de sus tipos, STEAM/STREAM, a los procesos de formación en las instituciones educativas.

Existen diversos autores que abordan elementos comunes característicos del enfoque y a pesar de encontrarse en diferentes tipos de aplicación, Reyes-González (2019) las reconcilia y las convierte en las características expuestas en este trabajo. La importancia de estos elementos, de entenderlos, interiorizarlos y aplicarlos, es que se convierten en un guía para su implementación a la luz de los factores que se deben tener en cuenta. Después de delimitado los roles de los integrantes, se inicia un proceso que permite el desarrollo de competencias asociadas al enfoque y con esto se consigue potenciar las habilidades y destrezas necesarias para que los estudiantes puedan competir en un mundo cada vez más exigente, en cuanto a personal creativo e innovador, que sepa trabajar en equipo y fortalezca las disciplinas STEM desde el campo de estudio.

La importancia de este enfoque en educación es que incentiva a los estudiantes a escoger profesiones afines a las demandas del mercado laboral del siglo XXI. Además,

garantiza el desarrollo de un conocimiento transversal, en que el contenido de cada una de estas ramas no se trabaja de forma aislada, sino de forma interdisciplinar, todo esto, para garantizar un aprendizaje contextualizado y significativo en cada uno de los actores que hagan parte de este proceso, el cual no sólo abarca la enseñanza de los contenidos en sí, sino que también implica el desarrollo práctico de estas disciplinas. Entre los tipos de pensamiento que este enfoque fortalece encontramos el pensamiento científico, pensamiento cuantitativo y el pensamiento visual-espacial, los cuales son necesarios para enfrentar las situaciones cotidianas, que además están presentes en este tipo de enfoque. En cuanto al mismo proceso de enseñanza-aprendizaje, fortalece aspectos como la aparición de nuevas metodologías, actividades y estrategias que a la final transforman toda la realidad educativa. En pocas palabras, la finalidad de este enfoque es garantizar la transversalidad de la enseñanza para lograr una mayor contextualización y conseguir un aprendizaje significativo.

Sobre las experiencias revisadas durante el proceso de indagación podemos concluir que el STEM/STEAM fortalece los procesos de enseñanza aprendizaje de diversas maneras, esto teniendo en cuenta los diversos objetivos que se plantearon en cada una de ellas, así como los resultados obtenidos. Estos resultados incluso podrían llamarse transformacionales, ya que con la utilización de este enfoque se rompe por completo el esquema tradicional del modelo de enseñanza, en el que cada área por separado aborda una serie de contenidos para que el estudiante los memorice y los reproduzca, pero sin saber la utilidad de este conocimiento en su vida cotidiana (Aguirre. et al., 2019).

De hecho, una de las principales similitudes entre estas experiencias, es que las disciplinas que incentiva este enfoque trabajan de la mano, es decir el proceso de enseñanza es interdisciplinar, lo que genera a su vez un cambio de la percepción del aprendizaje en los estudiantes. A esto se agrega la importancia que tienen las metodologías activas utilizadas como el aprendizaje basado en problemas y en proyectos, debido a que son fundamentales para promover el trabajo en equipo por parte de todos los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje en el abordaje de problemáticas y su posterior investigación para la solución de esta a partir de la integración de las disciplinas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. A la final, todo esto ocasiona que se den las condiciones para que se surja el aprendizaje significativo en los estudiantes, el desarrollo de nuevas habilidades y competencias, el fortalecimiento de la creatividad y la innovación, la transformación de currículos institucionales tanto de educación básica como superior, integración de nuevas tendencias educacionales como Arduino o el movimiento Maker en la Educación, desarrollo de nuevas investigaciones y por tanto, una transformación del contexto donde se ha aplicado.

En cuanto al contexto colombiano se han venido desarrollando diferentes experiencias con el enfoque STEM/STEAM que empiezan a dar frutos en cuanto a procesos de investigación e innovación, tanto en instituciones de educación básica como en instituciones de educación superior. Algunas instituciones entendiendo la importancia del enfoque, han tomado la iniciativa de incorporar estos procesos al aula, en busca de preparar a los estudiantes integralmente para la vida, estas instituciones han entendido

que la educación bajo este enfoque abre la posibilidad de ser aplicada en todos los contextos posibles, fortaleciendo el currículo y así como, todos los procesos y actores que hacen parte de este.

Sin embargo, no todo ha sido sencillo, una de las limitaciones de este enfoque es la falta de personal calificado en el sector de tecnología avanzada y ciencias aplicadas, así como problemas para ajustar a los currículos del sistema educativo, proyectos interdisciplinarios que a su vez cumplan con los requisitos del estándar, puesto que en general las áreas trabajan de forma independiente, lo que dificulta desarrollar apropiadamente el enfoque.

