

# Experiencias STEM+H en instituciones educativas de Medellín: factores que prevalecen en su implementación

## STEM+H experiences in officials' schools in Medellín: factors that prevail in its implementation \*

---

LINA CANO

Escuela de Educación Pedagogía  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Circular 1 # 70 – 01 Campus Laureles, Medellín, Colombia  
[lina.cano@upb.edu.co](mailto:lina.cano@upb.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-2256-1576>

DAVID MONTES BERMÚDEZ

Escuela de Educación y Pedagogía  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Circular 1 # 70 – 01 Campus Laureles, Medellín, Colombia  
[david.montes@upb.edu.co](mailto:david.montes@upb.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-1493-8329>

VALERIA DÍAZ ARANGO

Escuela de Educación y Pedagogía  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Circular 1 # 70 – 01 Campus Laureles, Medellín, Colombia  
[valeria.diaza@upb.edu.co](mailto:valeria.diaza@upb.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0003-2658-2427>

Este artículo está sujeto a una: Licencia "Creative Commons  
Reconocimiento-No Comercial" (CC-BY-NC)

DOI: [https://doi.org/10.24197/st.Extra\\_1.2021.1-22](https://doi.org/10.24197/st.Extra_1.2021.1-22)

RECIBIDO: 13/09/2020  
ACEPTADO: 11/12/2020

**Resumen:** Medellín: territorio STEM+H surge como una propuesta educativa para las escuelas públicas de Medellín, Colombia, que busca el mejoramiento de las prácticas STEM en la ciudad a través de una alianza entre

**Abstract:** Medellín: territorio STEM+H arises as an educational proposal for the public schools of Medellín, Colombia, which seeks to improve STEM practices in the city through an alliance between university, company, state, which

---

\* Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación: Diagnóstico “Medellín Territorio STEM + H. Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad”, financiado por la Secretaría de Educación de Medellín Colombia con el apoyo de la Universidad Pontificia Bolivariana.

universidad, empresa, estado, que junto con directivos y docentes fomenten el desarrollo de la integración curricular de disciplinas STEM. Bajo el método cualitativo, el presente artículo analiza 201 entrevistas aplicadas a docentes y directivos de 72 Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín para identificar el estado en el que se encuentra el desarrollo de experiencias STEM+H a través de la técnica del análisis de contenido frecuencial. Los resultados sugieren que hay gran interés por parte de los docentes en la implementación de estas experiencias. Se evidencia un gran aporte de instituciones como el Parque Explora y MOVA en la elaboración de proyectos extracurriculares y los programas de media técnica ofertados por el SENA. No obstante, la integración curricular de las experiencias en las escuelas requiere de un mayor liderazgo por parte de directivos, en tanto las experiencias precisan de mejoramientos en relación con los momentos de inmersión y la formación docente que evidencie los planteamientos de una educación con enfoque STEM+H

**Palabras clave:** Educación STEM, experiencias STEM+H, integración curricular

together with administrators and teachers promote the development of curricular integration of STEM disciplines. Under the qualitative method, this article analyzes 201 interviews applied to teachers and directors of 72 public schools in the city of Medellín to identify the state of the development of STEM + H experiences through the technique of content analysis frequency. The results suggest that there is great interest on the part of teachers in the implementation of these experiences. There is evidence of a great contribution from institutions such as Parque Explora and MOVA in the elaboration of extracurricular projects and the media técnica programs offered by SENA. However, the curricular integration of experiences in schools requires greater leadership by administrators, while experiences require improvements in relation to moments of immersion and teacher training that evidences the approaches of an education with a focus. STEM + H.

**Keywords:** Educación STEM, experiencias STEM+H, integración curricular.

## 1. INTRODUCCIÓN

La implementación de las disciplinas STEM ha cobrado gran relevancia en los sistemas educativos en los últimos años. Parte de esto se debe al creciente interés que han manifestado los estudiantes cada vez más por las áreas de la ciencia y la tecnología (Toma y Greca, 2016) y al incremento de la atención por el mejoramiento de la educación STEM en la comunidad académica (Miller y Fairweather, 2015). Sin embargo, la naturaleza, la competencia económica, la demanda laboral de las sociedades actuales y los desarrollos de la tecnociencia son algunas de las dimensiones que enfrentan la mayoría de los países en el XXI y que, sin duda, permean el ámbito educativo. Es en este punto en el que se ha considerado la educación STEM como una gama de proyectos políticos que Doménech (2019) sintetiza en tres objetivos principales:

Vocaciones y competencia profesional: Promover las vocaciones científico-tecnológicas y su capacidad para afrontar nuevos retos. Inclusión: Corregir el sesgo de género y socioeconómico en el acceso a estas vocaciones. Ciudadanía: Formar a una ciudadanía competente para participar en la definición de la agenda de innovación e investigación (p.156).

La concepción STEM (acrónimo que se compone de los conceptos *Science, Technology, Engineering, Mathematics*) surge como un espectro que propone la integración interdisciplinar de estas áreas centrado en una reflexión de la enseñanza y el aprendizaje con un enfoque centrado en la resolución de problemas del ambiente que rodea al estudiante (Sanders, 2009). La base epistemológica de las disciplinas STEM toma la ciencia como herramienta para la comprensión del mundo a través del estudio y análisis de hipótesis para la construcción de concepciones de la naturaleza a su alrededor (Williams, 2011).

El enfoque STEM indica una convergencia o integración interdisciplinaria de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. Si bien autores como Vasquez, Sneider y Comer (2013) han insistido con la integración entorno a las disciplinas STEM en las escuelas, lo que se propone es una integración que va más allá de un desarrollo disciplinar en el currículo de forma aislada, en tanto busca una combinación de estos elementos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Si bien el desarrollo de la educación STEM ha tenido gran acogida específicamente en educación superior (Bosch, et al, 2011; Beach, Henderson y Finkelstein, 2012; Zhan, 2014; Weaver y Burgess, 2016), se busca que las actividades de educación STEM se desarrollen a través de todos los grados académicos, desde preescolar hasta posgrados, tanto en el contexto de la educación formal como informal (González y Kuenzi, 2012, Moreno y Bautista, 2019). En este punto, la red de STEM de Arizona, liderada por *Science Foundation Arizona* y *Maricopa County Education Service Agency* han propuesto una guía de inmersión de educación STEM para escuelas y distritos. Dicha propuesta radica en la concepción de diferentes

niveles de programas de inmersión STEM, que no son definidos únicamente a partir de la cantidad de horas que las instituciones dediquen a las actividades relacionadas con STEM, sino que abordan la conexión entre factores como el enfoque, el diseño, el desarrollo y el lugar que ocupa la experiencia en el currículo estudiantil.

