

Ángel-Uribe, I. C., Cano Vásquez, L. M., Ramos Lizcano, C., & Osorio Hernández, K. (2026, septiembre-diciembre). STEM en los proyectos educativos de las instituciones de enseñanza de Medellín. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (79), 87-117.

<https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n79a5>

STEM en los proyectos educativos de las instituciones de enseñanza de Medellín

STEM in the educational projects of teaching institutions in Medellín

Isabel Cristina Ángel-Uribe

Doctora en Educación

Escuela de Educación y Pedagogía, Universidad Pontificia Bolivariana

Medellín, Colombia

isabel.angel@upb.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7886-7267>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001446875

Lina María Cano Vásquez

Doctora en Educación

Escuela de Educación y Pedagogía, Universidad Pontificia Bolivariana

Medellín, Colombia

lina.cano@upb.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2256-1576>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000991112

Corina Ramos Lizcano

Licenciada en Inglés - Español

Escuela de Educación y Pedagogía, Universidad Pontificia Bolivariana

Medellín, Colombia

corina.ramos@upb.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6813-7105>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001942851

Katerin Osorio Hernández

Magister en Educación

Facultad de Psicología, Universidad CES

Medellín, Colombia

kosorio@ces.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-9218-9686>



CvLAC:https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001942713**Recibido:** 10 de noviembre de 2025**Evaluado:** 6 de junio de 2026**Aprobado:** 3 de agosto de 2026**Tipo de artículo:** Investigación**Resumen**

El Proyecto Educativo Institucional (PEI) de las instituciones de enseñanza (IE) especifica los lineamientos pedagógicos, curriculares y didácticos de su gestión educativa, que se resignifican con las demandas y las características de los contextos. En este sentido, con la declaratoria de Medellín como territorio STEM+H, se espera que las IE desarrollen habilidades desde la comprensión de problemas reales. Por ello, a partir de una investigación documental con análisis de contenido, se identificaron los atributos STEM de los PEI de 75 IE oficiales de Medellín, clasificadas en los niveles de inmersión parcial y total de la educación STEM. Se destacó que más de la mitad están actualizados, pero la mayoría no especifica su modelo pedagógico. En estos, predominan las menciones sobre pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo en equipo, competencias sociales, ciudadanas, lingüísticas, comunicativas, científicas y tecnológicas, pero escasearon menciones sobre resolución de conflictos, comunicación en otro idioma, matemáticas, formación integral y trabajo interdisciplinar. En este sentido, es esencial que las instituciones expliciten estas posturas para que se traduzcan en sus prácticas. Además, es necesario que futuros estudios ofrezcan insumos para la actualización institucional, la resignificación y recontextualización de prácticas de enseñanza pertinentes, que respondan a las apuestas educativas globales.

Palabras clave: Currículo; Educación; Instituciones de enseñanza; Proyecto educativo; STEM.**Abstract**

The Institutional Educational Project (PEI) of Educational Institutions (EI) specifies the pedagogical, curricular, and didactic guidelines for their educational management, which are reinterpreted according to the demands and characteristics of their contexts. In this sense, with Medellín's designation as a STEM+H territory, it is expected that EIs will develop skills based on

understanding real-world problems. Therefore, through documentary research with content analysis, the STEM attributes of the PEIs of 75 public EIs in Medellín were identified, classified into levels of partial and total immersion in STEM education. It was noted that more than half are up to date, but most do not specify their pedagogical model. These PEIs predominantly mention critical thinking, problem-solving, teamwork, and social, civic, linguistic, communicative, scientific, and technological competencies, but mention conflict resolution, communication in another language, mathematics, holistic education, and interdisciplinary work were scarce. In this regard, institutions must make these positions explicit so that they are reflected in their practices. Furthermore, future studies need to provide input for institutional updating, the redefinition and recontextualization of relevant teaching practices, and their response to global educational priorities.

Keywords: Curriculum; Education; Educational organizations; Educational projects; STEM.

Introducción

La educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) es promovida globalmente como una apuesta pertinente para las dinámicas educativas actuales (Castro Inostroza et al., 2020). Su integración curricular, comprende su articulación en las decisiones en los niveles macro, meso y micro de los agentes del sistema educativo (Colombia Aprende, 2022); esto se evidencia en el nivel macro curricular con las declaratorias de diversos entes gubernamentales. Por ejemplo, Medellín es Territorio STEM+H desde 2017 (Siemens Fundación, 2019) y, como otros 51 territorios STEM en Latinoamérica (Siemens Stiftung, 2025), tiene el propósito de promover la transformación y el desarrollo educativo y social.

Por otra parte, en el nivel micro curricular, los docentes juegan un papel fundamental en el desarrollo de experiencias educativas STEM (Ramos-Lizcano et al., 2022); sin embargo, en el nivel meso curricular, se encuentra un vacío de conocimiento, es decir, falta evidencia de la relación entre la teoría y la práctica, como sugieren Angrist & Dercon (2024), especialmente entre la declaratoria institucional y su traducción en las orientaciones curriculares, desde los documentos rectores escolares que orientan las prácticas académicas con el enfoque STEM. Esto es

fundamental porque alinea a toda la comunidad académica, guía el diseño curricular en todos sus niveles y permite la toma de decisiones reflexivas y contextualizadas.

Educación STEM y sus niveles de implementación

La educación STEM busca, además de la formación en sus áreas fundantes, que los estudiantes desarrollen habilidades para la exploración y la resolución de problemas reales (Yıldız Durak et al., 2022, p. 7928), también, del pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo, e incluso la innovación (Petrún Sayers et al., 2020). De acuerdo con el Arizona STEM Network (2017), la integración del enfoque supone diversos niveles de implementación para las instituciones de enseñanza: exploratorio, introductorio, inmersión parcial e inmersión total, cuyos atributos varían según su integración en el currículo: 1. Exploratorio, si el abordaje es extracurricular; 2. Introductorio, si se desarrollan actividades STEM en el aula; 3. Inmersión parcial, si se hace visible en el plan de estudios; y 4. Inmersión total, si está presente en todo el currículo.

Las dos últimas trascienden las actividades aisladas, es decir, se integran en el currículo. En la inmersión parcial las instituciones desarrollan actividades STEM relevantes para el nivel educativo y asignatura; estas se planifican y ejecutan, a lo largo del año escolar, de forma coherente con los propósitos de aprendizaje establecidos en el currículo regular. Mientras que, en la inmersión total, el STEM constituye el eje articulador del programa educativo; es decir, permea todas las asignaturas y actividades escolares, y se fomentan conexiones interdisciplinarias, el aprendizaje auténtico y contextualizado, y la resolución de problemas complejos a través de retos reales que posibilitan el desarrollo de competencias y habilidades del siglo XXI (Arizona STEM Network, 2017; CEPAL, 2020).

Modelos pedagógicos para la integración curricular de la educación STEM

Cada institución integra el enfoque a su ritmo y según sus condiciones (Deák et al., 2021), el modelo pedagógico, la visión que tienen de las necesidades de los estudiantes, sus metas

educativas, etc.; esto influye en el currículo, estrategias, formas de evaluación interacciones entre docentes y estudiantes (Correa Mosquera & Pérez Piñón, 2022).

Al respecto, Alcocer Tocora y Hernández (2019) mencionan que las prácticas pedagógicas en ciencias y matemáticas se abordan desde diversas posturas, entre ellas, la educación en ciencias y la didáctica de las ciencias. Esto evidencia la importancia de una fundamentación epistemológica que promueva la coherencia en el diseño pedagógico y la formación del pensamiento científico para el descubrimiento, la innovación y la colaboración.

En relación con los modelos pedagógicos, Bertrand y Namukasa (2023) señalan que a pesar de la existencia de modelos que promueven el aprendizaje intra e interdisciplinario no existe un modelo pedagógico específico para esta educación STEM. De acuerdo con esto, Rodríguez (2021) invita a integrar cuidadosamente los existentes, porque la relación entre estos y el STEM tiene diversas variables e interpretaciones (López-Belmonte et al., 2022).

Metodologías activas asociadas al enfoque STEM

En lo concerniente a las aproximaciones metodológicas del enfoque, se reconoce que los métodos de enseñanza tradicionales son insuficientes para potenciar las habilidades que requieren los estudiantes (UNESCO, 2022). Al respecto, Zhong et al. (2022) destacan que los modelos centrados en el estudiante, basados en el constructivismo, son los más apropiados.