Por tanto, aún queda mucho recorrido para estar a la par con de países de la Unión Europea, China, Japón o Estados Unidos, que, en comparación con nuestro país, e incluso con otros países de América Latina, tenemos un número inferior de graduados en las que promueve este enfoque (MEN, MinTic, & Fedesoft, 2020). En que Colombia pasamos de graduar a 138.658 personas en el 2001 a tener más de 482.122 en el 2018, sin embargo, se mantiene la tendencia de los últimos 17 años, en la que solo 2.4 de cada 10 estudiantes que culminan estudios superiores, lo hace en un área STEM.

Lo anterior es una muestra que a pesar de que hemos empezado a trabajar este enfoque en varios contextos, fortalecer estas disciplinas e incentivar el estudio de estas, en nuestro país y en Latinoamérica debe ser una prioridad. Aún queda un largo camino por recorrer para llegar a la meta final de la Educación con enfoque STEM, que es

preparar a todos los estudiantes del país para enfrentar los retos que supone este nuevo siglo y fortalecer los procesos de creación e innovación tecnológica y científica del mismo.

VI. REFERENCIAS

- A.C Movimiento STEM. (2020). STEM. Retrieved from <https://www.movimientostem.org>
- Affifi, R. (2020). Between Will and Wildness in STEAM Education. https://doi.org/10.1163/9789004421585_006
- Aguirre., J. P. S., Vaca, V. del C. C., & Vaca, M. C. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento Steam education: entrance to the knowledge society, 3, 212–227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..847>
- Alejandro León. (2019). El desarrollo del pensamiento sistemático en las organizaciones. *Psicología Para América Latina*, (15).
- Alvarado Barzallo, S., & Asinc Benítez, E. (2019). STEAM COMO ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO E INCLUSIVO PARA DESARROLLAR LAS POTENCIALIDADES Y COMPETENCIAS ACTUALES. *IDENTIDAD BOLIVARIANA-REVISTA SEMESTRAL*.
- Álvarez, D. J. S. (2016). Editorial Las Stem Como Estrategia Para Fortalecer La Ciencia Y. *COMPARTIR PALABRA MAESTRA*, 2015–2016.
- Avendaño, A. (2014). Módulo Stem Dirigido a ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA. Retrieved from <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17048/u703423.pdf?sequence=1>
- Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: Toward a human-centred education, creativity & learning thinking. *ACM International Conference Proceeding Series*,

(September 2013). <https://doi.org/10.1145/2501907.2501934>

Caplan, M., & Segura, W. A. (2019). *Usando tecnología de videoconferencia para promover la educación en STEM/STEAM en Latinoamérica –Experiencias concretas.*

Castillo, L., & Hachen, W. O. (2019). *ROBÓTICA EDUCATIVA UTILIZANDO MÉTODO STEAM CON ARDUINO Y IMPRESIÓN 3D.*

Chávez Barquero, F. H., Cantú Valadez, M., & Rodríguez Pichardo, C. M. (2016). Competencias digitales y tratamiento de información desde la mirada infantil. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(1), 209–220.

Cilleruelo, L., & Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Augustozubiaga.Com*, 1–18. Retrieved from <http://www.augustozubiaga.com/site/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>

Croce, G., & Ghignoni, E. (2019). The evolution of wage gaps between STEM and non-STEM graduates in a technological following economy. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1691142>

Diego-Matecón, J. M., Bravo, A., Arcera, -Óscar, Cañizal, P., Blanco, T. F., Recio, -Tomás, ... Pérez Isturiz, -Maitane. (2017). *DESARROLLO DE CINCO ACTIVIDADES STEAM CON FORMATO KIKS.*

Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N., & Parraguez, R. (2019). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Educación Matemática En La Infancia*, 8(1), 33–43.

- Ferrada Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Carrillo Rosúa, F. J., & Salgado-Orellana, N. (2019). Cambio de actitud en ciencia y matemática desde la educación STE(A)M, (June). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10481/56108>
- García, V. (2014). Innovar en docencia universitaria: algunos enfoques pedagógicos. *InterSedes: Revista de Las Sedes Regionales, XV* (31), 51–68.
- Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., & Kellam, N. N. (2015). Collaborative Creativity in STEAM: Narratives of Art Education Students' Experiences in Transdisciplinary Space, *16*.
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & Delacruz, G. (2017). Co-Measure: developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. *International Journal of STEM Education, 4*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>
- Higuera Sierra, D. (2019). Implementando las metodologías STEAM y ABP en la enseñanza de la física por medio de Arduino. *III Congreso Internacional En Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil*.
- Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(7), 1843–1862. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>
- Kang, M., Kim, J., & Kim, Y. (2012). Learning Outcomes of the Teacher Training Program for STEAM Education. *International Conference for Media in Education, Beijing*. Retrieved from <http://www.mendeley.com/catalogue/learning-outcomes-teacher-training-program-steam-education>
- Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The development and application of a STEAM