De acuerdo con esto, la guía de inmersión de educación STEM para escuelas planteada por la *Arizona STEM Network* (2017) concibe 4 modelos de inmersión, a saber: a) **modelo de inmersión exploratorio**, iniciativas que se llevan a cabo de manera extracurricular, usualmente realizados de forma aislada y por fuera de los planes de estudio de las escuelas; b) **modelo de inmersión introductorio**, si bien se ubica desde la perspectiva extracurricular, su inmersión se basa en propuestas programadas y desarrolladas desde una funcionalidad complementarias al currículo que busca mayor liderazgo de los docentes y participación de la comunidad educativa; c) **modelo de inmersión parcial**, en el cual temáticas, actividades y proyectos hacen parte integrada del currículo y la implementación de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en relación con las áreas; d) **modelo de inmersión total** aborda aquellas experiencias en donde la educación STEM determina la configuración curricular de la escuela, en donde el enfoque de aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo para la solución de problemáticas reales es implementados en la institución de forma transversal.

Además de los niveles de inmersión, la *Arizona STEM Network* describe 6 factores que se encuentran inmersos en las iniciativas escolares de integración STEM. Entre estos componentes se encuentra el liderazgo, la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, presupuesto y el sostenimiento. Estos factores guardan similitudes con los componentes de integración de iniciativas STEM que mencionan Gómez, Duque, Canu y Danies (2015), quienes a partir de una revisión de dos experiencias en Colombia y República Dominicana presentan seis aspectos que sustentan dichas iniciativas: la visión curricular, los materiales educativos, la formación situada de docentes, el conocimiento didáctico del contenido, la evaluación formativa y la gestión de aula.

En Colombia, Medellín se ha declarado Territorio STEM+H. Las experiencias en el enfoque son llevadas a cabo a partir de la alianza entre las universidades, el estado y diferentes empresas del sector público y privado para el fomento de programas que incentiven la formación para el desarrollo del pensamiento lógico-crítico, el trabajo colaborativo, la apropiación social para la solución de los problemas del contexto y el desarrollo de habilidades para el mundo actual. De acuerdo con Cano, L. M. y Ángel-Uribe, I. C. (2020):

las instituciones aliadas (estado, escuela, sector productivo y sociedad) desde sus particularidades, aportan conocimiento, diversidad, espacios para la interacción y la aplicación de conocimientos, puntos de vista, enfoques y opiniones que se ponen en conversación para contribuir en la construcción de Medellín Territorio STEM+H (p.67).

De esta manera, la importancia de las alianzas empresariales e institucionales en las experiencias STEM+H en la ciudad de Medellín radica en la posibilidad de ampliar la articulación entre los proyectos STEM para la creación de ambientes de aprendizaje interdisciplinarios en la educación básica, media y superior.

### **1.1. Medellín: Territorio STEM+H**

En los últimos años, la ciudad de Medellín ha centrado una atención particular en el estudio e implementación de enfoques interdisciplinarios que le permitan fortalecer y compartir sus experiencias educativas con otras ciudades del mundo, persiguiendo el objetivo de consolidarse como un referente importante de innovación a nivel nacional e internacional. Recientemente, la ciudad ha sido galardonada por la UNESCO como primera ciudad del aprendizaje de Colombia, aumentando el avance en el objetivo de consolidarse como la ciudad de la innovación. En este sentido, los gobiernos locales, junto con las universidades públicas y privadas como la Universidad Pontificia Bolivariana, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Institución Universitaria Pascual Bravo, Politécnico colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de Antioquia, Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), entre otras, han promovido el desarrollo y aplicación de programas relacionados con la educación STEM en las escuelas oficiales para fomentar la construcción de conocimiento en contexto a partir de una formación interdisciplinaria que integre el desarrollo humano y social y el aprendizaje a lo largo de la vida.

A partir de esto, Medellín: territorio STEM+H surge como una propuesta de política educativa que busca incrementar y mejorar la aplicación e investigación de experiencias STEM en las instituciones educativas de la ciudad. En este proceso, la formación docente se presenta como un factor crucial para atender al enfoque multidisciplinario en las disciplinas de la ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería. De esta manera, entendiendo que “la piedra angular de fortalecer la educación STEM reside en estimular y tener docentes comprometidos, profesionales, abiertos a entender el mundo y a ver en cada niña/niño un germen de creatividad” (Operti, 2017, p.22), instituciones como el centro de formación del maestro (MOVA) de la ciudad de Medellín, ha sido esencial en el desarrollo de experiencias en este enfoque educativo, liderando y construyendo propuestas de formación e investigación que permitan un desarrollo significativo de prácticas STEM en la ciudad.

### **1.2. La adición de la “H”: humanidades**

El enfoque interdisciplinar de STEM ha puesto en manifiesto la necesidad de contar con el desarrollo de competencias para la creatividad y la innovación. En este punto, se ha reconocido el valor de las artes y su aporte al proceso de la imaginación, la creación y el diseño que requieren la aplicación de las áreas STEM

(Watson y Watson, 2013). A partir de esto, se ha hablado del enfoque STEAM, en donde la “A” no solo representa la contribución de las artes en el campo de la creatividad en las ciencias, sino un nuevo enfoque de aprendizaje entre la tecnología, la ingeniería y las artes y una nueva mirada a la solución de problemas contextuales (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