En este sentido, se considera pertinente emplear las metodologías activas con las que los estudiantes participan en su aprendizaje, mientras colaboran, reflexionan y aplican diversas áreas de manera práctica (Abanoz & Yabaş, 2023; Ladachart et al., 2023; O'Dwyer et al., 2023; Said et al., 2023; Scholkmann et al., 2023; Zhong et al., 2022); esto a través de un plan de estudios interdisciplinario que mejora el conocimiento de los estudiantes en las áreas específicas (Craig et al., 2022).

De acuerdo con lo anterior, la literatura reporta metodologías como el *Design thinking* (Alves et al., 2026), el *Self Management Learning* (Bertrand & Namukasa, 2023), el Modelo 5E-STEM (Vu et al., 2023, citando a Eroğlu & Bektaş, 2022), la pedagogía de la producción para la educación STEM (Alonso Yanez et al., 2019), el programa *Cyber Sleuth Science Lab* (Casey et al., 2023), el Aprendizaje Basado en Proyectos (Vilugrón, 2021), por mencionar algunos.

En suma, la apuesta por la educación STEM abre un panorama para diversificar las vocaciones científicas que requieren del desarrollo de habilidades necesarias para responder a los retos planetarios del presente y el futuro (Magaña Medina et al., 2023). Sin embargo, la implementación de esta educación requiere de un compromiso sostenido por parte del estado, la academia, las empresas y la comunidad en general. Particularmente a las instituciones de enseñanza les implica tener una apuesta pedagógica explícita en sus proyectos educativos institucionales que les permita declarar, guiar y proyectar las acciones hacia la integración curricular y la resolución de problemas del contexto que encaminen a los estudiantes a construir conocimientos desde diferentes áreas y promover una visión integrada de las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas.

En este contexto, Medellín promueve la implementación de enfoques educativos innovadores para el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento científico con la educación STEM. Esta se realiza con los diferentes modelos pedagógicos, estrategias didácticas, currículos, culturas escolares y coordinadas locales que la orientan (Molina Molina, 2021). En este orden de ideas, es valioso conocer la integración curricular (MEN & Parque Explora, 2022) que las instituciones de enseñanza proponen en sus Proyectos Educativos Institucionales (PEI) para reconocer sus propuestas y avizorar el diseño de nuevas experiencias pedagógicas.

Por tanto, surge el interrogante: ¿Las apuestas formativas de los proyectos educativos de las instituciones de enseñanza explicitan la integración de la educación STEM en el currículo? Si bien la respuesta a esta pregunta requiere un análisis multidimensional, una aproximación inicial de los PEI permite reconocer la intención formativa que orienta las prácticas de la comunidad educativa. De acuerdo con lo anterior, este artículo pretende identificar los atributos STEM que orientan las posturas y propuestas formativas desde los proyectos educativos de 75 instituciones de enseñanza oficiales de Medellín clasificadas, de acuerdo con Cano Vásquez y Ángel Uribe (2020) y Mova y Alcaldía de Medellín (2020), en los niveles de inmersión parcial y total de la educación STEM.

Metodología

El caso de estudio de Medellín como territorio STEM, se investigó con diversas estrategias: diagnósticos sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones de enseñanza de la ciudad (Cano Vásquez & Ángel Uribe, 2020), descripción de las experiencias educativas con el enfoque de directivos, docentes y estudiantes de las instituciones (Ángel-Uribe et al., 2024; Cano Vásquez et al., 2021), entre otros. Este artículo aporta a la comprensión del caso por medio de una investigación documental (Rojas Crotte, 2011), con análisis de contenido (Bernete, 2013), de los proyectos educativos institucionales que son de obligatoria existencia, como lo expresa el Artículo 2.3.3.1.4.3 del Decreto 1075 de 2015 del Ministerio Nacional de Educación, y accesibles en las páginas web de las instituciones de enseñanza oficiales de Medellín. Estos documentos oficiales son de naturaleza pública y amparados con la Ley 1712 de 2014 de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública; por tanto, son fuente primaria para la investigación educativa. Esta Ley:

Tiene como objetivo que la información en posesión, custodia o bajo control de cualquier entidad pública, órgano y organismo del Estado colombiano, [...], esté a disposición de todos los ciudadanos e interesados de manera oportuna, veraz, completa, reutilizable y procesable y en formatos accesibles. (Congreso de la República de Colombia, 2014, p. 3)

La población constó de 229 proyectos educativos, que con un muestreo intencional (no probabilístico), se seleccionaron deliberadamente de las 75 instituciones con educación STEM que, en estudios anteriores (Cano Vásquez & Ángel-Uribe, 2020; Mova & Alcaldía de Medellín, 2020), se ubicaron en los niveles de implementación parcial o total, dado que son los que tienen una mayor posibilidad de tener un apoyo institucional y trabajo colegiado para su implementación y menos de que sean esfuerzos aislados por parte de los docentes de estas.

En relación con la selección de las fuentes del estudio, aunque en principio se analizó una diversidad de estas por su tipo y formatos: manual de convivencia, audios, videos, fotografías, periódicos digitales escolares, memorias de eventos, blogs educativos, redes sociales, entre otros existentes en las páginas web de las instituciones, las unidades de análisis se conformaron solo con los proyectos educativos institucionales.

El protocolo de análisis inició con la definición de las categorías de análisis (Tabla 1) relacionadas con los atributos STEM que orientan las posturas y propuestas formativas de las instituciones de enseñanza en un formulario digital en Google. El instrumento se diseñó con los datos emergentes en los documentos rectores de las instituciones. Como medida de consistencia del instrumento, se realizó una codificación piloto sobre un conjunto de PEI, con documentos diferentes a con los que se analizó el estudio, para ajustar definiciones operativas de las categorías antes del análisis definitivo. Luego, para el análisis documental se efectuó la codificación de los 75 PEI con dos grupos de revisores de manera independiente y las discrepancias se resolvieron por consenso tras una revisión conjunta de los resultados. Esta triangulación de datos y de investigadores buscó la objetividad, verdad y la validez (fiabilidad y credibilidad) de la investigación de acuerdo con los postulados de Denzin (1989 como se cita en Fusch et al., 2018).

Tabla 1

Categorías utilizadas para el análisis de proyectos educativos de las instituciones de enseñanza

Pregunta y Objetivo	Categorías	Códigos
¿Las apuestas formativas que se expresan en los Proyectos Educativos de las instituciones de enseñanza, clasificadas en los niveles de inmersión parcial y total de la educación STEM explicitan su integración en el currículo? Identificar los atributos STEM que orientan las posturas y propuestas formativas en los proyectos educativos de 75 instituciones de	Información básica	▪ Ubicación Zona y comuna o corregimiento.
		▪ Actualidad y visibilidad digital del Proyecto Educativo.
	Información relacionada con las competencias mencionadas en los documentos rectores	▪ Competencias básicas Conocimiento e interacción con el mundo físico, lingüísticas y comunicativas, matemáticas, social y ciudadanas.
		▪ Competencias genéricas o transversales Adaptación al cambio, aplicar los conocimientos en la práctica, comunicación en un segundo idioma, creatividad e innovación, identificar, plantear y resolver problemas, investigación, liderazgo, pensamiento crítico, resolución de conflictos, trabajo en equipo y uso de TIC.
		▪ Nivel de implementación de Parcial o total.
		▪ Modelo pedagógico Cognitivista, cognitivista / crítico social, conductista / desarrollista, constructivista / cognitivista, constructivista / crítico social, constructivista / desarrollista, crítico social, holístico o integral.
	Información concerniente a la integración de educación STEM en el currículo y sus características	▪ Metodologías y estrategias Aprendizaje activo, colaborativo, por competencias, por repetición, autodirección del aprendizaje.
		▪ Desarrollo de competencias científicas y tecnológicas, disciplinares, del pensamiento y de las estructuras cognitivas de los estudiantes, formación integral.
		▪ Integración de áreas del currículo.

Pregunta y Objetivo	Categorías	Códigos
enseñanza clasificadas, en los niveles de inmersión parcial y total de la educación STEM	▪ Integración de TIC en el currículo. ▪ Trabajo interdisciplinar entre áreas. ▪ Aliados: participación de la familia o acudientes y de agentes externos: empresas privadas o públicas, instituciones de educación superior (IES), instituciones de formación para el trabajo, otras IE.	

