

# La investigación como estrategia pedagógica: una alternativa latinoamericana a la educación STEAM

Juan Sebastián Correa-Delgado 

Trabajador social y filósofo

Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia

juan.correa5@correo.uis.edu.co

## Resumen

La Cuarta Revolución Industrial ha generado cambios en la ciencia, la tecnología, el conocimiento, el mercado laboral, la educación, entre otros, surgiendo iniciativas pedagógicas acordes a las demandas contemporáneas. En este marco se ha consolidado el enfoque STEAM como una propuesta de innovación educativa. El presente artículo reflexivo, expone los supuestos básicos del movimiento de educación STEAM (por su sigla en inglés: Sciences, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) en América Latina, desde la perspectiva crítica de la educación popular. En este sentido, se plantea la Investigación como Estrategia Pedagógica-IEP- como una apuesta alternativa de promoción de ciencia, investigación y tecnología en niños, niñas y jóvenes escolares gestada desde la realidad de América Latina.

La IEP ha jugado un papel clave, como una apuesta teórico metodológica de apropiación social de la ciencia, a través de un diálogo entre el contexto, el conocimiento y la realidad de la escuela colombiana, que tiene como centro las preguntas de investigación del estudiantado. Por ello, se reconoce el papel clave que puede jugar la pedagogía crítica y educación popular en construir geo-pedagogías situadas acordes a las condiciones de cada contexto.

**Palabras clave:** Educación STEAM; Educación Popular; Pedagogía crítica; América Latina.

**Recibido:** 13/07/2023 | **Aprobado:** 23/11/2023 | **Publicado:** 14/03/2024



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

**Financiación o proveniencia del artículo:** el texto reflexiona sobre el papel de trabajador social con función de asesor pedagógico en el programa Investigadores por Naturaleza, desarrollado por la Universidad Industrial de Santander en el período 2020-2022. El texto se adscribe a la línea de investigación en Educación y Cambio social del Grupo de Investigación Ambiente y Desarrollo-GPAD(UIS).

---

**¿Cómo citar este artículo? / How to quote this article?**

Correa-Delgado, J. S. (2024). La investigación como estrategia pedagógica: una alternativa latinoamericana a la educación STEAM. *Prospectiva. Revista de Trabajo Social e intervención social*, (37), e21213065. <https://doi.org/10.25100/prts.v0i37.13065>

# Research as a Pedagogical Strategy: A Latin American Alternative to STEAM Education

## Abstract

The Fourth Industrial Revolution has generated changes in science, technology, knowledge, the labor market, and education, among others, and pedagogical initiatives have emerged according to contemporary demands. Within this framework, the STEAM approach has been consolidated as a proposal for educational innovation. This reflective article exposes the basic assumptions of the STEAM education movement in Latin America, from the critical perspective of popular education. In this sense, Research as a Pedagogical Strategy is proposed as an alternative bet for the promotion of science, research, and technology in school children and young people born in the reality of Latin America.

The IEP has played a key role, as a theoretical methodological bet of social appropriation of science, through a dialogue between the context, knowledge, and reality of the Colombian school, which has as its center students' research questions. Therefore, the key role that critical pedagogy and popular education can play in constructing geo-pedagogies located according to the conditions of each context is recognized.

**Keywords:** STEAM Education; Popular Education; Critical Pedagogy; Latin America.

2

**Sumario:** 1. Introducción, 2. Reflexión Teórico conceptual, 2.1 Educación STEAM en el marco de la Cuarta Revolución Industrial, 2.2 Voces críticas de la Educación STEAM, 2.3 Orígenes de la Investigación como Estrategia Pedagógica, 2.4 La Investigación Como Estrategia Pedagógica: una alternativa al enfoque STEAM gestada desde América Latina, 3. Conclusiones, 4. Referencias bibliográficas.



## 1. Introducción

nuestras relaciones con los educandos, a la vez que nos exigen respeto hacia ellos, nos imponen igualmente el conocimiento de las condiciones concretas de su contexto, que los condiciona (Freire, 2010).

En memoria de la maestra, educadora popular, feminista y trabajadora social,  
Leticia Montero Torres

La educación popular se estableció en América Latina entre la década de los años sesenta y setenta en el marco de los procesos sociales vividos por cuenta de la Revolución cubana, las orientaciones que emergieron del Concilio Vaticano II, la Teología de la liberación, el movimiento estudiantil en México y Argentina (principalmente) y el surgimiento de proyectos políticos alternativos (Bruno-Jofré, 2016). En este contexto de movilización, la Educación popular “se orientó hacia las áreas de la alfabetización y la educación de jóvenes u adultos; (...) dirigentes sociales, el trabajo de derechos humanos, a la comunicación alternativa, al género, lo ambiental y la economía solidaria” (Torres-Carrillo, 2018, p. 28). Su legado sigue vigente el campo educativo, político y social en el movimiento latinoamericano.

Sin embargo, los retos y escenarios de la sociedad del siglo XXI atravesada por un neoliberalismo que privatiza la salud, la educación, el trabajo, la vida y el ocio, entre otros, ha generado una reconfiguración de la educación popular (Mejía-Jiménez, 2020; 2021) y la pedagogía crítica (Mclaren y Jandric, 2021). La globalización y la Cuarta revolución industrial en marcha plantean cambios en la concepción del tiempo y espacio del sujeto contemporáneo y sus prácticas cotidianas en temas como el conocimiento, la tecnología, el surgimiento de nuevos lenguajes, la comunicación, la información y la investigación, a las cuales la escuela debe abordar críticamente desde el contexto latinoamericano (Mejía-Jiménez, 2020).

Acorde a lo anterior, la presente reflexión teórico-metodológica plantea la Investigación como Estrategia Pedagógica-IEP- como un enfoque de formación en investigación y ciencia en la escuela, que responde a las demandas del mundo contemporáneo desde una lectura crítica y contextual gestada en América Latina, en contraposición al discurso emergente de la educación STEAM. Para ello, en la primera parte se exponen los supuestos de la educación STEAM, su origen, su discurso y escenarios de implementación en Iberoamérica, seguidamente se recogen algunas voces críticas a este enfoque. Además, se lleva a cabo una breve exposición del escenario de origen de la IEP en Colombia, acompañado de sus supuestos, metodologías, experiencias y reflexiones, con el fin de plantear las diferencias con la educación STEAM. Finalmente, se esbozan algunas conclusiones que reconocen el papel de la IEP en la escuela Latinoamericana en el marco de la Cuarta Revolución Industrial.