- program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925–1936.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. In *Procedia Computer Science*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
- Lupiáñez, J. L., & Ruiz-Hidalgo, J. F. (2016). Diseño de tareas para el desarrollo de la competencia STEM: los problemas de modelización matemática | Nuevas tecnologías aplicadas a la educación | Educa con TIC, 1–7.
- Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM. *Steam*, 1(1), 1–3.
<https://doi.org/10.5642/steam.201301.34>
- MEN, MinTic, & Fedesoft. (2020). Las carreras del futuro, una elección minoritaria en Colombia. 07/03/2020, p. 2020.
- Mercado, A., & Vélez, P. (2017). *Caracterización de una experiencia STEAM con estudiantes de la media académica de la Institución Educativa San Benito*.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. 978-0-309-21296-0. <https://doi.org/10.17226/13158>
- NextBrain. (2018). STREAM, la evolución de STEM y STEAM, 2018.
- NFS. (2018). ESTUDIO SOBRE LAS DEMANDA DE TRABAJO EN STEAM. Retrieved March 2, 2020, from <https://www.nsf.gov/nsb/sei/edTool/data/workforce-01.html>
- Nina, O. (2020). *Economía para el Bienestar*. inesad. Retrieved from <https://inesad.edu.bo/dslm/category/epb/>

- Paredes, M. (2018). El aprendizaje activo, el aprendizaje basado en proyectos y la educación STEM. *Universidades de Los Andes*, 26. Retrieved from <http://funes.uniandes.edu.co/11766/>
- Pascual. (2016). Stem to Girl. Retrieved from <https://tecnologiaparaescuelas.com/tecnoedu/home/blog/8-stream>
- Pastor, I. (2018). Análisis de la metodología STEM a través de la percepción docente, 1–105. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/30952>
- Pelejero De Juan, M. (2018). Educación STEM, ABP y aprendizaje cooperativo en Tecnología en 2 ESO., 83. Retrieved from <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6838/PELEJERODEJUANMARTAJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes-González, D. (2019). *Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional*.
- Reyes González, D., Burgos Oviedo, F., & García, Y. (2017). ACTIVIDADES STEM EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES: NUEVOS ENFOQUES DIDÁCTICOS PARA LOS DESAFÍOS DEL SIGLO XXI., 18, 2017.
- RODRIGUEZ CASTRO, M. I. (2018). *PROYECTO OCTOPUSPROPUESTA PEDAGÓGICA FUNDAMENTADA EN LA METODOLOGÍA STEAM PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE RIZOMÁTICO DE LOS ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA*.
- Rodríguez, J., & Cruz, P. (2020). De las competencias básicas a las competencias claves en Educación Infantil. Comparativa y actualización de las competencias en el currículum. *Propósitos y Representaciones*, 8(1).

<https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.366>

Roig-Vila, R. (2016). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza- aprendizaje. OCTAEDRO* (Vol. 1ª Edición).

Rubino, M. T. S. (2018). *Estrategias para favorecer el desarrollo de la inteligencia emocional en niños del II ciclo de educación inicial*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN Enrique Guzmán y Valle.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ruiz, L., & Pacheco, H. (2018). *Las competencias STEAM como estrategia para alcanzar la formación integral del estudiante de medicina*.

Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (379), 45–51.
<https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>

Tan, M., Yang, Y., & Yu, P. (2016). The influence of the maker movement on engineering and technology education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 14(1).

TechnoInventors.inc. (2020). EDUCACIÓN STREAM. Retrieved from <https://estream.school/educacion-stream/>

Tsurusaki, B. K., Tzou, C., Conner, L. D. C., & Guthrie, M. (2017). 5th - 7th Grade Girls' Conceptions of Creativity: Implications for STEAM Education. *Creative Education*, 08(02), 255–271. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.82020>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. (2020). CURSO: ACCIONES INNOVADORAS EN EL AULA: EDUCACIÓN STEM 4TA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, 2020.

- UPM UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. (2019). Formación Y Evaluación De La Competencia Resolución De Problemas. Retrieved from http://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/apoyo_profesorado/DESARROLLO-Y-EVALUACION-DE-COMPETENCIAS_resolucion-problemas.pdf
- Val Tribouillier, J. (2019). El enfoque STEAM integrado en un proyecto ERASMUS plus: STEAM Jam. *Revista Didáctica Educación y Multimedia*.
- World Economic Forum. (2016). *The Global Competitiveness Report 2016–2017. Teaching Statistics* (Vol. 21). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.1999.tb00817.x>
- Yakman, Georgette, & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Yakman, Goergette. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *PATT-17 and PATT-19 Proceedings*, (February 2008), 335–358. Retrieved from <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>
- Zamorano Escalona, T., Cartagena, Y. G., & Reyes González, D. (2017). *Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional 1*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/333824724_Educacion_para_el_sujeto_del_siglo_XXI_principales_caracteristicas_del_enfoque_STEAM_desde_la_mirada_educacional