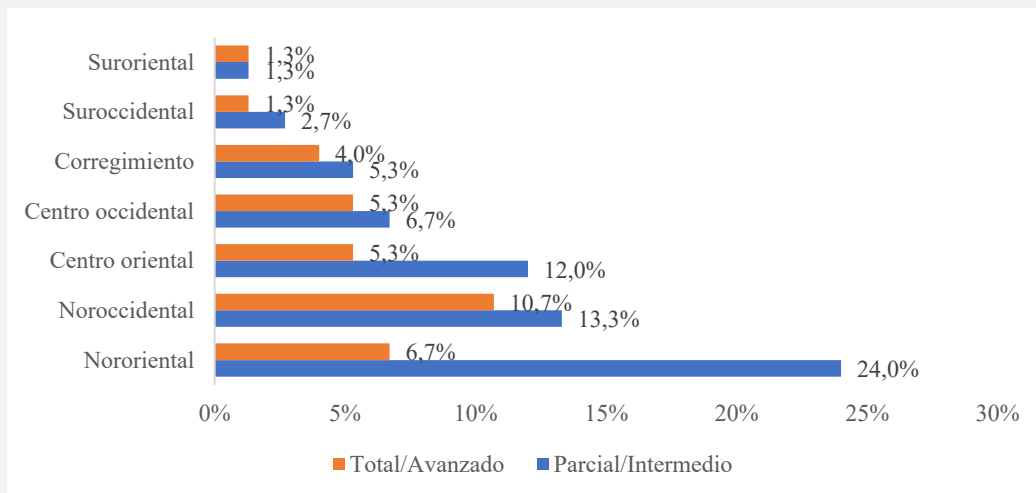
Posterior a la limpieza y estandarización de los datos sistematizados, estos se consolidaron en la base de datos de Excel. Por último, los datos recopilados se sometieron a un análisis cuantitativo de las frecuencias, tablas de contingencia y la elaboración de reportes con el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, en su versión 26). Este análisis otorgó una visión amplia de los atributos relacionados con la educación STEM de las instituciones de enseñanza oficiales de Medellín clasificadas en los niveles de inmersión parcial y total del enfoque.

Resultados

Los siguientes resultados presentan los atributos de la educación STEM hallados en los proyectos educativos oficiales de las instituciones de enseñanza relacionados con las categorías anteriormente enunciadas (Tabla 1). En estos se encuentra que, en relación con el nivel de implementación parcial/intermedio, un 72,0 % de los establecimientos se ubica en las zonas Noroccidental, Nororiental y Centro oriental. Estas se sitúan en algunas de las comunas con mayores desafíos sociales y económicos de la ciudad, es decir, las que mayores necesidades educativas tienen en el territorio (Figura 1).

Figura 1

Distribución de las instituciones de enseñanza según la zona en la que se ubican y nivel de inmersión en la educación STEM



Conforme a la visibilidad del Proyecto Educativo, se halla que el 72,0 % de las instituciones lo tiene disponible en formato digital, tanto para su comunidad educativa como para los agentes externos. El 28,0 % restante menciona la existencia de su proyecto educativo, pero este no se encuentra en sus páginas web, lo cual llama la atención porque es un documento obligatorio, que, además de ser orientador de la gestión educativa, debe ser público por el carácter oficial de las entidades. Entre las instituciones con este documento rector visible, la mayoría de estas, el 57,0 %, tiene una fecha de actualización del PEI de 5 años o menos, lo que da cuenta de las capacidades institucionales para revisarse y ajustarse de manera permanente (Tabla 2).

Tabla 2

Distribución de las instituciones de enseñanza según la visibilidad y actualidad de su PEI de acuerdo con su nivel de inmersión en la educación STEM

Nivel implementación de STEM			Actualidad del PEI				
			Menos de 1 año	Entre 2 y 5 años	Entre 6 y 10 años	No hay dato	No es visible en la página u otro espacio institucional
Visibilidad digital del PEI	Parcial/Intermedio	No	0 %	0 %	0 %	0 %	13 %
		Sí	16 %	25 %	1 %	9 %	0 %
	Total/Avanzado	No	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %
		Sí	8 %	8 %	0 %	4 %	0 %

De acuerdo con la Tabla 2, en adelante se analizan solo los atributos de los 54 PEI (72,0 %) a los cuales se pudo acceder por medio de la página web de las instituciones de enseñanza.

En cuanto a las competencias básicas, un 60,0 % de las entidades hace alusión en sus documentos rectores a las sociales y ciudadanas, seguidas por un 33,3 % de estas que mencionan las lingüísticas y comunicativas. Se destaca que menos de un tercio de los proyectos educativos, un 29,3%, refiere las competencias matemáticas.

En lo relativo a las competencias genéricas o transversales, se identifica que en un 50,7 % de los PEI sobresale el pensamiento crítico, en un 36,0 % de estas el identificar, plantear y resolver problemas, en el 34,7 % de los documentos es el trabajo en equipo, en el 26,7 % se resalta la creatividad e innovación y en el 25,3 % lo hace la investigación. Las competencias menos recurrentes son las relacionadas con la resolución de conflictos y la comunicación en un segundo idioma, en un 1,3% de los proyectos educativos respectivamente (Figura 2).

Figura 2

Porcentaje de las instituciones de enseñanza según las competencias que promueven sus proyectos educativos y su nivel de inmersión en la educación STEM



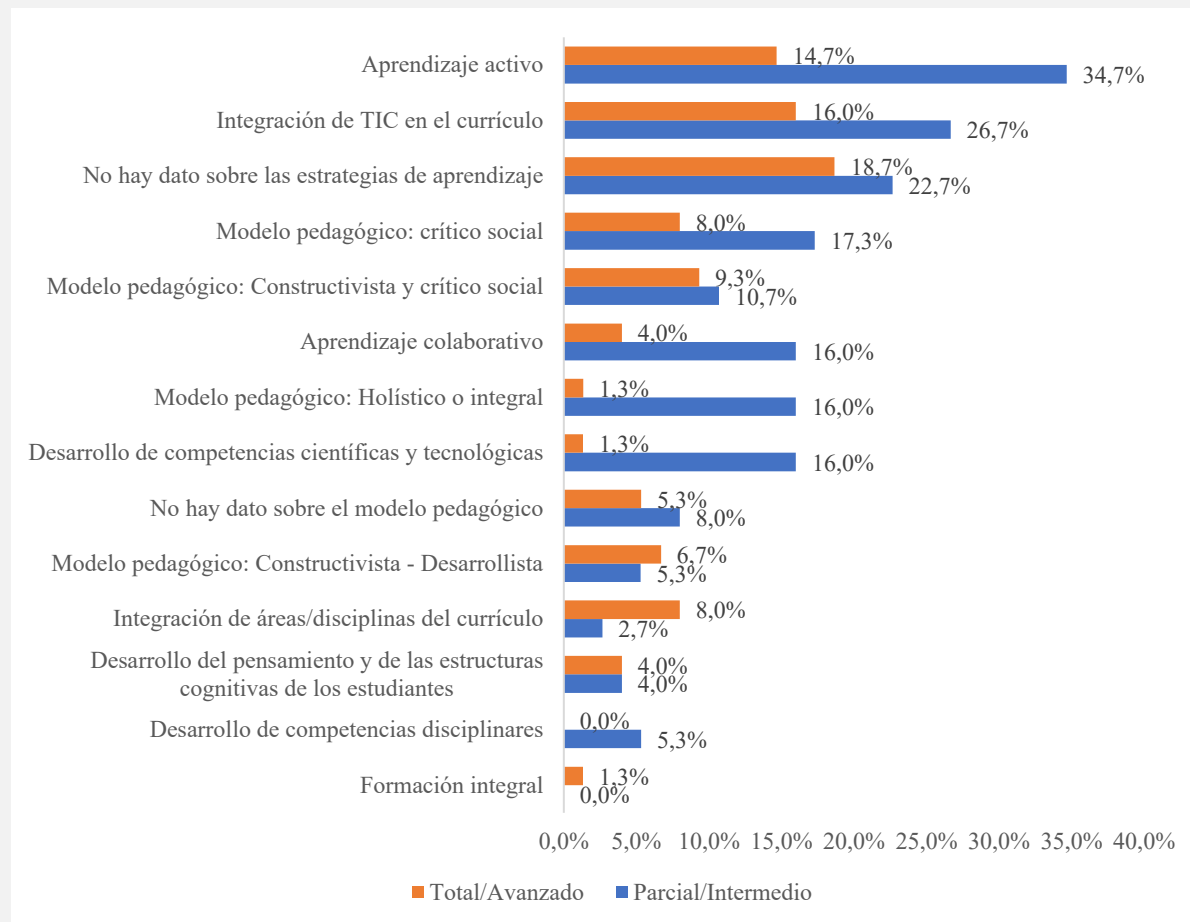
En cuanto a las características de la Educación STEM (Figura 3) se destaca que algunas de las instituciones declaran explícitamente los modelos pedagógicos en sus proyectos educativos; en otros casos, estos se infieren por las características mencionadas en dichos documentos. En este sentido, se observa que en un 25,3 % de estos tiene un enfoque crítico social, un 20,0 % se decanta por uno constructivista y crítico social, seguidas por un 17,3 % que tiene una orientación holística o integral. Los modelos pedagógicos se enfocan en el desarrollo de una conciencia crítica en los estudiantes y en la construcción de su propio conocimiento, utilizando la interacción con el entorno. Llama la atención que un 13,3 % de las instituciones de enseñanza oficiales de Medellín no proporcionan información sobre su modelo pedagógico en estos documentos rectores, siendo este el que orienta el cómo se enseña, aprende y evalúa.