La educación STEM parte de una integración de las disciplinas que conforman el acrónimo y que buscan el desarrollo de las habilidades que permitan la aplicación de los conocimientos de la ciencia, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería en situaciones de la vida real del mundo actual (Kelley y Knowles, 2016). No obstante, dicha aplicación de conocimientos para la solución de problemas globales (Operti, 2017) no se encuentra desconectada de la realidad sociocultural del estudiante y, por tanto, incumben las implicaciones éticas que interponen dichas disciplinas al servicio de lo humano. Este planteamiento se ve reflejado en la idea que expresa Byhee (2010) con respecto a los propósitos de la educación STEM en donde resalta las siguientes características: La comprensión del empeño humano en las labores de la búsqueda, el diseño y el análisis; el reconocimiento de las disciplinas, no sólo como factores intelectuales, sino culturales y la convergencia de las disciplinas para la construcción de ciudadanos constructivos y afectivos. Por tal motivo, entendiendo la perspectiva del enfoque STEAM en cuanto al aporte de las artes en la creatividad, la apuesta educativa de la ciudad de Medellín en la concepción de STEM+H hace referencia a la interdisciplinariedad de las áreas STEM sin perder de vista la importancia de las humanidades en el desarrollo social. De esta manera, dicha propuesta concibe las ciencias, las humanidades y las artes como fuerzas que se complementan mutuamente (Skorton, 2019).

En clave del planteamiento pedagógico integral que se propone con la educación STEAM +H (declarada por la ciudad de Medellín), investigaciones de los últimos años han centrado su atención en el estudio sobre algunos factores y características de las humanidades en la enseñanza de las disciplinas de la ciencia, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería, predominantemente en la educación superior. Algunos estudios han analizado las áreas STEM desde un punto de vista de equidad de género (Hand, Rice y Greenlee, 2017; Starr, Anderson y Green, 2019) los cuales muestran la existencia de un fuerte estereotipo de la sociedad y la comunidad académica al dotar de características femeninas a las ciencias sociales y humanas y concebir las ciencias exactas como área para los hombres, resultados que son reflejados en los recientes hallazgos de Chang y Chang (2020) quienes sostienen que hay una brecha de género entre las mujeres en cuanto al estudio de carreras de las áreas STEM y las humanidades. Asimismo, Cidlinská (2019) afirma que hay un vacío en cuanto al acompañamiento y mentoría hacia las mujeres en sus carreras doctorales en comparación con las mujeres académicas en las áreas de STEM.

Por otra parte, Olmos-Peñuela, Benneworth y Castro-Martinez (2014); Meier, (2019); Skorton, (2019) abordan el debate sobre la ineficiencia y segregación que han tenido las humanidades frente a las disciplinas STEM e indican que es

necesario tomar distancia de esta acepción en tanto los estudios no reportan una ineficiencia de las ciencias sociales y humanas en comparación con las áreas STEM y, contrario a esto, producen una formación profesional holística. En la línea de estos estudios, Tsang (2019) encontró que el factor de la innovación se beneficia en gran medida con la integración de las ciencias sociales y humanas, debido a sus características culturales y diversas que la componen. En este sentido, varios estudios han resaltado el valor de las humanidades para el desarrollo de competencias cruciales en la educación STEM. En primer lugar, se encuentran las competencias comunicativas (Evans, Van Epps, Smith, Matei y García, 2015) cuyos hallazgos esbozan el aporte de las humanidades, especialmente en la escritura, lectura y la oralidad, así como el lugar que ocupan en la efectividad y dinamización de la comunicación, tanto en las relaciones sociales, como en los trabajos en los cuales se desarrolla la práctica laboral de los estudiantes universitarios y, por otro lado, la competencia intercultural, esencial para el trabajo colaborativo y las habilidades de liderazgo en ambientes tecnológicos globales en las profesiones y trabajos según los resultados de la investigación de Hickman y Akdere (2017). De tal forma, Harrison y Parks (2017) afirman que el trabajo interdisciplinario de las áreas STEM junto con las humanidades enriquece los procesos de colaboración en los estudiantes y dinamiza los ambientes de aprendizaje. Es así como se cuenta con estudios centrados en la educación básica y media que han demostrado que la integración curricular entre las áreas STEM y las humanidades no sólo es posible, sino que su convergencia permite el desarrollo de experiencias de formación cohesivas para obtener mejores resultados en los aprendizajes, como lo hizo el proyecto relatado por Lin, Zhu, Ro (2016).

### **1.3. Algunas experiencias STEM en educación básica y media**

La revisión de estudios relacionados con la educación STEM/STEAM en las escuelas e institutos tanto en el contexto colombiano, como en el ámbito internacional, muestra gran variedad de resultados en cuanto a su aplicación. Chidella, Gampa y Almohaimed (2019) afirman que este enfoque permite a los estudiantes acercarse a las comprensiones sobre las diferentes necesidades de la industria y mejorar su proceso académico. Similar a esto, Araya (2016) encontró que a pesar de que esta educación interdisciplinar de las matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería sigue siendo un reto para las escuelas y su desarrollo en las aulas de clase, es un mecanismo que funciona como detonador de la motivación y la colaboración entre los estudiantes. Además, el autor sugiere que es necesaria una fuerte cooperación entre docentes para el desarrollo del enfoque STEM en las escuelas.

Cifuentes y Caplan (2019) a partir de la experiencia desarrollada en una Institución educativa rural de Cundinamarca, encontraron que la educación STEM posibilita a los estudiantes apreciar nuevos horizontes de la tecnología, aumentar los niveles de motivación y participación y la comprensión de nuevos conceptos. En este

punto, una revisión sistemática de la literatura realizada por Ferrada, Carrillo-Rosúa, Díaz-Levicoy y Silva-Díaz (2020), muestra que, en la educación primaria, la tecnología e informática se ubica como el área más trabajada, incluso por encima de las matemáticas, en lo que se refiere a temáticas relacionadas con la robótica.

De acuerdo con Moore y Smith (2014) existen dos categorías de integración STEM: integración de contenido e integración contextual. Al respecto, Baran, Bilici, Mesutoglu, y Ocak (2016), en un estudio realizado en escuelas de Turquía, encontró que la mayoría de los proyectos que buscan esta integración están centradas en el desarrollo del segundo aspecto, mostrando que aún hay necesidad de contar con más actividades que combinen las disciplinas STEM en las escuelas. Esto se encuentra relacionado con el hecho de que gran parte de los profesores y directivos no han aprendido cómo integrar los contenidos STEM en los contextos y, por tanto, no los han enseñado de tal forma que promuevan aprendizajes significativos en este enfoque educativo (Moore y Smith 2014, p.7).