## 2. Reflexión Teórico conceptual

### 2.1 Educación STEAM en el marco de la Cuarta Revolución Industrial

El movimiento STEM/STEAM<sup>1</sup> es un enfoque educativo que busca promover la enseñanza de la Ciencia (Science), la Tecnología, (Technology), la Ingeniería (Engineering), las Artes (Arts) y las Matemáticas (Maths) en la educación básica, media<sup>2</sup> y superior. Actualmente se implementa en países como México, Chile, Argentina y Colombia, entre otros, posicionándose como una estrategia de innovación educativa en la escuela. Sus orígenes y antecedentes se encuentran en Estados Unidos en el marco del informe *Una nación en riesgo* de 1983 que advirtió sobre los rezagos del país en los niveles educativos (Mejía-Jiménez, 2020), llevando en 1990 a la implementación de estrategias educativas con el objetivo de mejorar la competitividad del país (Breiner *et al.*, 2012), que devinieron en reformas educativas enfocadas en la formación de estudiantes para los retos de la revolución técnica y científica (Castro-Campos, 2023).

El enfoque ha encontrado su nicho en el capitalismo cognitivo contemporáneo, donde la información y el conocimiento se convierten en fuentes de riqueza con características de reproducción de valor aun inimaginables (Mejía-Jiménez, 2020). En este sentido, el mundo atraviesa por una mutación socio-histórica denominada la cuarta revolución industrial que ha transformado el mundo del trabajo, Mejía-Jiménez (2020) sostiene:

en la primera (vapor), los empleos salieron de las casas y se fueron a la fábrica, con migración profunda del campo; la segunda (electricidad), creó nuevos empleos, las ingenierías, la banca y los maestros; en la tercera (electrónica), se pasa de un empleo de manufactura a servicios y atención al cliente; y la cuarta (tecnologías convergentes y el trabajo inmaterial), en pleno desarrollo y materialización, demanda modificaciones sociales y culturales profundas; curiosamente en algunos casos con el regreso del trabajo en casa, para darle respuesta a esos elementos nuevos que constituyen esas dinámicas. (p. 24)

La consolidación de la electrónica y las tecnologías convergentes han dado paso a fenómenos como la inteligencia artificial y el *Big data*, que hoy tienen a las sociedades en debates bioéticos; por ejemplo, en términos laborales la mano de obra está siendo desplazada, según Mejía-Jiménez (2020) “un estudio reciente de la OIT, prevé que hacia el 2025 van a desaparecer cerca de 800 formas de trabajo, así como emergerán otras que requerirán nuevas habilidades y competencias” (p. 38). En este escenario, la educación STEAM se ha convertido en un eje estratégico de formación que promueve la ciencia, la investigación, la tecnología y la innovación acorde a las exigencias y transformaciones contemporáneas. En el caso latinoamericano, el STEAM ha tomado importancia en las políticas educativas debido a la promoción e incentivo de organismos multilaterales tales como el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y

<sup>1</sup> El uso de la A referente a Artes aún se encuentra hoy en debate.

<sup>2</sup> El enfoque es abordado en la educación superior, sin embargo, ha tomado mayor fuerza en los niveles básico y medio en América Latina.

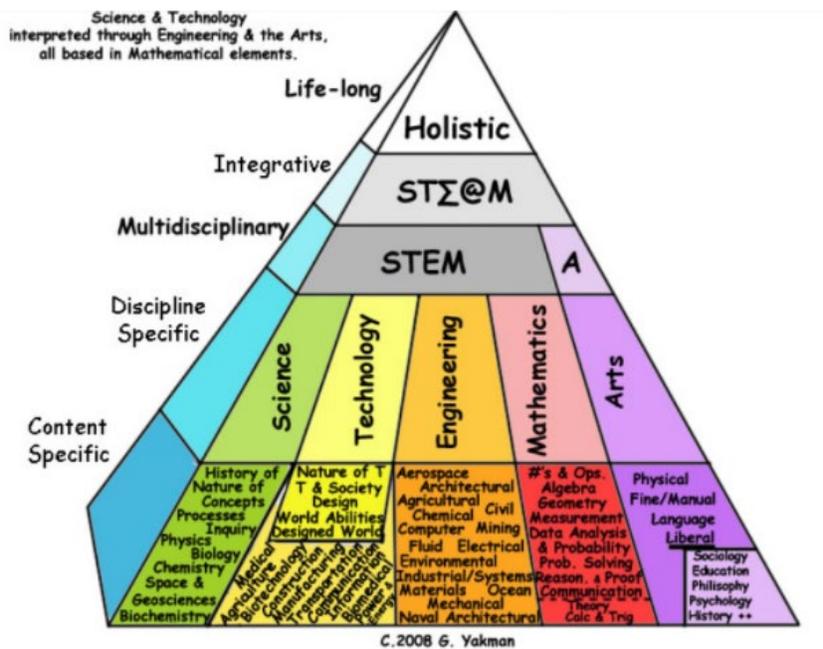
el Desarrollo Económicos (OCDE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización de Estados Americanos (OEA), entre otros. Así, dado su origen político-económico se trata de incrementar las vocaciones en ciencia, tecnología y matemática buscando mejorar la competitividad de los países (Perales-Palacios y Aguilera, 2020).

El objetivo de la educación STEAM consiste en contribuir desde la escuela en sus diversos niveles, al desarrollo de las denominadas *competencias del siglo XXI* como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, el pensamiento computacional, el trabajo en equipo y colaborativo entre otros, buscando potenciar en niños, niñas y jóvenes la investigación, el liderazgo, la innovación, que les permitan enfrentarse a los desafíos del mundo globalizado contemporáneo (Cifuentes y Caplan, 2019). En este sentido, algunos autores sostienen que los atributos principales del educando en el proceso basado en este enfoque son: solucionadores de problemas, innovadores, inventores, autosuficientes, hacedores y diseñadores, (makers) (Sánchez-Ludeña, 2019) pensadores lógicos y alfabetización tecnológica (Domínguez-Osuna *et al.*, 2019). En síntesis, el enfoque educativo busca la formación de perfiles laborales para los trabajos que hoy en día no existen y se están creando debido a los cambios de la Cuarta Revolución Industrial.

La metodología usada para llevar a cabo el proceso de educación STEAM con estudiantes de básica y media puede variar, entre el aprender haciendo, Aprendizaje basado en proyectos, pensamiento de diseño (Design Thinking<sup>3</sup>), Gamificación con video juegos (Dayekh-García, 2020), cultura maker (creador de cultura) (Sánchez-Ludeña, 2019) entre otros. Sin embargo, la más utilizada es la de Aprendizaje Basada en Proyectos (ABP), “que tiene como objetivo fomentar la interdisciplinariedad y siempre centrarse en la aplicación práctica del aprendizaje desarrollado dentro del aula” (Castro-Fonseca, 2020, p. 45). De esta manera, el enfoque STEAM se ha posicionado como una práctica educativa innovadora que brinda una base integradora de las diversas áreas del conocimiento para la educación (véase figura 1) (Yakman y Lee, 2012).

<sup>3</sup> Pensamiento de diseño, es un método de trabajo que busca la solución de problemáticas sociales y empresariales a través de la transdisciplinariedad y el trabajo en equipo.

Figura 1. Áreas de conocimiento del enfoque STEAM.



Fuente: tomada de Yakman (2008).