A propósito de las metodologías y estrategias de aprendizaje, las instituciones utilizan una variedad de estas para promover el aprendizaje de sus estudiantes. La mayoría, el 49,3 % declara en sus PEI el aprendizaje activo, y un 20,0 % el trabajo en equipo. Resulta llamativo que el 41,3 % restante de las instituciones de enseñanza no incluyan en este documento rector información respecto a las apuestas didácticas que evidencian la coherencia con su modelo pedagógico.

En cuanto a otras características, se encuentra que un 42,7 % de las IE menciona en el proyecto educativo la inclusión de las TIC en el currículo y un 17,3 % el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas. La característica que menos se menciona en este documento, con un 1,3 %, es la formación integral. Esto llama la atención porque se relaciona con las características de los modelos pedagógicos que se reconocen en la mayoría de las instituciones.

Figura 3

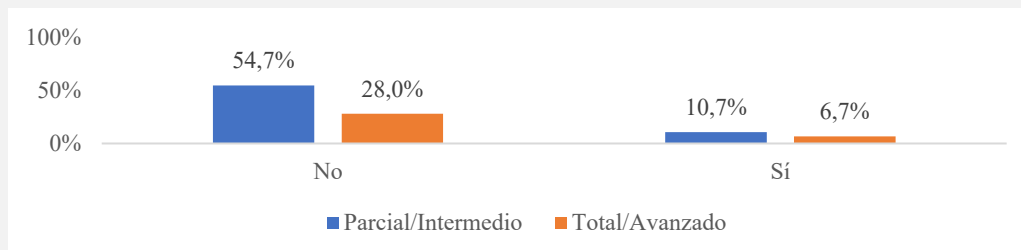
Porcentaje de las instituciones de enseñanza según las características relacionadas con la educación STEM en sus proyectos educativos y su nivel de inmersión en este enfoque



Con respecto al trabajo interdisciplinar entre áreas, se encuentra que las instituciones, en un 82,7 % de sus proyectos educativos, no hacen propuestas de formación mancomunadas, aunque esta es una de las principales características de la educación STEM para que el conocimiento no se fragmente y se comprendan los problemas de la vida cotidiana desde su integralidad (Figura 4).

Figura 4

Porcentaje de las instituciones de enseñanza según el trabajo interdisciplinar entre áreas que se promueve en sus proyectos educativos y su nivel de inmersión en la educación STEM



En lo concerniente a la participación de la familia o acudientes en las actividades de aprendizaje de los estudiantes, en el 86,7 % de los PEI no se visibiliza esta integración (Figura 5). Respecto a la relación con agentes externos, en el 34,7 % de estos no se evidencia información relacionada con aliados en los procesos formativos; por otra parte, el 25,3 % de los proyectos educativos evidencia que han tenido algún tipo de experiencia tanto con instituciones de educación superior (IES) como con empresas privadas o públicas, y, el 18,7 % menciona alianzas solo con instituciones de educación superior (Figura 6).

Figura 5

Porcentaje de las instituciones de enseñanza según la evidencia de la integración de los acudientes en sus proyectos educativos y su nivel de inmersión en la educación STEM

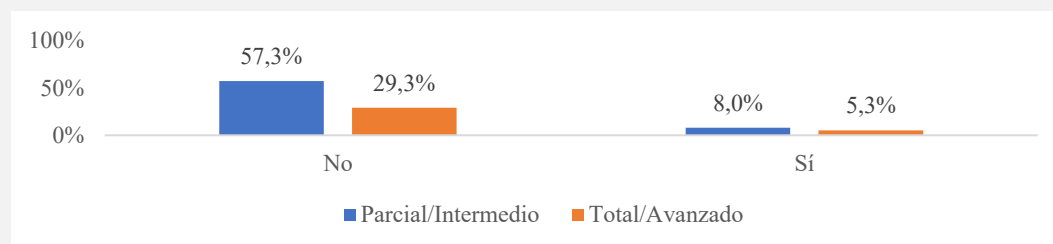
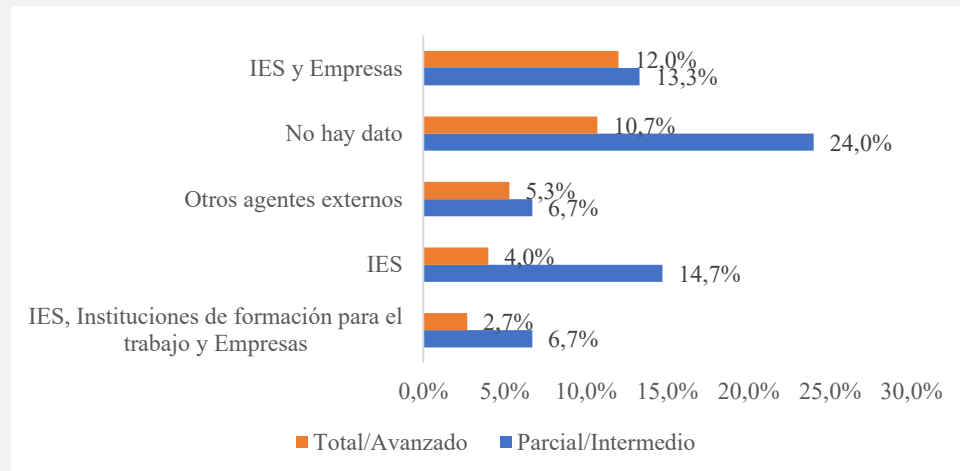


Figura 6

Porcentaje de las instituciones de enseñanza según la relación con agentes externos que evidencian sus proyectos educativos y su nivel de inmersión en la educación STEM



En síntesis, se evidencia, por una parte, que es necesario avanzar en la apropiación del enfoque STEM hacia una integración más explícita en los documentos rectores de las instituciones de enseñanza; y, por otra, que por las características propias de las organizaciones es necesario diferenciar sus estrategias en relación con cada uno de los atributos analizados sobre la integración del enfoque.

Discusión

La mayor concentración de instituciones de enseñanza vinculadas al estudio se halla en las zonas periféricas nororiental y noroccidental de la ciudad; también hay gran número de estas en la parte centro-oriental de Medellín. Todas estas instituciones están ubicadas en un estrato socioeconómico¹ medio bajo que enfrenta grandes retos sociales y económicos, por lo que la educación STEM es considerada pertinente, ya que sus habitantes necesitan mejores oportunidades de desarrollo social y económico, empleo formal, reducción de brechas digitales, equidad de

¹ “La estratificación socioeconómica es una clasificación en estratos de los inmuebles residenciales [...] para cobrar de manera diferencial por estratos los servicios públicos domiciliarios permitiendo asignar subsidios y cobrar contribuciones en esta área” (DANE, 2025, párr. 1).

género y formación en habilidades del siglo XXI que los fortalezca como ciudadanos locales, críticos, reflexivos y activos, desde lo individual y lo colectivo. Sin embargo, Cubillos Cabrera y Romero Tijó (2021) encuentran que las zonas con desafíos socioeconómicos tienden a una implementación limitada de la educación STEM debido a la falta de recursos, infraestructura y formación adecuada de los docentes.