Algunos estudios sobre experiencias STEM con enfoque de aprendizaje basado en proyectos sugieren que la solución de problemas y experimentos aumenta el pensamiento crítico e investigativo de los estudiantes y estimula diferentes niveles de pensamiento (Tseng, Chang, Lou y Chen, 2013; Doménech-Casal, 2018; Mutakinati, Anwari y Yoshisuke, 2018; Chidella, Gampa y Almohaimeed, 2019), además de tener resultados positivos en el mejoramiento de aspectos como la actitud, el comportamiento, la búsqueda activa de propuestas para solución de problemas, la motivación y el razonamiento matemático (Castiblanco y Lozano, 2016). Actualmente, uno de los enfoques que más ha llamado la atención de académicos y profesores ha sido la percepción y actitud de estudiantes frente a las disciplinas STEM y su efecto en la elección de una carrera profesional. En esta instancia, Marginson, Tytler, Freeman y Roberts (2013) presentaron un reporte sobre investigaciones STEM, en cuyos hallazgos mencionan la importancia de la creación de ambientes complementarios a la jornada escolar con actividades llamativas y con un enfoque más inclusivo. De hecho, la investigación realizada por Gottfried y Williams (2013) demostró que la participación de estudiantes en clubes extracurriculares de matemática y ciencia presenta gran relación con el rendimiento del estudiante en las áreas STEM.

## 2. METODOLOGÍA

Desde el enfoque cualitativo, el estudio desarrolla de un análisis de contenido (Tinto, 2013). El método es medición de frecuencias, o análisis de contenido frecuencial, en donde se verifican la cantidad de coocurrencias presentes en las categorías o indicadores (Bardin, 2002; Fernández, 2002; Piñuel, 2002). El objetivo del análisis de contenido fue determinar los factores reincidentes en las respuestas, como base para inferir comportamientos, formas de pensar y acciones que

fundamentan las prácticas educativas de los maestros que están implementando experiencias STEM+H en la ciudad. Dicho análisis se realizó a los datos arrojados por la técnica entrevista. Se realizó a través del software de análisis cualitativo Atlas.7 versión 7 para Windows.

### **2.1. Muestra**

Para la definición de la muestra se partió del estudio de Cano, L. M. y Ángel-Uribe, I. C. (2020), diagnóstico en el que en el cual participaron 212 Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín, que se clasificaron, de acuerdo con el modelo del *Arizona STEM Network* (2017), en los niveles de inmersión en educación STEM: exploratorio, introductorio, de inmersión parcial e inmersión total. De acuerdo con estos niveles se identificaron las experiencias narradas de 201 docentes y directivos docentes, pertenecientes a 72 instituciones educativas oficiales de la ciudad de Medellín. Todas las experiencias identificadas en el diagnóstico fueron tenidas en cuenta para el análisis de contenido.

### **2.2. Instrumento**

El instrumento aplicado fue una entrevista de tipo estructurada, la cual estuvo conformada por 13 componentes o preguntas orientadas hacia la profundización en la descripción y evaluación de la experiencia STEM+H (ver tabla 1) en las instituciones educativas. En este sentido, los componentes de la entrevista indagaban por la información relacionada con el diseño, implementación y resultados obtenidos con la aplicación de la experiencia en las respectivas instituciones.

### **2.3. Unidades de análisis**

Las unidades genéricas de análisis están compuestas por las expresiones o palabras clave que se encuentran relacionadas, tanto explícita como implícitamente, con el componente central de las preguntas propuestas en la entrevista, ya sea que se mencionen de manera concreta o que sean inferidas por los investigadores a partir de la información obtenida. Se presentan mediante la identificación y agrupación de los criterios predominantes en las respuestas y, a su vez, en factores emergentes que representan el foco de atención para la sistematización y realización del análisis frecuencial obtenido de la descripción de experiencias STEM+H por parte de la población estudiada, como se observa en la tabla 1.

## **3. RESULTADOS**

A continuación, se describen los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la entrevista y el análisis de contenido frecuencial para cada componente. En la

tabla 1 se especifican los componentes de la entrevista, las unidades genéricas de análisis, y los factores emergentes:

Tabla 1. Análisis de frecuencia de los factores emergentes

<b>Unidades de análisis / Frecuencia</b>	<b>Análisis de factores emergentes</b>
<b>Instituciones aliadas en programas de formación de media técnica</b> Frecuencia (25)	En las experiencias se destaca la articulación con los programas de media técnica que se desarrollan en alianzas con Instituciones de Educación Superior. Con ellas se consiguen materiales de laboratorios, espacios y personas – profesionales que apoyan el proceso
<b>Intereses de los estudiantes</b> Frecuencia (35)	Las experiencias STEM+H se plantean a partir de las iniciativas de los docentes de las instituciones educativas apuntando a los intereses de los estudiantes. También al uso del tiempo libre La participación de los estudiantes en las experiencias y el enfoque de desarrollo humano mediante las experiencias STEM+H, facilita la motivación, el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias, lo cual se relaciona directamente con los intereses de los estudiantes y el desarrollo de competencias investigativas.
<b>Análisis de las necesidades y problemáticas del contexto</b> Frecuencia (21)	El origen de las experiencias se relaciona con las necesidades del contexto y las problemáticas que afectan de manera directa e indirecta a la IE y su comunidad educativa. se busca que el estudiante se contextualice e interactúe con su entorno, que una vez culmine la educación media esté preparado para la vida laboral y/o o continuar con su formación en educación superior.
<b>Participación en Eventos</b> Frecuencia (9)	Las experiencias STEM también se convierten en la oportunidad para que docentes y estudiantes participen en eventos de índole local, nacional e internacional.
<b>Alianzas Instituciones de Educación Superior, instituciones oficiales y privadas</b> Frecuencia (50)	Las instituciones educativas propenden por alianzas con instituciones oficiales y privadas con el fin de ejecutar actividades que articulen áreas STEM y generen bienestar en la comunidad educativa.
<b>Protagonistas en la formación</b> Frecuencia (17)	En las experiencias los protagonistas son los estudiantes. Tienen un lugar central el aprendizaje basado en proyectos y en problemas donde el estudiante tiene un rol protagónico.
<b>Fomentar la investigación en las IE</b> Frecuencia (18)	El fomento de la investigación en las IE basado en las experiencias STEM que se desarrollan actualmente y las proyectadas a futuro, se convierte en el eje transformador de los currículos.
<b>Acompañamiento, orientación, guía,</b>	El rol de lo docente en la experiencia STEM+H lo identifica como quien brinda compañía, motivación, así como, guía, asesoría y facilitación de los procesos. Propone alternativas a