El eje articulador del enfoque STEAM es el “aprender haciendo”, centrando su aprendizaje en la acción y dejando atrás los tradicionales paradigmas educativos de memorización. Así, ha logrado impactar en el currículo escolar llevando a cabo proyectos de aula enfocados en las TIC, programación, robótica, internet de las cosas, eléctrica y electrónica, videojuegos, entre otros que la ubican como “un gran ejemplo de la posibilidad de formar ciudadanos desde enfoques transdisciplinarios y emergentes para la crisis educativa global” (Moreno-Cáceres y Bautista-Sapuyes, 2019, p. 24).

La implementación del enfoque ha tenido diversas experiencias dependiendo del país y el contexto escolar. Así, en una investigación documental en casos de Iberoamérica Arrigui-Torres y Mosquera (2022) encontraron 4 tipos de usos del STEAM en la práctica “STEAM como estrategia didáctica en la educación primaria, STEAM como estrategia didáctica en la educación secundaria y media, STEAM como estrategia didáctica en la educación superior, STEAM como estrategia de modelización, y STEAM como estrategia de transversalización” (p.54). En Colombia, los primeros trabajos de grado que abordan la educación STEAM se encuentran en el año 2014 (Marín-Ríos, 2023) y estos evidencian dificultades en el trabajo interdisciplinar, el papel instrumental que ha ocupado el arte, poca profundidad en el debate conceptual en STEAM y obstáculos para realizar trabajo colaborativo entre docentes (Marín-Ríos, 2023). La tendencia educativa ha tenido adeptos y críticos debido a variables como el contexto, sus orígenes, los fines que busca y sus bases teórico-epistemológicas.

## 2.2 Voces críticas de la Educación STEAM

En el marco de la “efervescencia STEAM” que viven las escuelas contemporáneas en Iberoamérica, han surgido voces críticas como la de García-Carmona (2020) quien desde España sostiene que, el concepto opera como moda con supuestos epistemológicos y empíricos muy débiles, incurriendo en presuntas suplantaciones de métodos anteriores y con mayor tradición como la educación en ciencia. La ausencia de un marco de fundamentación, se expresa en la escasa oferta de programas de formación para profesores de dicho enfoque y de metodologías de enseñanza-aprendizaje para estudiantes, evidenciándose en la práctica un renombre de las antiguas propuestas enfocadas en la enseñanza de ciencia, con la actual categoría STEAM (García-Carmona, 2020).

A su vez, se suman las voces que reclaman la inclusión H de humanidades y A artes de manera transversal asegurando una formación holística e integral (Unesco, 2019), sin embargo, la discusión aquí se ha centrado en el lugar que ocupan estas disciplinas a nivel secundario viéndose opacadas por la ciencia y la tecnología. En este sentido, desde Estados Unidos, Rodríguez (2014) ve en la pedagogía crítica vinculada al STEAM, una oportunidad para fomentar el desarrollo y potencial humano hacia una conciencia colectiva, que permita resistir al enfoque capitalista y corporativo presentes en la educación actual. Por otro lado, Kim (2016, citado en Ortiz-Revilla *et al.*, 2021) en Corea del Sur desarrolló un método basado en el método científico, según el cual los estudiantes abordan un solo problema desde 8 disciplinas entre las que se encuentran las contempladas por el STEAM, logrando enriquecer el aprendizaje del estudiantado de una manera integral. Desde otra perspectiva, en Colombia se plantea la posibilidad del desarrollo de STEAM como un medio para el mejoramiento de la calidad educativa debido a su enfoque en la metodología activa que permite transversalizar contenidos en el plan de estudios (Sánchez-Campo y Rodelo-Molina, 2021).

La pedagogía crítica contemporánea puede aportar no sólo a enfoques educativos sociales, sino también humanizar las discusiones éticas sobre las transformaciones que vive el mundo en el marco de la cuarta revolución industrial, así:

La tecnología de la computación está contribuyendo a la crisis ecológica debido a que las computadoras súper inteligentes dependen de un almacenamiento cultural fijo, cuyos supuestos culturales han sido moldeados con base en raíces metafóricas de las ideas occidentales de progreso e individualismo. Necesitamos una inteligencia centrada en la ecología de la tierra. La pedagogía crítica puede unirse a ese esfuerzo. (McLaren y Jandric, 2021, p. 52)

A pesar de las voces críticas del enfoque STEM en Europa y Estados Unidos, es necesario realizar una relectura desde el contexto latinoamericano y en este sentido el educador popular Marco Raúl Mejía, señala que esta corriente es una homogenización educativa que “intenta cerrar

el ciclo de un mundo organizado a través de patrones universales, que son establecidos a partir del STEM” (Mejía-Jiménez, 2018, párr. 8), desde la concepción de Estados Unidos y los organismos multilaterales que la promueven.

Acorde a lo anterior, la pregunta que surge es ¿debería ser cuestionada dados sus orígenes y pretensiones de homogenización neoliberal? La educación popular latinoamericana tiene mucho que cuestionar y aportar en este punto, ya que, “a medida que consolida su acumulado, desarrolla propuestas que permiten recuperar la diversidad, al mostrar cómo se abre una sociedad cada vez con más información producto de las nuevas realidades de las TIC” (Mejía-Jiménez, 2023, p. 12). En este sentido, la educación popular se concibe como *una construcción cultural en marcha* inacabada que lleva a pensar desde el presente, las relaciones y tensiones de la realidad contemporánea como: Sur y norte, político y pedagógico, desarrollo y buen vivir, saber y conocimiento, procesos locales y mundo global, uso NTIC y cultura tecnológica, entre otros (Mejía-Jiménez, 2017).

La tensión saber y conocimiento en el marco de la educación popular pasa por el enfoque de diálogo de saberes y negociación cultural, que evita la imposición vertical de conocimientos científicos y externos reconociendo los saberes situados territorialmente constituidos. El uso instrumental en la educación de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación permite al educador popular pensar su práctica pedagógica pasando de la crítica de los medios hacia una propuesta de los usos (Mejía-Jiménez, 2017). Por ello, reconocer la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la información como herramientas de poder y generación de valor en el marco del capitalismo, no debe conducir al pensamiento crítico de posturas puristas y tecnofóbicas que se hagan al margen de esta realidad material, sino por el contrario, reconocer su alcance y límite y repensar la praxis pedagógica desde su componente social y cultural (Mejía-Jiménez, 2020). En este sentido, se trata de entrar en el discurso de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, matemáticas, las artes y las humanidades reproducido a nivel global, pero desde el contexto local situado de las escuelas de Nuestra América, que permitan el desarrollo de apuestas geopedagógicas (Mejía-Jiménez, 2020).