Aunque hay un marco favorable para la adopción de la educación STEM en Medellín, la implementación plena aún no se alcanza en la mayoría de las instituciones, lo que dista aún con la expectativa generada previamente por Rendón (2023) en la que enuncia que la educación STEM es transformadora del panorama educativo de esta ciudad.

A propósito de la visibilidad de los PEI, aunque a la mayoría se puede acceder por internet, inquieta que por su naturaleza pública muchos no estén disponibles vía web. Esta falta de accesibilidad obstaculiza la difusión de un documento que comunica los propósitos formativos y estrategias educativas de la institución. Ahora, en lo que respecta a su actualidad, aunque la mayoría de las entidades revelan un esfuerzo por mantenerlos actualizados (Trujillo-Losada et al., 2019), de muchos hace falta su renovación y mención explícita de las características de una educación más cercana a las condiciones y requerimientos sociales actuales.

Estos hallazgos, relacionados con la gestión escolar, concuerdan con la necesidad de mejorar los canales de información y procesos de socialización del PEI, además de su actualización de manera coherente con la realidad de las instituciones (Cataño Zapata & Restrepo, 2019; Corporación Transparencia por Colombia, 2015). Al respecto, desde el 2022 la Secretaría de Educación del municipio habilita la Plataforma de Proyectos Educativos Institucionales, que busca, alojar y visibilizar los PEI de las instituciones oficiales, privadas y de cobertura de la ciudad. Sin embargo, solo se evidencia de esta propuesta el Formulario para carga de Proyectos Educativos Institucionales o sus anexos, pero no el acceso público a esta información, lo que dificulta el conocimiento actualizado y relacional sobre estos.

Lo anterior, evidencia la necesidad de que las instituciones de enseñanza hagan una recontextualización y reconceptualización de sus propuestas formativas, esto puede mejorar la accesibilidad a través de los medios digitales institucionales y contribuir a la comunicación y gestión educativa. Además, es preciso que los aspectos constitutivos de la institución, explícitos en los proyectos educativos, respondan a las condiciones, necesidades y retos educativos (Martínez

Ruiz, 2023), entre otros, con el desarrollo sostenible (García-Parra et al., 2022), ya que, “en el marco del compromiso ambiental, es fundamental reconocer la importancia de generar cambios en las comunidades académicas” (Plata Rangel et al., 2022, p. 7), la transformación tecnológica, la transición verde, la fragmentación geoeconómica, la incertidumbre económica y los cambios demográficos (World Economic Forum, 2025); no para incluir de manera explícita o forzada la educación STEM, sino para centrar el proceso formativo en el aprendizaje, en los estudiantes, en las habilidades que deben desarrollar para resolver los problemas actuales y futuros del contexto, para que sean ciudadanos que comprendan su entorno y lo transformen para el bien común.

En relación con las competencias que pretenden desarrollar las instituciones de enseñanza en sus estudiantes, las que menos se mencionan en los proyectos educativos son, de las genéricas o transversales, la resolución de conflictos y la comunicación en un segundo idioma, y, de las básicas, las matemáticas. Esto se alinea con el estudio de Guzmán Solano (2019), quien identificó una baja prioridad en estas competencias en comparación con otras áreas, evidenciando la necesidad de un mayor fortalecimiento de estas que son fundamentales para una educación STEM, que, entre otras razones, están relacionadas con la formación integral de los ciudadanos. Estos resultados son preocupantes, teniendo en cuenta el interés que tienen los países miembros de la OCDE, entre ellos Colombia, de evaluar las competencias: lectora, matemática y científica, a través de las pruebas PISA.

Por tanto, los hallazgos del estudio indican que aún falta mucho camino por recorrer en términos de formación en competencias, para que, entre otros, se obtengan mejores resultados en las pruebas de estado del último grado escolar (Saber 11) en las instituciones de enseñanza oficiales de Medellín. En estas, se espera que el promedio de los resultados de las competencias (lectura crítica, matemáticas, sociales y ciudadanas, ciencias naturales e inglés) sean superiores a 50 de 100 puntos posibles. Al respecto, según el ICFES (2024) el promedio más alto en Medellín es el de lectura crítica (con 55 y 53 puntos de las instituciones de enseñanza oficiales -urbanas y rurales-respectivamente) y en las más bajas son la de sociales y ciudadanas (con 49 puntos en las instituciones de enseñanza urbanas y 48 en las rurales) y la de ciencias naturales (con 49 puntos en las instituciones rurales). Por tanto, aunque sigue existiendo la intención de fomentar competencias básicas y genéricas asociadas a la educación STEM en las instituciones de enseñanza

de Medellín (Cano Vásquez & Ángel-Uribe, 2020) los diversos desafíos que enfrentan las instituciones para su implementación limitan el desarrollo de estas.

En cuanto a los modelos pedagógicos, las instituciones de enseñanza utilizan una variedad de enfoques entre los que predomina el constructivista y crítico social. No obstante, algunas no explicitan su modelo pedagógico, lo que indica, por una parte, que falta claridad sobre este o que presentan una propuesta propia, y, por otra parte, la oportunidad para desarrollar directrices más explícitas y coherentes que impulsen una educación pertinente para el contexto. Al respecto, Camino Herrera et al. (2024) subrayan que la claridad en los modelos pedagógicos es crucial para una implementación de la educación STEM y que la falta de especificidad puede conducir a inconsistencias en la educación impartida.

De acuerdo con lo anterior, investigaciones como la de López-Belmonte et al. (2022) mencionan que la apuesta pedagógica para la implementación de la educación STEM está influenciada por una diversidad de variables, que para el caso de las instituciones de enseñanza de Medellín se refieren a aspectos académicos, ligados al conocimiento y experiencia de los docentes en este enfoque y la relación con las apuestas institucionales declaradas en el modelo pedagógico y proyecto educativo.

En relación con las características con las que se identifica la educación STEM en el currículo, consistente con los hallazgos de Bautista et al. (2021), se encuentra que predominan la inclusión de las TIC y el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas. La menos mencionada es la formación integral, lo que evidencia una brecha entre la teoría y la práctica de la educación STEM que busca la articulación de las áreas para comprender las distintas dimensiones de un problema de la vida real.

Respecto a las metodologías y estrategias de aprendizaje utilizadas por las instituciones de enseñanza se destaca la mención a la colaboración entre los estudiantes en entornos de aprendizaje dinámicos y participativos, de las metodologías de aprendizaje activo y el trabajo en equipo, que, según Arteaga-Marín et al. (2022), son clave para la educación STEM. Esto lo respaldan Ramos-Lizcano et al. (2022) al reconocer que las estrategias de aprendizaje activo contribuyen al desarrollo de diversidad de competencias y habilidades, para lo cual es necesaria:

La integración de prácticas de enseñanza innovadoras y creativas, lo que es un reto, no menor, especialmente para docentes e instituciones educativas (IE) latinoamericanas, que, en

algunos casos, tienen recursos limitados, brechas digitales, enfoques altamente normativos y una formación basada en contenidos. (p. 352)

Adicionalmente, queda en evidencia el esfuerzo de las instituciones de enseñanza por la implementación de actividades basadas en proyectos y problemas; sin embargo, no fue posible dilucidar, de manera explícita, la implementación de la enseñanza STEM (Bertrand & Namukasa, 2023; Vu et al., 2023), lo cual sugiere la necesidad de que las instituciones de enseñanza expresen en sus proyectos educativos, con mayor detalle y de manera explícita, sus apuestas metodológicas. Esta es otra oportunidad para declarar y proyectar unas propuestas formativas con enfoques más cercanos a las realidades y necesidades del siglo XXI.

Por otra parte, el trabajo interdisciplinar, entre áreas de conocimiento, es escaso en la mayoría de las instituciones de enseñanza. Resulta contradictoria la ausencia de evidencias sobre iniciativas de trabajo entre docentes como oportunidad para una formación integral de los estudiantes; este aún se evidencia fragmentado entre áreas. Lo anterior, concuerda con que la falta de trabajo interdisciplinar es una de las oportunidades de mejora (Margot & Kettler, 2019), dado que su ausencia limita el potencial de los estudiantes para abordar problemas de manera holística. En este sentido, Marín-Ríos et al. (2023) destacan la importancia de la interdisciplinariedad en el diseño de experiencias de aula, aunque son conscientes de los desafíos para su consecución, tales como lo que se mencionaron en el presente estudio. Al respecto, Méndez-Parra y Conde-Carmona (2025) plantean que “la interdisciplinariedad presentó desafíos en términos de la complejidad percibida por algunos estudiantes y la frustración ante esta forma de trabajo. Esto resalta la necesidad de ofrecer adecuada orientación docente para aprovechar los beneficios del enfoque STEAM” (p. 85).