<b>mediador, facilitador, motivación</b> Frecuencia (60)	los estudiantes, motiva la investigación y a aplicar las competencias adquiridas.
<b>Gestión, motivación y dinamización</b> Frecuencia (57)	Los directivos docentes ejercen un papel fundamental en la ejecución de las experiencias STEM+H mediante la gestión administrativa, la motivación al personal docente, la dinamización, así como la búsqueda de instituciones aliadas. Son ellos, en gran medida, quienes brindan los espacios y proveen los recursos financieros para que se puedan ejecutar los proyectos.
<b>Tiempos de dedicación</b> Frecuencia (40)	La planeación de las experiencias STEM+H exige dedicación por parte de los docentes, en este sentido, se resalta la dedicación adicional de los docentes líderes y participantes en las experiencias, lo que implica la dedicación de tiempos por fuera de su jornada laboral para los docentes y extracurriculares para los estudiantes.
<b>Estructura organizativa</b> Frecuencia (35)	Las experiencias STEM+H requieren una estructura organizativa para garantizar su ejecución y correcto funcionamiento. Esta estructura por lo general no existe en las instituciones. Se cuenta con docentes motivados y directivos que apoyan para desarrollar actividades puntuales, pero no para dar sostenibilidad a los proyectos.
<b>Evaluación y seguimiento de la experiencia</b> Frecuencia (23)	En la evaluación de la experiencia en algunas instituciones educativas se cuenta con la participación de las instituciones aliadas o personal externo con conocimiento en el área del conocimiento. La evaluación de los aprendizajes en las experiencias STEM+H se realiza mediante rúbricas con el fin de evaluar los diferentes aspectos inherentes al aprendizaje, además, propendiendo por una evaluación integral.
<b>Facilidades, obstáculos, proyección</b> Frecuencia (45)	La ejecución de la experiencia STEM+H implica una serie de factores que permiten su ejecución, así como los aspectos a mejorar y las proyecciones para futuras experiencias a desarrollar. En las facilidades se resalta la motivación de los estudiantes, en los obstáculos la dedicación adicional a la carga laboral de los docentes participantes en las experiencias y no contar con los recursos necesarios (infraestructura y financiación) para implementar nuevas experiencias.
<b>Articulación lineamientos IE</b> Frecuencia (39)	La articulación de las experiencias STEM+H con los lineamientos institucionales exige compromiso de los directivos docentes y la comunidad educativas. De otro lado, en las estrategias didácticas propias del enfoque STEM: aprendizaje basado en proyectos, en problemas o en

	retos, implican revisión del currículo, integración entre áreas, planeación conjunta entre docentes, lo que rompe con los lineamientos de la política educativa y con las dinámicas de la gestión académica institucional.
<b>Diferentes tipos de evidencias</b> Frecuencia (23)	Las evidencias de las experiencias STEM+H se presentan principalmente en las redes sociales de cada Institución Educativa, en las páginas web y la participación en los eventos.

Fuente: elaboración propia

En el análisis de contenido frecuencial aplicado a las entrevistas realizadas a docentes y directivos docentes, emergieron cinco factores principales en las experiencias STEM adelantadas en las instituciones de la ciudad de Medellín; ellos se describen a continuación:

**1. Gran parte de las experiencias que se implementan están asociadas o hacen parte de las actividades propias de los programas de media técnica, particularmente aquellos de diseño gráfico, multimedia y desarrollo de software.** En consecuencia, experiencias implementadas en los grados décimo y undécimo cuentan en alguna medida con la participación de las instituciones articuladoras de los programas formativos de media técnica. Su participación se da a través de la vinculación del docente articulador a las actividades o por la prestación de espacios y recursos). Por otra parte, se encuentran las experiencias que se vinculan a eventos de ciudad, entre las cuales se encuentran las Olimpiadas del conocimiento, competencias de robótica locales y nacionales, y principalmente la Feria CT+I. Frente a la participación en estos eventos de ciudad los entrevistados se refieren indistintamente a la implementación actividades por proyectos, de investigación escolar, de proyectos de aula o de proyectos de investigación.

Si bien es en menor medida, los entrevistados también ubican como experiencias STEM a los proyectos transversales obligatorios, principalmente de convivencia y cátedra de la paz, ello, debido probablemente, a la necesaria integración de áreas que este tipo de proyectos requieren o a lo que reiteradamente docentes y directivos mencionan como “transversalidad”.

**2. La mayoría de las experiencias se dan por iniciativa de los docentes atendiendo a las necesidades del contexto y a los intereses de los estudiantes.** La iniciativa corresponde, en la mayoría de los casos, a su compromiso con la labor y a la necesidad de transformar las prácticas pedagógicas de manera que respondan a los intereses, necesidades, expectativas y contextos de los estudiantes, así como al interés por o necesidad de adoptar “metodologías activas”.

Aunque la mayoría de las entrevistas señalan que ha habido apoyo a las experiencias por parte de los directivos (lo cual resulta clave para su implementación), no se observa que los directivos sean quienes lideren las experiencias o quienes promuevan la implementación de prácticas de aula innovadoras (a excepción de aquellas instituciones que se han clasificado en el

modelo de inmersión total). Contrario a esto, lo que sucede es que aquellos docentes que implementan prácticas alternativas reciben apoyo de los directivos en cuanto a la gestión de espacios, recursos, alianzas, y en algunos casos, en el ajuste de los tiempos. En otras palabras, más que gestores de experiencias innovadoras, los directivos aparecen como apoyo a aquellas que los docentes quieren o logran implementar. De hecho, hay varios casos en los que son los docentes quienes se encargan de hacer la gestión de alianzas, materiales, recursos y espacios de formación.