### 2.3 Orígenes de la investigación como Estrategia pedagógica

El origen de la Investigación como Estrategia Pedagógica tiene sus antecedentes, en el debate sobre la Apropriación Social de la ciencia y el conocimiento en Colombia, que inició en el marco de la apertura económica del presidente Gaviria en los años 90 del siglo pasado (Escobar-Ortiz, 2017), donde se discutía que la ciencia y el conocimiento eran variables de generación de desarrollo económico. Sin embargo, el concepto de Apropriación social de la ciencia se aborda por primera vez en el informe *Colombia: al filo de la oportunidad. Informe conjunto* (2002) en el que 14 comisionados reconocen el papel que tiene la educación en este escenario. El debate sobre la apropiación Social de la ciencia, la tecnología e innovación lleva más de 32 años (Dueñas-Quintero, 2022) y en el 2021 obtuvo como resultado la creación de la Política Pública de

Apropiación Social del Conocimiento (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MinCiencias], 2021).

Acorde a lo anterior, los primeros programas de apropiación social de la ciencia en aparecer estuvieron enfocados en la educación, especialmente en el fomento de las vocaciones científicas; así se destacaron: el programa Cucli Cucli en 1990<sup>4</sup> como antecedente (Hernández, 2000); Maloka en 1997 (Echeverri-Cañas 2010), el parque Explora y el planetario 2007 (Mejía-Saldarriaga *et al.*, 2021) y el programa Ondas en el 2001 (Mendoza-Toraya *et al.*, 2010). El programa Ondas nace como una “estrategia fundamental de Colciencias para el fomento de una cultura ciudadana y democrática en CTeI en la Población infantil y juvenil colombiana, a través de la Investigación como Estrategia Pedagógica-IEP” (Colciencias, s.f.), buscando la creación de semilleros de investigación formativa en colegios.

El programa Ondas entre el 2001 y el 2016 ha logrado beneficiar a 180.089 niños, niñas y jóvenes del sistema educativo colombiano (Núñez, 2017). La estrategia de apropiación social del conocimiento en población escolar se ha logrado mantener durante más de 22 años, desarrollando diversos manuales, referentes y material didáctico (Bravo y Mejía, 2012; Manjarrés y Mejía-Jiménez, 2012; Manjarrés, Mejía-Jiménez *et al.*, 2011; 2012; Manjarrés, Mejía-Jiménez, Bravo-Hernández *et al.*, 2011). Su impacto ha sido significativo porque se han identificado el fortalecimiento a las vocaciones científicas y tecnológicas en las jóvenes colombianas (Correa, 2020).

El impacto del programa no solo ha sido en términos de beneficiarios, sino también como referente de experiencias territoriales, es el caso de Investigadores por Naturaleza, programa de apropiación social de la ciencia en contextos educativos rurales del páramo de Santurbán, en Santander, Colombia, durante el período 2020-2022, que tomo como referencia elementos de la IEP (Correa-Delgado y Prado-Blanco, 2022; García-Sánchez *et al.*, 2023; Prado-Blanco *et al.*, 2021; Villarreal-Gómez *et al.*, 2022). Además, se encuentra el programa Generación Conciencia, que lleva a cabo el programa Ondas y la IEP en Santander desde el año 2014 incluyendo a jóvenes investigadores y semilleros de investigación universitarios, llamando a este encuentro Comunidades del saber (Generación ConCiencia, s.f.; Osma-Lobo *et al.*, 2023; Romero-Martínez, 2017).

<sup>4</sup> Proyecto de Actividades Científicas Infantiles y Juveniles de COLCIENCIAS en Colombia.



## 2.4 La Investigación Como Estrategia Pedagógica: una alternativa al enfoque STEAM gestada desde América Latina

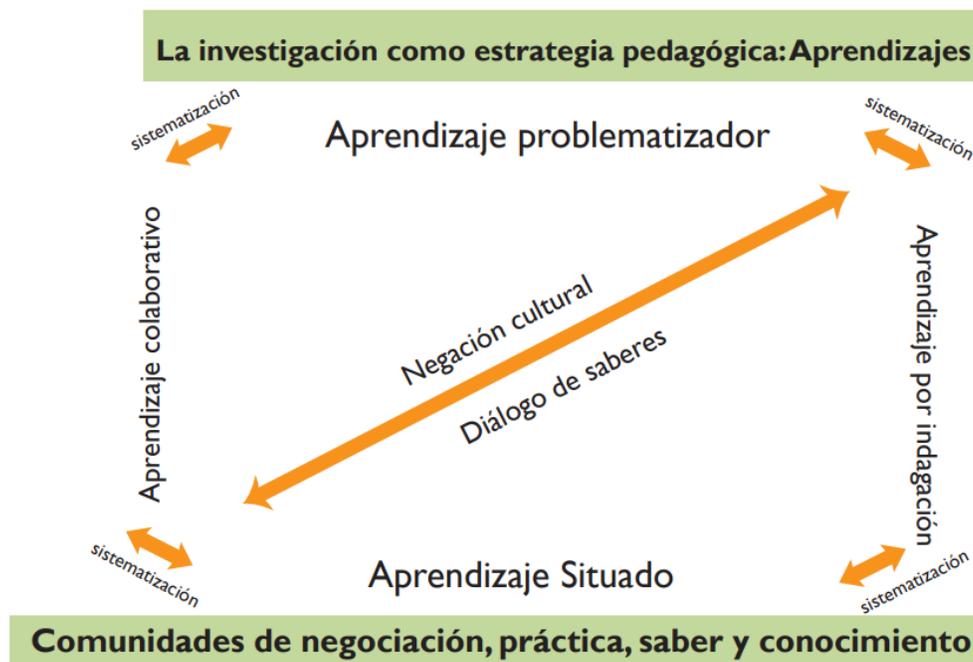
El paradigma de educación latinoamericano parte de la idea de que no hay educación “ni texto sin contexto, en tanto la educación hoy nos hace ciudadanas y ciudadanos del mundo, pero también hijas e hijos de la aldea” (Mejía-Jiménez, 2020, p.15). Por tanto, reconociendo la importancia del conocimiento en el mundo contemporáneo resulta fundamental pensar la relación entre ciencia, tecnología e innovación con los contextos rurales territoriales y sus realidades, saberes, conocimientos y epistemologías propias (De Sousa-Santos, 2018). En este sentido, surge la metodología implementada por el programa Ondas<sup>5</sup> en Colombia conocida como la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP), una apuesta de apropiación social de la ciencia en niños, niñas y jóvenes a través del Aprendizaje Basado en Proyectos, que busca la conformación de semilleros de investigación formativa en colegios. La IEP en sus fundamentos sostiene:

El eje de su propuesta es la idea de que en la sociedad existen saberes propios de la cultura, los cuales negocian permanentemente con las formas establecidas del conocimiento; por ello, la investigación planteada en los grupos infantiles y juveniles busca la unidad y relación de saberes y conocimientos como partes complementarias, a través de una propuesta metodológica que realiza el reconocimiento social de los actores, quienes ponen en juego –a través de la negociación cultural de sus preguntas– esas diferentes concepciones, que podrán tramitar reconociendo la visibilidad de múltiples métodos investigativos, en coherencia con el tipo de problema. (Mejía-Jiménez y Manjarrés, 2011, p. 143)

La metodología sigue cada una de las etapas del método científico en la cual el estudiantado aprende colectivamente: conformar un semillero de investigación, formular una pregunta, plantear un problema de investigación, construcción de un diseño metodológico, análisis de la información, síntesis de información, redacción de conclusiones y socialización de resultados, generar redes de difusión y plantear nuevas preguntas de investigación (Mejía-Jiménez y Manjarrés, 2011). La IEP busca crear un puente epistemológico entre los conocimientos y saberes presentes en los territorios que conforman a Colombia y los debates científicos, con el objetivo de propiciar espacios de apropiación social de la ciencia y pensamiento crítico a través de la creación de semilleros en colegios (véase figura 2). La IEP busca que el estudiantado desarrolle de manera transversal el aprendizaje, situado, problematizador y colaborativo, e indagación crítica (Mejía-Jiménez y Manjarrés, 2017).