Aunque la educación STEM no es nueva y existen múltiples experiencias documentadas que evidencian su implementación; para Wan et al. (2023) está aún en una etapa embrionaria, con un fundamento epistémico en permanente discusión y desarrollo. En este sentido, para Bogdan Toma y García-Carmona (2021) existe el riesgo de que “STEM no sea más que un mero posicionamiento ideológico para hacer referencia a una educación científico-tecnológica supuestamente adaptada a los nuevos tiempos” (p. 75). Por tanto, resulta esencial que las instituciones que lo trabajan lo declaren en sus documentos rectores de manera explícita, no solo aspiracional, y que esto se traduzca en definiciones operativas y observables en la práctica para

visibilizar las posturas y alcances de estas apuestas en favor de la formación de los ciudadanos del mañana.

Además, en el marco de la declaratoria de Medellín como Territorio STEM es necesario que estudios como el presente hagan lectura de las evidencias que lo soportan como un enfoque educativo al que le apuesta el gobierno local, regional y nacional (Colombia Aprende, 2025; Secretaría de Educación de Medellín, 2026; Telesantioquia, 2024). Adicionalmente, el aporte con base documental del estudio, sobre los atributos STEM que aparecen con mayor y menor explicitación en los PEI, ofrece insumos concretos para procesos de actualización institucional.

Conclusiones y recomendaciones

En Medellín, aunque se evidencia un panorama positivo por la aproximación de las instituciones a la educación STEM, hay asuntos por mejorar; el estudio revela que la implementación plena aún no es una realidad. En la mayoría de las instituciones se avizoran características relacionadas con esta, y en otras no se conocen sus posturas y propuestas formativas. Esto evidencia la necesidad de un ritmo propio en la integración de este enfoque para su apropiación en las instituciones de enseñanza de acuerdo con sus desafíos contextuales.

Esta explicitación curricular y pedagógica heterogénea o inexistente dificulta reconocer las apuestas y posturas institucionales sobre el enfoque. Esto presenta retos para continuar con la implementación y práctica de la educación STEM de la ciudad; por tanto, se sugiere que los proyectos educativos sean más coherentes con las apuestas de ciudad, sus prácticas con lo que declaran en estos y a su vez con las realidades y demandas del entorno. Lo que declaran las instituciones en los PEI son un insumo muy valioso para orientar la gestión educativa y la toma de decisiones institucionales.

De manera similar, la falta de información explícita sobre el modelo pedagógico en los proyectos educativos institucionales limita la comprensión de los fundamentos teóricos que sustentan las prácticas educativas. Asimismo, que la mayoría de los PEI carezcan de una renovación reciente, de menos de 5 años, restringe su capacidad para responder a las demandas actuales y a los retos asociados a la integración del enfoque STEM. Al respecto, se recomienda incorporar en las instituciones prácticas periódicas de reflexión teórica y de lectura del contexto

que permita avizorar la proyección institucional; igualmente mantener actualizadas las apuestas pedagógicas, de tal manera que la actualización del PEI deje de ser una tarea puntual para convertirse en parte de la autoevaluación permanente de la organización educativa.

Ahora, en relación con los aportes al campo de conocimiento, el estudio revela una concentración de instituciones con implementación STEM parcial o total en zonas periféricas y centro-orientales de Medellín, caracterizadas por estratos socioeconómicos medio-bajos con significativos retos sociales y económicos. Esto reitera la pertinencia de la educación STEM al vincularla directamente con las necesidades específicas de contextos socioeconómicos desafiantes para, por una parte, analizar las políticas y programas STEM desde una perspectiva contextualizada, y, por otra, brindar mejores oportunidades de desarrollo social y económico, reducir la brecha digital y fortalecer habilidades del siglo XXI en poblaciones vulnerables.

En este sentido, se invita a las instituciones educativas a fortalecer las alianzas con la comunidad general, las familias y acudientes de los estudiantes, con la empresa e instituciones de diversos niveles educativos. Esto permitirá conectar lo que se aprende en la escuela con los desafíos del mundo real y con prácticas contextualizadas, vivenciales, experienciales e interdisciplinarias. Lo anterior, además de generar sinergias, permite que la educación sea pertinente y responsa a las realidades glocles.

En cuanto a las apuestas educativas, se evidencia la necesidad de realizar ajustes institucionales y desarrollar competencias asociadas al enfoque. De acuerdo con lo anterior, se sugiere explicitar los modelos pedagógicos en los que se basa la formación en las instituciones de enseñanza para evitar inconsistencias o ambigüedades en la práctica.

Al respecto, como referente para aquellas que se encuentran en el proceso de actualización, la investigación identifica como predominantes, para la educación STEM, los enfoques pedagógicos constructivistas y crítico sociales. Además, de que todas las metodologías de aprendizaje activo son pertinentes en función del propósito formativo y tipo de actividades de aprendizaje a las que le apuesta la institución. También, se propone el manifestar en los documentos rectores, el beneficio de la colaboración entre los docentes, dado que promueve una formación integral, y la capacidad institucional para abordar problemas reales de manera holística.

Se concluye que, para la toma de decisiones educativas, en los niveles meso y micro curricular, es necesario reconocer las directrices que las soportan en el proyecto educativo,

entendiendo este como la carta de navegación que tiene toda la comunidad académica de la institución de enseñanza. En este sentido, la identificación de la integración en el currículo de la educación STEM sigue siendo una labor permanente, dado que las dinámicas, valga la redundancia, siempre cambiantes de las instituciones, así lo requieren.

Limitaciones

Sobre las limitaciones del estudio, se encuentra la imposibilidad de acceder a la totalidad de los PEI de las instituciones de enseñanza en las páginas web o desde la plataforma de la Secretaría de Educación que los sistematiza, lo que impide hacer una lectura de las apuestas formativas y estrategias educativas de todas las instituciones que se encuentran en el nivel de inmersión parcial y total de la educación STEM. Además, aunque se evidencian apuestas institucionales que promueven el aprendizaje interdisciplinario y la integración curricular, la falta de un modelo pedagógico específico para la educación STEM genera variabilidad en su implementación los que posteriormente dificulta la identificación de prácticas afines y la replicabilidad de estas.

De acuerdo con lo anterior, se recomienda, a futuras investigaciones, que se centren en la identificación de las barreras que enfrentan las instituciones de enseñanza en la implementación de la educación STEM y cómo las enfrentan. Además, si bien el estudio ofrece una visión del estado actual de la integración STEM desde los PEI de las instituciones de enseñanza de Medellín, no profundiza en los procesos de implementación o en los resultados de las iniciativas identificadas, porque el tipo de documentos consultados no tiene ese propósito. Por tanto, futuros estudios pueden enfocarse en casos concretos que exploren en detalle cómo las instituciones de enseñanza llevan a la práctica la integración STEM y en los impactos en el aprendizaje de los estudiantes.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de la Convocatoria Conjunta de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) de la Agenda Regional de I+D+i de las universidades del G8+1 (Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad Nacional de Colombia Seccional Medellín,

Universidad EIA, Universidad EAFIT, Universidad de Medellín, Universidad de Antioquia, Universidad CES, Institución Universitaria ITM y Corporación Universitaria Lasallista) y así como de la Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) por ofrecer apoyo financiero o en especie para esta investigación.