**3. En las instituciones educativas ubicadas en contextos en situación de vulnerabilidad** (bien sea por violencia, por escasez de recursos económicos u otros factores) las experiencias suelen tener mayor foco en proyectos y actividades relacionadas con convivencia o temáticas sociales, con emprendimiento o con el cuidado del medio ambiente. Algunos ejemplos de esto son las instituciones Gonzalo Restrepo, El Playón, Bello Oriente, Sebastián de Belalcázar, Alfonso Upegui, Fe y Alegría La Cima, La Milagrosa, Sol de Oriente. Además, existe una tendencia a proyectos con tecnología (software, multimedia, aplicaciones) como eje principal.

**4. Es constante la demanda de capacitación en STEM, por mayor financiación y asignación de recursos y por ajustes a la carga académica.** Gran parte de las IE visitadas tenían la expectativa de que la visita de los miembros del componente “diagnóstico” del proyecto Medellín, territorio STEM+H, consistía en capacitación en STEM e hicieron solicitud expresa por ello. Se evidencia mucho orgullo por las experiencias y actividades que desarrollan, pero poco conocimiento del enfoque o una especie de confusión respecto a este, ya que muchas de las experiencias referidas corresponden a proyectos de integración curricular, pero sin las características propias de STEM. Esto puede explicar por qué gran parte de los entrevistados manifiesta interés por tener capacitación respecto a este enfoque.

Los factores que han dificultado la implementación de experiencias más mencionadas fueron la falta de recursos, materiales, financiación y la falta de tiempo, lo cual, según manifestaron los docentes, es un factor que ha impedido que se puedan hacer “más cosas”. A manera de solución, son varios los docentes que asumen por sus propios medios los materiales y recursos que se necesiten, pero principalmente son los padres de familia quienes aportan en este sentido. Con respecto a la falta de tiempo, gran parte de los docentes señala que la implementación y desarrollo de estas experiencias requiere dedicación y por lo general no hay una descarga académica que se los facilite. La exigencia de tiempo y compromiso que estas experiencias requieren en cuanto a planeación, organización, ejecución y capacitación, dicen varios de los entrevistados, es una de las razones por las cuales no se involucran más docentes o no se da una mayor implementación.

Algunos docentes han referido también como otro factor la falta de articulación entre las propuestas de Secretaría de Educación del municipio y las exigencias del Ministerio de Educación Nacional. Si bien por una parte se quiere implementar prácticas, metodologías, estrategias y experiencias innovadoras, por otra se deben seguir cumpliendo unos estándares, por ejemplo, en cuanto a horas de

instrucción o respecto a competencias específicas para las pruebas de Estado, y los docentes manifiestan que resulta complicado articular lo uno con lo otro o que no cuentan con capacitación para hacerlo.

**5. La mayoría de los docentes señala que todas las áreas de enseñanza se integran en estas experiencias, y muchos afirman que se da porque se trata de “proyectos que son transversales”.** Algunos señalan que la integración se da por las temáticas que se abordan en los proyectos, de tal manera que la temática, situación o problema que se esté abordando sirve como “eje” para trabajar conceptos y competencias de varias áreas, específicamente, de aquellas que los docentes estiman se pueden relacionar.

#### 4. DISCUSIÓN

El estudio indagó por las experiencias STEM+H llevadas a cabo en las IE de la ciudad de Medellín. Si bien se evidencia una intención por parte de los docentes para la integración curricular de experiencias STEM desde una perspectiva transversal en las diferentes áreas, los resultados indican que es tecnología e informática el área a la que más hacen referencia cuando se habla de integración, de la misma forma en la que lo presentan Ferrada, Carrillo-Rosúa, Díaz-Levicoy y Silva-Díaz (2020). Esto sugiere que a pesar del interés y las iniciativas por parte de los docentes y directivos en la ciudad para una educación interdisciplinar de las áreas STEM y humanidades, el enfoque interdisciplinar todavía sigue siendo un reto para docentes y directivos en la ciudad, particularmente por las dificultades que enfrentan gran parte de las instituciones educativas, sus realidades sociales, económicas y la carencia de recursos (Mohr-Schroeder, cavalcanti y Bylman, 2015).

Las entrevistas evidenciaron que hay ciertos vacíos en cuanto al conocimiento sobre el enfoque interdisciplinar que se proponen desde la concepción de Medellín, territorio STEM+H por parte de los docentes; en este sentido, gran parte de las experiencias que plantean corresponden a una integración curricular distanciada de la educación STEM. Este aspecto, ligado al interés de los docentes por recibir una formación o capacitación encaja con las palabras que menciona Araya (2016) “STEM es un desafío. Es algo nuevo que todavía no sabemos bien como enseñar” (p.315), lo cual devela que la formación docente en este enfoque sigue siendo un asunto que necesita atención.

Las experiencias indagadas en este estudio muestran un factor fundamental en la integración STEM+H que hace referencia a la solución de problemas del contexto llevadas a cabo en algunas IE de la ciudad. De esta manera, los proyectos relacionados con la construcción de paz no sólo permiten la generación de ideas para la solución de problemáticas locales y globales que persisten en las comunidades del país, sino que aportan a las experiencias significativas dentro del marco de las humanidades y la cultura, como sugieren Harrison y Parks (2017), siendo, a su vez, un elemento crucial para la formación transdisciplinar de temáticas que afectan

actualmente el sector educativo Moreno y Bautista (2019). No obstante, la población entrevistada muestra que no es recurrente la mención a ciertas temáticas en la integración curricular de las experiencias de las instituciones educativas de Medellín que resaltan Marginson, Tytler, Freeman y Roberts (2013) y que hacen parte de la apuesta de educación STEM+H como lo son el desarrollo de experiencias interdisciplinarias que motiven a sus estudiantes a la participación de proyectos de ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería, pero que al mismo tiempo resaltan un enfoque que valore y alimente la diversidad étnica, cultural y de género.