<sup>5</sup> Programa de Apropiación social de la Ciencia, tecnología e innovación en niños, niñas y jóvenes de educación básica y media, a través de la creación de proyectos de investigación en semilleros; el programa es llevado a cabo por el Ministerio de Ciencias de Colombia.

**Figura 2. Articulación de los tipos de aprendizaje, en la negociación cultural y la producción de saber.**



Fuente: Manjarrés, Mejía y Ciprian (2009, citado en Manjarrés *et al.*, 2012, p. 89).

La IEP parte del contexto de lo que implica ser latinoamericano y construir una apropiación de la ciencia reconociendo las condiciones de desigualdad. En este sentido, la apuesta de la IEP no es formar científicos, es construir una cultura ciudadana y democrática en ciencia, tecnología e innovación en tiempos donde el conocimiento, la información y la comunicación son variables de generación de valor. La propuesta se encuentra fundamentada en las capacidades que constituyen al humano: cognitivas, afectivas, valorativas y de acción (Mejía-Jiménez y Manjarrés, 2011).

La fundamentación en la educación popular y pedagogía crítica permite que niños, niñas y jóvenes partan desde sus preguntas y preocupaciones cotidianas para resolverlas a través de la ciencia e investigación, gestando una pedagogía de la pregunta que orienta todo el proceso (Freire, 2013). Este ejercicio se encuentra mediado por un diálogo de saberes entre los conocimientos del contexto y el discurso de la ciencia, que pasa por una confrontación de saberes y negociación cultural (Mejía-Jiménez, 2015) que permite generar la apuesta en común entre los actores de la comunidad educativa.

Por ello, su enfoque holístico e interdisciplinar se evidencia en el abordaje de diversas problemáticas en la escuela como: la convivencia escolar (García-Martínez y Peña-Orozco, 2018), la inclusividad y diversidad (Camargo, 2015), el fortalecimiento de la identidad cultural (Ariza-Caro *et al.*, 2018), la construcción de ciudadanía y en Ciencia, Tecnología e Innovación (Ciprián-

Sastre, 2012; Díaz-Soto *et al.*, 2019), la enseñanza de ciencias naturales (Bejarano-Muñoz, 2016), la potabilización artesanal del agua (Barrios-Herrera *et al.*, 2018), la construcción de huertas orgánicas en la escuela (Varela-Varela *et al.*, 2018), el manejo de residuos sólidos (Jiménez-Londoño *et al.*, 2018), la enseñanza de la química, el fortalecimiento de competencias científicas (Salamanca-Meneses y Hernández-Suárez, 2018), entre otros.

La IEP ha desarrollado metodologías en contextos de virtualidad, recogidos en la apuesta *La búsqueda de lo virtual en el programa Ondas: lineamientos de virtualización de la investigación como estrategia pedagógica* (Manjarrés *et al.*, 2012) y que tomó vigencia en el marco de la coyuntura epidemiológica del covid-19, ya que compilaba herramientas teórico-metodológicas para llevar a cabo procesos de enseñanza-aprendizaje en ciencia de manera virtual. La pandemia desnudó la realidad desigualdad del contexto educativo rural colombiano y por ello llevó a pensar los retos que tiene la educación popular para pensar las alternativas desde el reconocimiento de “los territorios, las culturas, los saberes propios de las comunidades y conservados en las tradiciones de la comunalidad” (Mejía-Jiménez, 2021, p. 410).

Esta propuesta educativa promueve la ciencia, la investigación, la innovación desde la escuela fundamentada teórica y epistemológicamente en la pedagogía crítica y educación popular latinoamericana de Freire, el enfoque socio-cultural de Vigotsky y el construccionismo social de Varela y Maturana reconociendo expectativas y e intereses de estudiantes (Mejía-Jiménez y Manjarrés, 2011; 2017). De esta manera, la pedagogía crítica latinoamericana propone elementos teórico-metodológicos que ponen en discusión y debate la implementación de la educación STEAM en el mundo contemporáneo. América Latina no se puede quedar atrás en el debate e ingreso a la cuarta revolución industrial, por ello el enfoque educativo como la IEP resulta fundamental:

En los tiempos que corren el conocimiento se torna central para la producción, como la resultante del largo proceso de la constitución de lo humano. En ello las capacidades dan lugar a un conocimiento que va a ser resultante de un aprendizaje social. (Mejía-Jiménez, 2020, p. 29)

La construcción de una Cultura ciudadana en Ciencia, Tecnología e Innovación gestada desde la escuela y los territorios permite una articulación entre el contexto local y las dinámicas globales permitiendo la entrada al debate de enfoques Latinoamericanos como el Buen vivir en contraposición al desarrollo y las epistemologías de Sur diversificando el modelo único de ciencia occidental. Por un lado, la IEP parte desde una apuesta por promover la ciencia a través de su método, teniendo en cuenta los intereses y particularidades de estudiantes, proponiendo así una dinámica de investigación formativa en el marco de la dinámica de un semillero que promueve la ciencia de manera democrática y participativa. En este sentido, su énfasis está en la pregunta, ¿cómo despertar el interés por la ciencia y la tecnología desde el lugar de enunciación del estudiante? Poniendo la acción educativa en la metodología, didáctica y pedagogía como ejes

centrales del proceso. El lugar que ocupa el educador en la IEP es de mediador entre la pregunta de investigación y el proceso de la ruta metodológica, potenciando en población infantil y juvenil sus habilidades y aprendizajes.

Por otro lado, el enfoque STEAM plantea su énfasis en los contenidos sobre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas y su relación con las habilidades a despertar en el estudiante necesarias para el campo laboral global, olvidando en algunas ocasiones, el contexto histórico y socio-cultural en el que se desarrolla la acción educativa. En este sentido, no es lo mismo generar dinámicas de enseñanza-aprendizaje en ciencia y tecnología a un grupo de estudiantes en el norte de Bogotá, que, a un grupo en una escuela rural en la provincia de Soto Norte en Santander, ya que el contexto social, cultural, ambiental, económico es muy distinto y por tanto sus intereses, expectativas y aspiraciones también. La IEP al partir de las preguntas de investigación de los propios estudiantes, rompe con la aparente “dualidad” entre ciencia y contexto, situando la dinámica educativa en un problema situado y concreto a resolver de manera colaborativa.