Referencias

- Abanoz, T., & Yabaş, D. (2023). My world of machines: An integrated STEM education curriculum for early childhood teachers [Mi mundo de las máquinas: Un currículo integrado de educación STEM para maestros de educación infantil]. *European Early Childhood Education Research Journal*, 31(3), 470-487. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2022.2127822>
- Alcocer Tocora, M., & Hernández Hernández, C. (2020). Investigación en enseñanza de las ciencias en Colombia: estudio desde sus cosificaciones. *Educación y Educadores*, 23(1), 47-68. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.1.3>
- Alonso Yanez, G., Thumlert, K., de Castell, S., & Jenson, J. (2019). Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education [Caminos hacia futuros sostenibles: Un modelo de “pedagogía de la producción” para la enseñanza de STEM]. *Futures*, 108, 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.02.021>
- Alves, A. R., Pires, P., Filipe, J., Conceição, T., & Baptista, M. (2026). Design thinking applied to I-STEM education as a trigger for developing creativity: A prototype for monitoring indoor air quality [El pensamiento de diseño aplicado a la educación I-STEM como catalizador para el desarrollo de la creatividad: un prototipo para el monitoreo de la calidad del aire interior]. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10798-026-10094-7>
- Ángel-Uribe, I. C., Cano-Vásquez, L. M., & López-Molina, G. (2024). Characteristics of educational experiences in STEM education in Medellín [Características de las experiencias educativas en la enseñanza de STEM en Medellín]. *Journal of Technology and Science Education*, 14(4), 1073-1098. <https://doi.org/10.3926/jotse.2199>
- Angrist, N. & Dercon, S. (2024). *Understanding gaps between policy and practice. Working Paper*

- [Comprender las brechas entre la política y la práctica. Documento de trabajo]. What Works Hub for Global Education. https://doi.org/10.35489/BSG-WhatWorksHubforGlobalEducation-WP_2024/004
- Arizona STEM Network. (2017). *The STEM Immersion Guide [La guía de inmersión STEM]*. Science Foundation Arizona. <https://csaa.wested.org/resource/stem-immersion-guide/>
- Arteaga-Marín, M., Sánchez-Rodríguez, A., Olivares-Carrillo, P., & Maurandi-López, A. (2022). Revisión sistemática y propuesta para la implementación de metodologías activas en la educación STEM. *Revista Educateconciencia*, 30(36), 1-43. <https://doi.org/10.58299/ex92v043>
- Bautista, A., Espitia, E., & Acero, W. (2021). *Implementación del “RED-CieNal”, para fortalecer las competencias científicas en los estudiantes de grado Undécimo jornada tarde de la I.E Municipal Nacional de Pitalito* [Trabajo de grado de maestría, Universidad de Cartagena]. Repositorio digital institucional. <https://hdl.handle.net/11227/14606>
- Bernete, F. (2013). Análisis de contenido. En A. L. Marín & A. Noboa (Coords.), *Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos* (pp. 193-233). Editorial Fragua.
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2023). A pedagogical model for STEAM education [Un modelo pedagógico para la educación STEAM]. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 16(2), 169-191. <https://doi.org/10.1108/JRIT-12-2021-0081>
- Bogdan Toma, R., & García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Camino Herrera, C., Andrade Muñoz, J., Rivera Cano, K., & Sánchez Valtierra, J. (2024). Implementación de estrategias pedagógicas efectivas para desarrollar habilidades técnicas en el contexto de la metodología STEM en matemáticas en estudiantes de la Unidad Educativa Julio Jaramillo. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), artículo e246. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)246](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)246)
- Cano Vásquez, L. M., Montes Bermúdez, D., & Díaz Arango, V. (2021). Experiencias STEM+H en instituciones educativas de Medellín: factores que prevalecen en su implementación. *Sociología y Tecnociencia*, 11(Extra_1), 1-22. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/48528>

- Cano Vásquez, L. M., & Ángel-Urbe, 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*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <http://doi.org/10.18566/978-958-764-837-9>
- Casey, E., Jocz, J., Peterson, K., Pfeif, D., & Soden, C. (2023). Motivating youth to learn STEM through a gender inclusive digital forensic science programe [Motivar a los jóvenes a aprender STEM a través de un programa de ciencias forenses digitales inclusivo en cuanto al género]. *Smart Learning Environments*, 10(2). <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00213-x>
- Castro Inostroza, A., Iturbe Sarunic, C., Jiménez Villarroel, R., & Silva Hormázabal, M. (2020). ¿Educación STEM o en humanidades? Una reflexión en torno a la formación integral del ciudadano del siglo XXI. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(9), 7-20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4110904>
- Cataño Zapata, E. M., & Restrepo, M. A. (2019). *Fortalecimiento de la gestión escolar: diseño e implementación de una propuesta de intervención para la actualización del Proyecto Educativo Institucional – PEI – de la Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación del municipio de Medellín* [Trabajo de grado de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio digital institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4790>
- CEPAL. (2020). *Educación, juventud y trabajo: Habilidades y competencias necesarias en un contexto cambiante*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5325a83d-7df8-414f-9d05-502cf2c9bc4e/content>
- Colombia Aprende. (2022). *Planeación Educativa, Integración Curricular y Enfoque STEM+*. <https://www.colombiaaprende.edu.co/comunidad-de-aprendizaje-evaluar-para-avanzar/planeacion-educativa-integracion-curricular-y-enfoque>
- Colombia Aprende. (2025). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*. <https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemcolombia>
- Congreso de la República de Colombia. (2014, 6 de marzo). *Ley 1712*, por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se

- dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 49.084.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882>
- Corporación Transparencia por Colombia. (2015). *Índice de transparencia de las instituciones educativas del distrito*. ITIED.
https://transparenciacolombia.org.co/Documentos/Publicaciones/indice-transparencia/Indice_de_Transparencia_de_las_Instituciones_Educativas_del_Distrito.pdf
- Correa Mosquera, D., & Pérez Piñón, F. (2022). Los modelos pedagógicos: trayectos históricos. *Debates por la Historia*, 10(2), 125-154. <https://doi.org/10.54167/debates-por-la-historia.v10i2.860>
- Craig, C., Petrun Sayers, E., Gilbertz, S. & Karabas, I. (2022). The development and evaluation of interdisciplinary STEM, sustainability, and management curriculum [El desarrollo y la evaluación de planes de estudio interdisciplinarios de STEM, sostenibilidad y gestión]. *International Journal of Management Education*, 20(2), 1-39.
<https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100652>
- Cubillos Cabrera, P., & Romero Tijó, N. (2021). *Implementación del enfoque educativo STEM: una mirada desde la organización escolar* [Tesis de maestría, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio digital institucional.
<https://repository.uniminuto.edu/items/cb5a248d-3694-4964-8edf-0258ecd08750>
- DANE. (2025). *Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliarios*.
<https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/estratificacion-socioeconomica>
- Deák, C., Kumar, B., Szabó, I., Nagy, G., & Szentesi, S. (2021). Evolution of new approaches in pedagogy and STEM with inquiry-based learning and post-pandemic scenarios [Evolución de nuevos enfoques en pedagogía y STEM con aprendizaje basado en la indagación y escenarios pospandémicos]. *Educational Sciences*, 11(7), article 319.
<https://doi.org/10.3390/educsci11070319>
- Fusch, P., Fusch, G. E., & Ness, L. R. (2018). Denzin's Paradigm Shift: Revisiting Triangulation in Qualitative Research [El cambio de paradigma de Denzin: una revisión de la triangulación en la investigación cualitativa]. *Journal of Social Change*, 10(1), 19-32.

<https://doi.org/10.5590/JOSC.2018.10.1.02>

García-Parra, M., de la Barrera, F., Plazas-Leguizamón, N., Colmenares-Cruz, A., Cancimance, A., & Soler-Fonseca, D. (2022). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en América: Panorama. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 36(2), 45-59.
<https://doi.org/10.17163/lgr.n36.2022.04>

Guzmán Solano, L. (2019). Competencias matemáticas: Creencias y sus implicaciones en el diseño curricular. *Revista Neuronum*, 5(1), 7-28.
<http://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/164>

ICFES. (2024). *Reporte de resultados del examen Saber 11° por aplicación 2024-3. Establecimientos Educativos. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES.*
<https://resultados.icfes.edu.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/consultaAgregadosEstablecimiento.jsf#No-back-button>

Ladachart, L., Radchanet, V., Phornprasert, W., & Phothong, W. (2023). Eighth-grade students' content learning and STEM identity as a result of design-based learning [El aprendizaje de contenidos y la identidad STEM de los estudiantes de octavo grado como resultado del aprendizaje basado en el diseño]. *International Journal of Educational Reform*, 34(3), 559-578. <https://doi.org/10.1177/10567879231153626>