Las alianzas entre instituciones, estado y empresa solidifican una propuesta de educación STEM y refuerzan los proyectos e iniciativas implementadas en las escuelas, bien sea a modo de integración curricular o eventos extracurriculares que incentiven a los estudiantes hacia el trabajo colaborativo, la participación en actividades de ciencia y la apropiación del contexto para la solución de problemáticas actuales. A pesar de que todavía se prevé la necesidad de mejorar la integración de STEM+H en la ciudad de Medellín, las experiencias analizadas muestran que existe gran interés por parte de los docentes y empresas públicas y privadas en liderar iniciativas de educación STEM. Sin embargo, como sostiene Moore y Smith (2014) eso no es suficiente en tanto se requiere de un mayor compromiso conjunto entre directivos, docentes y propuestas políticas para lograr una verdadera innovación en la integración curricular.

## 5. CONCLUSIONES

La implementación de experiencias STEM+H en las instituciones educativas exige el compromiso de toda la comunidad educativa, en este sentido, los directivos docentes ejercen un rol en el cual la gestión para la ejecución de las actividades es esencial; así mismo, el papel que ejercen los docentes como guías y motivadores de la participación de los estudiantes en los proyectos se convierten en un factor de éxito. De otro lado, la posibilidad de participar en eventos de índole local, nacional e internacional en temáticas inherentes a las experiencias incentiva a los estudiantes a continuar en los proyectos.

Los programas de Media Técnicas en asociación con instituciones de educación superior aliadas son fundamentales en la implementación de las experiencias, debido a que facilitan la articulación entre la teoría y la práctica, así como el acceso a la educación superior y al campo laboral. Las necesidades del contexto y de los estudiantes, la formación en investigación y la proyección a la comunidad son factores determinantes en el desarrollo y ejecución de las experiencias STEM+H, igualmente, las alianzas con instituciones de educación superior, empresas privadas, la participación en eventos académicos y la metodología basada en ABP.

El desarrollo humano (H) en las experiencias STEM es el valor agregado que las instituciones educativas le brindan a sus comunidades, en este sentido,

prevalece la proyección social hacia las problemáticas de los barrios, al desarrollo de las competencias y habilidades de los estudiantes quienes fortalecen el trabajo en equipo, la tolerancia, el liderazgo, así como el interés por las temáticas inherentes a las áreas STEM como la robótica.

Respecto a las dificultades para la implementación de las experiencias STEM+H en las instituciones educativas, están orientadas hacia la falta de tiempo por parte de los docentes, debido a que el hecho de participar en las experiencias predomina que sea adicional a la carga laboral; además, la falta de infraestructura, materiales y de recursos económicos. Otro aspecto que se resalta es la falta de articulación entre las políticas locales y las nacionales, es decir, las propuestas de la Secretaría de Educación respecto al STEM+H, no van directamente articuladas con el Ministerio de Educación Nacional porque éste exige cumplir con los lineamientos y estándares por área y no de manera transversal como sucede en la ejecución de las experiencias STEM+H.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Araya, R. A. (2016). STEM y Modelamiento matemático. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (15), 291-317. Obtenido en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23838/24006>
- Arizona STEM network (2017). *The STEM Immersion Guide: A collaboration of the Arizona STEM Network led by Science Foundation Arizona and Maricopa County Education Service Agency*. Obtenido en: <http://stemguide.sfaz.org/>
- Bardin, L. (2002). Análisis de contenido. Madrid: Ediciones Akal.
- Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., y Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19. Obtenido de: <https://www.ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/74>
- Beach, A. L., Henderson, C., & Finkelstein, N. (2012). Facilitating change in undergraduate STEM education. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 44(6), 52-59. DOI: <https://doi.org/10.1080/00091383.2012.728955>
- Bosch, H. E., Di Blasi, M. A., Pelem, M. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., y Geromini, N. S. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y

- matemática. *Avances en ciencias e ingeniería*, 2(3), 131-140. Obtenido en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3752199>
- Byhee, B. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30-35.
- Cano, L. M. y Ángel-Uribe, I. C. (2020). Medellín Territorio STEM + H. Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Castiblanco, P. J., y Lozano, R. (2016). El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, Cundinamarca. Tesis de maestría. Universidad tecnológica de Bolívar. Obtenido en: <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/2677/0069835.pdf?sequence=1>
- Chang, D. F., y Chang H. C. (2020). Patterns of gender parity in the humanities and STEM programs: the trajectory under the expanded higher education system. *Studies in Higher Education*, 45(6), 1108-1120. DOI: <https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1550479>
- Chidella, K., Gampa, S. y Almohaimeed, A. (September, 2019). *American Society for Engineering Education 2019 Midwest Section Conference Applied Learning and Industry Partnerships Enhancing Engineering Education*. Project-Based Approach to Intensify STEM Education Experience—A Case Study. Wichita State University. Wichita. Obtenido de: <https://peer.asee.org/33932.pdf>
- Cidlinská, K. (2019). How not to scare off women: different needs of female early-stage researchers in STEM and SSH fields and the implications for support measures. *Higher Education*, 78(2), 365-388. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0347-x>
- Cifuentes, A. y Caplan, M. (2019). Experiencias de formación STEM en el ámbito formal y rural. En M. Moreno, *Educación STEM/STEM: apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. (pp.27-39). Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.

- Cilleruelo, L., y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*, 1-18.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica. *Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-42. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Doménech-Cascal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 154-168. DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>
- Evans, J. J., Van Epps, A. S., Smith, M. T., Matei, S. A., & Garcia, E. (2015, June). *ASEE Annual Conference and Exposition Proceedings*. A transdisciplinary approach for developing effective communication skills in a first year STEM seminar, American Society for Engineering Education, Seattle. Obtenido en: [http://www.asee.org/file\\_server/papers/attachment/file/0005/5914/ASEE-Seminar-final-upload.pdf](http://www.asee.org/file_server/papers/attachment/file/0005/5914/ASEE-Seminar-final-upload.pdf)
- Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales*, 2(96), 35-53. Obtenido en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15309604>
- Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, F. J., Díaz-Levicoy, D., y Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/eks.22036>
- Gómez, M., Duque, N., Canu, M., y Danies, G. (Julio, 2015). *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. Educación Stem En Educación Básica: Estudio De Caso En Dos Países, Colombia Y República Dominicana. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, Cartagena de Indias. Obtenido en: <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2015/11/Memorias-2015.pdf>
- González, H. B., y Kuenzi, J. J. (2012, November). *Congressional Research Service*. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Washington, DC, Library of Congress. Obtenido en: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf>