La IEP puede presentar la limitación en la transversalización e interdisciplinación con la que puede ser abordada la pregunta de investigación, ya que depende del maestro acompañante y su formación académica, además de las relaciones que pueda establecer en el marco de la movilización social de actores (Mejía-Jiménez y Manjarrés, 2017). En el caso del enfoque STEAM, la inversión en materiales tecnológicos puede despertar el interés en el gremio docente y articular acciones entre diferentes áreas del conocimiento. En ambos casos, la formación docente es fundamental para generar una cultura de trabajo colaborativo e interdisciplinar.

En la IEP su énfasis está en crear una Cultura de Ciencia, Tecnología e Innovación que irradie a la comunidad escolar haciendo énfasis en el “saber hacer” del sujeto de ciencia, mientras que en el enfoque STEAM la apuesta se encuentra centrada en un rol más específico a la ingeniería con campos previamente determinados por el educador. Además, se resalta el papel secundario que cumplen las ciencias sociales y humanas; en este enfoque se diferencian de la IEP, donde un proyecto de investigación formativa puede estar centrado en métodos y metodologías de carácter cualitativas y mixtas de inicio a fin, logrando transversalizar diversas áreas del conocimiento.

### 3. Conclusiones

La educación popular y la pedagogía crítica Latinoamérica tienen mucho que aportar a los cambios que vive el mundo actual en el contexto de la cuarta revolución Industrial, la Investigación como Estrategia Pedagógica se ubica como una metodología alternativa y/o complementaria al enfoque STEAM que ha tomado protagonismo en los últimos años. La necesidad de desarrollar ciencia, tecnología e innovación desde instancias de socialización como la escuela, teniendo en cuenta su contexto histórico, social y cultural resulta fundamental, con el fin de no sólo preparar a los estudiantes para el nuevo campo laboral, sino también la posibilidad de desarrollar ciencia propia alternativa a los presupuestos euronorteamericanos.



La gran diferencia entre de la IEP frente al STEAM, es que el reto no lo plantean las habilidades que debe “enseñar” el profesor para preparar al estudiante al campo laboral global (STEAM), sino el problema que el estudiantado y docentes consensuaron abordar científicamente a nivel local (IEP), mediante un diálogo con sus saberes, conocimientos y prácticas históricamente construidas. En la IEP la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte, la matemática son un medio para abordar problemáticas del contexto a través de un proyecto de investigación formativo. Sin embargo, el STEAM toma forma en el desarrollo de las habilidades para el trabajo en enfoques que se centran en el desarrollo de competencia mediante acciones operativas, ya que la mayoría de las experiencias se centran en la resolución de problemas en el mundo real (Ortiz-Revilla *et al.*, 2021) sin necesidad de recurrir a las etapas canónicas del método científico. La IEP presenta una debilidad y tensión frente a los tiempos y a la estructura curricular de la dinámica escolar tradicional, debido a la extensión del proceso investigativo.

Acorde a lo anterior, el STEAM y la IEP a pesar de tener orígenes diferentes, no son excluyentes necesariamente ya que pueden ser complementarias, debido a que ambas dialogan con la ciencia, la tecnología y la innovación y las metodologías activas en la escuela, una partiendo de un problema por resolver y la otra en el marco de una pregunta y problema de investigación. Sin embargo, en los casos de elegir un enfoque o el otro, factores como tiempo, recursos, estudiantes, currículo, cultura institucional, entre otros, plantearán las condiciones de posibilidad para un proceso basado en la investigación a mediano plazo con cada una de sus etapas (IEP) o un ejercicio de aprender haciendo que le permita al estudiante desarrollar una competencia concreta mediante el uso y aprovechamiento de la tecnología (STEAM).

Es importante resaltar que a pesar de efervescencia de la metodología STEAM, para la formación del estudiante del siglo XXI, América Latina ha construido un conocimiento teórico y metodológico que ha permitido gestar dinámicas contextualizadas y acorde a las formas de asumir el mundo *Nuestro americano*. La educación popular contemporánea puede aportar a una lectura crítica, consciente y transformadora de la realidad frente a los diferentes debates que plantea la inteligencia artificial, el Big Data, las Nuevas Tecnologías de Información, Comunicación y la pandemia. Así, la Investigación como Estrategia Pedagógica es una evidencia del diálogo de saberes y negociación cultural Latinoamericano aplicado a la educación en ciencia, tecnología e innovación respondiendo a los desafíos del mundo contemporáneo desde una lectura contextualizada de la realidad.

#### 4. Referencias bibliográficas

- Ariza-Caro, I., Contreras-Anaya, L., Castillo-Aguirre, Y., y Jiménez-Polo, A. (2018). Fortalecimiento de la Identidad Cultural desde la investigación como estrategia Pedagógica. *Cultura. Educación y Sociedad*, 9(3), 791-796. <https://doi.org/10.17981/culteducosoc.9.3.2018.93>
- Arrigui-Torres, E., y Mosquera, J. A. (2022). Aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias; una revisión documental entre 2018 y 2021. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(1), 49-61. <https://revistaladecin.com/index.php/LadECiN/article/view/40>
- Barrios-Herrera, Y., Peña-Arrieta, Y., Ponce-Jiménez, Z., Castilla-Peña, G., y Sierra-Antequera, C. (2018). Investigación como estrategia pedagógica para el aprendizaje de la potabilización artesanal del agua. *Modulo Arquitectura CUC*, 20(1), 71-80. <https://doi.org/10.17981/moducuc.20.1.2018.07>
- Bejarano-Muñoz, D. M. (2016). La investigación como estrategia de enseñanza de las ciencias naturales: concepciones pedagógicas de los docentes de educación media en el instituto pedagógico nacional. *Bio-grafía*, 9(17), 63-71. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.9num.17bio-grafia63.71>
- Bravo, A., y Mejía, M. (2012). *Trazando la Onda para prevenir el reclutamiento: Guía para la articulación de procesos educativos de "trazando mi propio destino" de COCA-COLA FEMSA y "nacho derecho, luna y sus amigos en la onda de nuestros derechos" del programa ONDAS de Colciencias*. Colciencias; Fundación FES Social; Ondas; Universidad Tecnológica de Bolívar; Coca-Cola FEMSA. <https://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/20.500.14143/352/254-4%20GI%20Trazando%20la%20Onda%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bruno-Jofré, R. (2016). Educación popular en América Latina durante la década de los setenta y ochenta: una cartografía de sus significados políticos y pedagógicos. *Foro de Educación*, 14(20), 429-451. <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2016.014.020.021>
- Camargo, C. A. (2015). La investigación como estrategia pedagógica en la Guajira, desde una perspectiva de la inclusividad y diversidad como nuevo paradigma para el desarrollo de habilidades, destrezas y competencias. *Educación y Ciudad*, (29), 149-162. <https://doi.org/10.36737/01230425.v.n29.2015.14>
- Castro-Campos, P. A. (2023). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158-175. <https://doi.org/10.21676/23897856.3762>
- Castro-Fonseca, W. K. (2020). *Propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM* [Tesis de Maestría, Universidad Cooperativa de Colombia]. Archivo digital. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/90038e95-cae9-4140-8843-949072beca1e/content>

- Cifuentes, A. P., y Caplan, M. (2019). Experiencias de educación stem en el ámbito formal y rural. En N. Moreno-Cáceres (Comp.), *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos* (pp. 27-39). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero. [https://doi.org/10.47212/educacion\\_stem-steam\\_3](https://doi.org/10.47212/educacion_stem-steam_3)
- Ciprián-Sastre, J. E. (2012). La investigación como estrategia pedagógica de construcción de ciudadanía en los niños, niñas y jóvenes del programa ondas y las relaciones que se construyen con los adultos acompañantes. *Educación y Territorio*, 2(1), 67-85. <https://revista.jdc.edu.co/index.php/reyte/article/view/414>
- Colciencias. (s.f). *Programa Ondas*. [https://legadoweb.minciencias.gov.co/programa\\_estrategia/programa-ondas](https://legadoweb.minciencias.gov.co/programa_estrategia/programa-ondas)
- Correa, L. M. (2020). *Incidencia del programa Ondas en el fortalecimiento de vocaciones científicas y competencias tecnológicas en Jóvenes mujeres de Colombia*. Cider. Universidad de los Andes; Universidad Nacional de Colombia. <https://cider.uniandes.edu.co/sites/default/files/publicaciones/PP%26D/2020-PP%26D-programa-ondas-mujeres-colombia.pdf>
- Correa-Delgado, J. S., y Prado-Blanco, A. M. (2022). Trabajo Social y apropiación social del conocimiento científico en contextos educativos rurales: la experiencia de Investigadores por Naturaleza. *Cátedra Paralela*, (21), 157-181. <https://doi.org/10.35305/cp.vi21.356>
- Dayekh-García, A. (2020). *Proyecto STEAM en base a videojuegos comerciales, un despliegue interdisciplinar de las matemáticas, la ciencia y el arte: "Arcade Steam"* [Tesis de maestría, Universidad de la Laguna]. Archivo digital. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20492>
- De Sousa-Santos, B. (2018). *Una epistemología del sur: la reinención del conocimiento y la emancipación social*. Clacso; Siglo veintiuno editores.
- Díaz-Soto, M. C., Cordero-Díaz, M. C., Díaz-Soto, A., y Marulanda-Ascanio, C. (2019). La investigación como estrategia pedagógica en la construcción de una cultura en ciencia, tecnología e innovación en la escuela. *Mundo FESC*, 10(S1), 181-189. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/417>
- Domínguez-Osuna, M, P., Oliveros-Ruiz, A, M., Coronado-Ortega, A, M., 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.scielo.org.mx/pdf/ie/v19n80/1665-2673-ie-19-80-15.pdf>
- Dueñas-Quintero, D, M. (2022). Apropiación Social del Conocimiento en Colombia. Una interpretación desde la política pública (1990-2021). *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 17(2), 523-553. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2022v17n2.9341>
- Echeverri-Cañas, L, M (2010). MALOKA: inspiración e innovación empresarial en una sola palabra [caso de estudio]. *Revista Internacional de Investigación y Aplicación del Método de Casos* (2010), 22(4), 289-300. [http://www.wacra.org/PublicDomain/IJCRA%20xxii\\_iv\\_IJCRA%20pg289-300%20Spanish%20Echeverri.pdf](http://www.wacra.org/PublicDomain/IJCRA%20xxii_iv_IJCRA%20pg289-300%20Spanish%20Echeverri.pdf)

- Escobar-Ortiz, J. M. (2017). Los orígenes del discurso de apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia. *Análisis Político*, 30(91), 146-163. <https://doi.org/10.15446/anpol.v30n91.70269>
- Freire, P. (2010). *Cartas a quien pretende enseñar* (S. Mastrangelo, Trad.). Siglo veintiuno editores. (Título original publicado en 1993).
- Freire, P. (2013). *Por una pedagogía de la pregunta: crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes* (C. Berenguer, Trad.). Siglo veintiuno editores. (Trabajo original publicado en 1985).
- 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-Martínez, F. A., y Peña-Orozco, G. M. (2018). La investigación como estrategia pedagógica para la convivencia escolar. *Cultura, Educación y Sociedad* 9(1), 121-133. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.1.2018.09>
- García-Sánchez, J. T., Amorocho-Cubides, K., Correa-Delgado, J., Espinosa-Lobo, C., Rodríguez-Martínez, E., Niño-Maldonado, M., Sanabria-Cala, J., Méndez-Angarita, M., Baldovino-Medrano, G. V., Ospina, R., & Rincón-Ortíz, S. (2023). MoviLab: An Educational Strategy to Promote Chemistry and Science among Schoolchildren and Teenagers in Far Rural Areas of Colombia. *Journal of Chemical Education*, 100(6), 2451-2458. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00079>
- 17 Generación ConCiencia. (s.f.). *¿Quiénes somos?* <https://generacionconciencia.com.co/quienes-somos/>
- Hernández, C. A. (2000). "Cucli cucli" un programa sobre ciencia para niños. En C. E. Valderrama (Ed.), *Comunicación - Educación: coordenadas, abordajes y travesías* (pp. 353-369). Siglo del Hombre Editores. <https://doi.org/10.4000/books.sdh.218>
- Jiménez-Londoño, E. E., Flórez-Romero, C. R., Parra-Cristancho, O., y Zúñiga-Rincones, R. (2018). Manejo de residuos sólidos mediante la investigación como estrategia pedagógica en la escuela. *Cultura, Educación y Sociedad*, 9(1), 253-264. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.1.2018.20>
- Manjarrés, M. E., Mejía-Jiménez, M. R., Bravo-Hernández, A. J., Boada de Riveros, M. M., y Peñolaza-Jiménez, G. (2011). *El lugar de maestros y maestras en Ondas*. Colciencias; UNESCO; Fundación FES Social; Ondas. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/452>
- Manjarrés, M. E., Mejía-Jiménez, M. R., y Sáenz-Rodríguez, M. P. (2011). *Las comunidades de aprendizaje, prácticas, saber, conocimiento y transformación apoyadas en las nuevas tecnologías de la información y comunicación*. Colciencias; UNESCO; Fundación FES Social; Ondas. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/454?show=full>
- Manjarrés, M. E., Mejía-Jiménez, M. R., y Sáenz-Rodríguez, M. P. (2012). *Las búsquedas de lo virtual en el Programa Ondas: lineamientos de virtualización de la investigación como estrategia Pedagógica*. Colciencias; Fundación FES Social; Ondas. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/357>