- Gottfried, M. A., y Williams, D. (2013). STEM club participation and STEM schooling outcomes. *education policy analysis archives*, 21(79), p.1-27. Obtenido en: <https://doi.org/10.14507/epaa.v21n79.2013>
- Hand, S., Rice, L., y Greenlee, E. (2017). Exploring teachers' and students' gender role bias and students' confidence in STEM fields. *Social Psychology of Education*, 20(4), 929-945. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09781-z>
- Harrison, R. L., & Parks, B. (2017). How STEM can gain some STEAM: Crafting meaningful collaborations between STEM disciplines and inquiry-based writing programs. In A. Johnson, & L. Lewis, *Writing program and writing center collaborations* (pp. 117-139). Palgrave Macmillan: New York. DOI: [https://doi.org/10.1057/978-1-137-59932-2\\_6](https://doi.org/10.1057/978-1-137-59932-2_6)
- Hickman, L., & Akdere, M. (November, 2017). *7th World Engineering Education Forum*. Exploring virtual reality for developing soft-skills in STEM education, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur. DOI: 10.1109/WEEF.2017.8467037
- Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lin, C. S., Zhu, Z., & Ro, T. (2016, March). *IEEE Integrated STEM Education Conference*. Dynamic project-based STEM curriculum model for a small humanities high school. Princeton University, New Jersey. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISECon.2016.7457545>
- Tinto, J. A. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen. *Provincia*, 29, 135-173. Obtenido en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55530465007>
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., y Roberts, K. (2013). *STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies. Obtenido en: <http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30059041>

- Meier, P. M. (2019). Bibliometric differences—a case study in bibliometric evaluation across SSH and STEM. *Journal of Documentation*, 75 (2), 366-378. DOI: <https://doi.org/10.1108/JD-07-2018-0108>
- Mohr-Schroeder, M. J., Cavalcanti, M., & Blyman, K. (2015). STEM education: Understanding the changing landscape. In A, Sahin *practice-based model of STEM teaching* (pp. 3-14). Houston: Brill Sense. Obtenido en: [https://www.researchgate.net/profile/Margaret\\_Mohr-Schroeder/publication/302945200\\_Foreward/links/5733f24408ae298602dcf28a/Foreward.pdf#page=16](https://www.researchgate.net/profile/Margaret_Mohr-Schroeder/publication/302945200_Foreward/links/5733f24408ae298602dcf28a/Foreward.pdf#page=16)
- Miller, E. R., & Fairweather, J. S. (2015). The Role of Cultural Change in Large-Scale STEM Reform: In The Experience of the AAU Undergraduate STEM Education Initiative. In G, Waver, *Transforming Institutions: Undergraduate STEM Education for the 21st Century*. (pp.48-66). Indiana: Purdue University Press. Obtenido en: <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/24968/1005135.pdf?sequence=1#page=63>
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5-10. Obtenido en: <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1917/1581>
- Moreno, N. y Bautista, N. (2019). La educación STEM/STEM como alternativa para las reformas educativas: una aproximación a su estado del arte desde la perspectiva filosófica. En M. Moreno, *Educación STEM/STEM: apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. (pp.13-26). Falcón, Venezuela.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Kumano, Y. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65. DOI: <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Olmos-Peñuela, J., Benneworth, P., & Castro-Martinez, E. (2014). Are 'STEM from Mars and SSH from Venus'? : Challenging disciplinary stereotypes of research's social value. *Science and Public Policy*, 41(3), 384-400. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/sct071>

- Operti, R. (2017). 15 Claves de Análisis para Apuntalar la Agenda Educativa 2030. *Reflexiones en curso* (14). UNESCO, OIE. Obtenido en: <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/MINEDU/5591>
- Piñuel, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Sociolinguistic Studies*, 3(1), 1-42. Obtenido en: [https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-07-29-Pinuel\\_Raigada\\_AnalisisContenido\\_2002\\_EstudiosSociolingüísticaUVigo.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-07-29-Pinuel_Raigada_AnalisisContenido_2002_EstudiosSociolingüísticaUVigo.pdf)
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26
- Skorton, D. (2019). Branches from the same tree: The case for integration in higher education. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(6), 1865-1869. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1807201115>
- Starr, C. R., Anderson, B. R., & Green, K. A. (2019). “I’m a Computer Scientist!”: Virtual Reality Experience Influences Stereotype Threat and STEM Motivation Among Undergraduate Women. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 493-507. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09781-z>
- Tsang, T. L. (2019). A quantitative analysis examining differences between US humanities and STEM students’ propensity toward innovation. *Journal of Further and Higher Education*, 43(2), 149-165. DOI: <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1357069>
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., y Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Toma, R. y Greca, I. (2016). *III Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC*. Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria, Universidad de Vigo, Vigo. Obtenido en: <http://hdl.handle.net/10259/4681>
- Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics (pp. 58-76). Portsmouth, NH: Heinemann.

- Watson, A. D., y Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *Journal for Quality and Participation*, 36(3), 1-5. Obtenido en: [https://www.academia.edu/download/35120086/TransitioningSTEMToSTEAM\\_Watson\\_-\\_JQP\\_-\\_October\\_2013-libre.pdf](https://www.academia.edu/download/35120086/TransitioningSTEMToSTEAM_Watson_-_JQP_-_October_2013-libre.pdf)
- Weaver, G., & Burgess, W. (2015). *Transforming institutions: undergraduate STEM education for the 21st century*. Indiana: Purdue University Press. Obtenido en: <http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/24968>
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26-35. Obtenido en: <https://ojs.lboro.ac.uk/ojs/index.php/DATE/article/download/1590/1514>
- Zhan, W. (2014). Research experience for undergraduate students and its impact on STEM education. *Journal of STEM Education*, 15(1), 32-38. Obtenido en: <https://www.learntechlib.org/p/148288/>