- Manjarrés, M. E., y Mejía-Jiménez, M. R. (2012). *Niños, niñas y jóvenes investigan: lineamientos pedagógicos del programa Ondas*. Colciencias; Fundación FES Social; Ondas. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/368>
- Marín-Ríos, A., Cano-Villa, J., y Mazo-Castañeda, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista Científica*, 47(2), 55-70. <https://doi.org/10.14483/23448350.20473>
- McLaren, P., y Jandric, P. (2021). *Reinvención de la pedagogía crítica en tiempos de redes sociales y escenarios digitales*. Desde Abajo.
- Mejía-Jiménez, M. R. (2015). Diálogo-confrontación de saberes y negociación cultural. Ejes de las pedagogías de la educación popular: una construcción desde el sur. *Pedagogía y Saberes*, (43), 37-48. <https://doi.org/10.17227/01212494.43pys37.48>
- Mejía-Jiménez, M. R. (2017). *Educación popular en el siglo XXI*. Desde Abajo.
- Mejía-Jiménez, M. R. (2018). Entramados de la educación popular en el siglo XXI y su impacto en el movimiento sindical. Sujeto social para el proyecto de nación desde la educación alternativa. *rizoma freireano*, (25). <https://www.rizoma-freireano.org/articles-2525/entramados-de-la-educacion-25>
- Mejía-Jiménez, M. R. (2020). *Educación(es), escuela(s) pedagogías(s) en la cuarta revolución industrial desde Nuestra América* (Tomo III). Desde Abajo.
- Mejía-Jiménez, M. R. (2021). Educaciones populares para la cuarta revolución industrial. Entre pandemias y la reconstrucción de la sociedad desde Nuestra América. *Mediaciones*, 17(27), 393-425. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.mediaciones.17.27.2021.393-425>
- Mejía-Jiménez, M. R. (2023). Cambio de época y su impacto en la educación. *Praxis & Saber*, 14(38), 148-165. <https://doi.org/10.19053/22160159.v14.n38.2023.16659>
- Mejía-Jiménez, M. R., y Manjarrés, M. E. (2011). La investigación como estrategia pedagógica una apuesta por construir pedagogías críticas en el siglo XXI. *Praxis y Saber*, 2(4), 127-177. [http://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis\\_saber/article/view/1127](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/1127)
- Mejía-Jiménez, M. R., y Manjarrés, M. E. (2017). *La investigación como estrategia pedagógica una propuesta desde el sur*. Desde Abajo.
- Mejía-Saldarriaga, D., Londoño-Rivera, A. M., y Quintero-Quintero, P. A. (2021). Apropiación social de la ciencia y la tecnología en Medellín: contribuciones al debate sobre su evaluación. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 13(24), 163-191. <https://doi.org/10.22430/21457778.1793>
- Mendoza-Toraya, M., Lozano, M., y Reyes, J. (2010). *Catálogo de programas y proyectos para el fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes: Panorámica-Mundial*. Observatorio colombiano de ciencia y tecnología. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/103?show=full>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MinCiencias]. (2021). *Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la CTel*. [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politica\\_publica\\_de\\_apropiacion\\_social\\_del\\_conocimiento.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politica_publica_de_apropiacion_social_del_conocimiento.pdf)

- Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo de Colombia. (1995). *Colombia: al filo de la oportunidad. Informe Conjunto*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Moreno-Cáceres, N., y Bautista-Sapuyes, N. (2019). La educación STEM/STEAM como alternativa para las reformas educativas: una aproximación a su estado del arte desde la perspectiva filosófica. En N. Moreno-Cáceres, (Comp.), *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos* (pp. 13-26). Fondo editorial universitario Servando de la Universidad Politécnica territorial de Falcón Alonso Gamero; Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria. [https://doi.org/10.47212/educacion\\_stem-steam\\_2](https://doi.org/10.47212/educacion_stem-steam_2)
- Núñez, J. (2017). *Evaluación de Impacto del Programa Ondas de Colciencias. Informe final*. Fedesarrollo. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/3615>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., y Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Osma-Lobo, D. M., Tasco-Ardila, C. R., Castañeda-Godoy, L. F., y Pinzón-Mora, A. V. (2023) *Fortalecimiento de vocaciones científicas para el desarrollo rural de Santander*. Universidad Autónoma de Bucaramanga. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/19247>
- Perales-Palacios, F. J., y Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Prado-Blanco, A. M., Hernández-Quirama, A., Correa-Delgado, J. S., y Durán-Prada, M. A. (2021). *Investigadores por Naturaleza, Saberes que fluyen como el agua. Sistematización de la experiencia universitaria de apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación en el páramo de Santurbán*. División de Publicaciones UIS. <http://www.investigadorespornaturaleza.com.co/publicaciones.html>
- Rodríguez, A. (2014). A Critical Pedagogy for STEM Education. In J. Bencze & S. Alsop (Eds), *Activist Science and Technology Education. Cultural Studies of Science Education* (vol. 9, pp. 55-66). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_4)
- Romero-Martínez, L. C. (2017). *El programa ondas y su contribución en el desarrollo de capacidades en los niños y niñas de la Escuela Normal Superior de Bucaramanga en el período 2015-2017*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/2186>
- Salamanca-Meneses, X., y Hernández-Suárez, C. A. (2018). Enseñanza en ciencias: la investigación como estrategia pedagógica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 10(19), 133-148. <https://doi.org/10.22430/21457778.1025>
- Sánchez-Campo, J. R., y Rodelo-Molina, M. K. (2022). Enfoque STEAM, integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural. (2021). *Acta Scientiæ Informatiæ*, 5(5), 1-5. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/asinf/article/view/2721>
- 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>
- Torres-Carrillo, A. (2018). *Movimientos sociales y educación popular en América Latina*. Caminos.

- UNESCO. (2019, 28 de noviembre). Necesaria la educación STEAM+H para cultivar un pensamiento y habilidades transformadoras, innovadoras y creativas para avanzar hacia un desarrollo sostenible. Foro Internacional Vanguardia en la Educación 2019 en el Estado de México. UNESCO. <https://www.unesco.org/es/articulos/necesaria-la-educacion-steamh-para-cultivar-un-pensamiento-y-habilidades-transformadoras-innovadoras>
- Varela-Varela, J. M., Palmera-Barón, M., y Araiza-Martínez, H. (2018). La Investigación como estrategia pedagógica para la enseñanza-aprendizaje de la huerta orgánica en la escuela. *Cultura. Educación y Sociedad*, 9(3), 551-556. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.66>
- Villarreal-Gómez, M. J., Grisales-Casadiegos, J., Pisco-Guavabe, J., González-Matoma, V., Nuñez, L. A., & Scorza, C. (2022). Astroparamo. Science club of planetary habitability and climate change. *Revista mexicana de astronomía y astrofísica. Serie de conferencias*, 54, 75-79. <https://doi.org/10.22201/ia.14052059p.2022.54.16>
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative*. [https://www.researchgate.net/publication/327351326\\_STEAM\\_Education\\_an\\_overview\\_of\\_creating\\_a\\_model\\_of\\_integrative\\_education](https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education)
- Yakman, G., y 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>