López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero, A., & Parra-González, M. (2022). Comparative analysis between a STEM-based learning process and traditional teaching [Análisis comparativo entre un proceso de aprendizaje basado en STEM y la enseñanza tradicional]. *South African Journal of Education*, 42, 1-10.
<https://doi.org/10.15700/saje.v42ns1a2057>

Magaña Medina, D. E., Hernández-Mena, V., Aguilar Morales, N., & Sánchez Escobedo, P. A. (2023). Apoyo de pares y expectativas de resultado en STEM: desarrollo y validación de un instrumento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25, 1-12.
<https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e06.4274>

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review [Percepción de los docentes sobre la integración y la educación STEM: una revisión sistemática de la literatura]. *International Journal of STEM Education*,

- 6(2), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Marín-Ríos, A., Cano-Villa, J., & Mazo-Castañeda, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista científica*, 47(2), 55-70. <https://doi.org/10.14483/23448350.20473>
- Martínez Ruiz, J. A. (2023). Situación actual, características e importancia de la educación emocional postpandemia. Análisis de su relevancia dentro de los proyectos educativos institucionales en la localidad de Suba. *Ciencia Latina: Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 4825-4858. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5688
- MEN & Parque Explora. (2022). *Visión STEM+. Educación expandida para la vida 2021*. MEN. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf
- Méndez-Parra, C., & Conde-Carmona, R. J. (2025, enero-abril). Integración del enfoque STEAM y la realidad aumentada en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (74), 69-92. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n74a4>
- Molina Molina, G. A. (2021). *Apropiación del enfoque educativo STEM y su relación con la filosofía escolar en Medellín: ciudad del aprendizaje* [Trabajo de grado de maestría, Universidad de Antioquia]. Repositorio digital institucional. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/26020>
- Mova & Alcaldía de Medellín. (2020). *Marco Ser+STEM. Estamos transformando la educación en Medellín*. Alcaldía de Medellín
- O'Dwyer, A., Hourigan, M., Leavy, A. M., & Corry, E. (2023). 'I Have Seen STEM in Action and It's Quite Do-able!' The Impact of an Extended Professional Development Model on Teacher Efficacy in Primary STEM Education [He visto la STEM en acción y es totalmente factible' El impacto de un modelo de desarrollo profesional extendido en la eficacia docente en la enseñanza primaria de STEM]. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(Suppl 1), 131-157. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10361-2>
- Petrun Sayers, E., Craig, C., Gilbertz, S., Feng, S., Karam, R., & Bohman, A. (2020). Advancing STEM-Based Business Sustainability: Mending the Curricular Gap [Impulsando la sostenibilidad empresarial basada en STEM: Cerrando la brecha curricular]. *Management*

- Teaching Review*, 5(1) 82-93. <https://doi.org/10.1177/2379298119852313>
- Plata Rangel, Á. M., Holguín Aguirre, M. T., Saénz Zapata, O., & Callejas Restrepo, M. M. (2022). Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible: aportes de las instituciones de educación superior en la dimensión ambiental. *Educación y Educadores*, 25(2). <https://doi.org/10.5294/edu.2022.25.2.4>
- Ramos-Lizcano, C., Ángel-Urbe, I. C., López-Molina, G., & Cano-Ruiz, Y. M. (2022). Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. *Revista Científica*, 45(3), 345-357. <https://doi.org/10.14483/23448350.19298>
- Presidencia de la República de Colombia. (2015, 26 de mayo). *Decreto 1075 - Único Reglamentario del Sector Educación*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77913>
- Rendón, E. (2023). *El sistema educativo de Medellín se afianza como líder nacional en el enfoque formativo Ser + STEM gracias al aula móvil interactiva*. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/el-sistema-educativo-de-medellin-se-afianza-como-lider-nacional-en-el-enfoque-formativo-ser-stem-gracias-al-aula-movil-interactiva/>
- Rodríguez, A. (2021). How to Avoid Seven Common (but Seldom Discussed) STEM Curriculum Pitfalls: Making STEM More Culturally and Socially Relevant [Cómo evitar siete errores comunes (pero poco comentados) en los planes de estudio de STEM: cómo hacer que STEM sea más relevante cultural y socialmente]. *Multicultural Perspectives*, 23(4), 224-231. <https://doi.org/10.1080/15210960.2021.1979402>
- Rojas Crotte, I. R. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de Educar*, 12(24), 277-297. <http://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
- Said, Z., Mansour, N., & Abu-Tineh, A. (2023). Integrating technology pedagogy and content knowledge in Qatar's preparatory and secondary schools: The perceptions and practices of STEM teachers [Integración de la pedagogía tecnológica y el conocimiento de contenidos en las escuelas preparatorias y secundarias de Qatar: Percepciones y prácticas de los docentes de STEM]. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2271. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13188>

- Scholkmann, A., Stegeager, N., & Miller, R. (2023). Integrating the Integration: The Role and Challenges of Problem-Based Learning in Bringing Together Social Science and Humanities (SSH) and Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) [Integrando la integración: el papel y los desafíos del aprendizaje basado en problemas para unir las ciencias sociales y las humanidades (CSH) con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM)]. *Journal of Problem-Based Learning in Higher Education*, 11(1), 98-123. <https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v11i1.7371>
- Secretaría de Educación. (2022). *Con nueva plataforma de la Alcaldía de Medellín 675 establecimientos escolares han digitalizado sus Proyectos Educativos Institucionales*. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/con-nueva-plataforma-de-la-alcaldia-de-medellin-675-establecimientos-escolares-han-digitalizado-sus-proyectos-educativos-institucionales/>
- Secretaría de Educación de Medellín. (2026). *Programa Ser + STEM de la Secretaría de Educación*. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-de-educacion/estudiantes/unidad-media-tecnica/ser-stem/>
- Siemens Fundación. (2019). *Fundación Siemens en Medellín y Antioquia. Medellín un territorio comprometido con la educación en STEM*. <https://fundacionsiemens.co/wp-content/uploads/2019/07/FSC-en-medell%C3%ADn-Final.pdf>
- Siemens Stiftung. (2025). *¿Qué son los Territorios STEM+?* <https://test.educacion.stem.siemens-stiftung.org/que-son-losterritorios-stem/>
- Teleantioquia. (2024, 25 de noviembre). *Declaran a Antioquia 'Territorio STEM+' por apostarle a la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas*. <https://www.teleantioquia.co/noticias/declaran-a-antioquia-territorio-stem-por-apostar-le-a-la-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-314332>
- Trujillo-Losada, M., Hurtado-Zúñiga, M., & Pérez-Paredes, M. (2019). Fortalecimiento de los proyectos educativos de las instituciones educativas oficiales del municipio de Santiago de Cali. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9(2), 319-331. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9177>
- UNESCO. (2022). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*. Comisión Internacional sobre los Futuros de la educación.

- <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381560.locale=es>
- Vilugrón, D. (2021). *Metodologías activas de aprendizaje: desarrollo constructivo de la educación centrada en el estudiante*. Universidad Católica de la Santísima Concepción. <https://ucsc.cl/medios-ucsc/noticias/metodologias-activas-de-aprendizaje-desarrollo-constructivo-de-la-educacion-centrada-en-el-estudiante/>
- Wan, Z. H., English, L., So, W. W. M., & Skilling, K. (2023). STEM Integration in Primary Schools: Theory, Implementation and Impact [Integración STEM en las escuelas primarias: teoría, implementación e impacto]. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(Suppl 1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10401-x>
- World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025 [Informe sobre el futuro del empleo 2025]*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
- Vu, T. H., Le, H. C., Nguyen, V. H., & Bui, M. H. (2023). Teaching science using argumentation-supported 5E-STEM, 5E-STEM, and conventional didactic methods: Differences in the learning outcomes of middle school students [Enseñanza de ciencias utilizando 5E-STEM con apoyo argumentativo, 5E-STEM y métodos didácticos convencionales: diferencias en los resultados de aprendizaje de estudiantes de secundaria]. *Education Sciences*, 13(3), article 247. <https://doi.org/10.3390/educsci13030247>
- Yıldız Durak, H., Atman Uslu, N., Canbazoglu Bilici, S., & Güler, B. (2022). Examining the predictors of TPACK for integrated STEM: Science teaching self-efficacy, computational thinking, and design thinking [Análisis de los predictores de TPACK para el STEM integrado: autoeficacia en la enseñanza de las ciencias, pensamiento computacional y pensamiento de diseño]. *Education and Information Technologies*, 28(1), 7927-7954. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-1150577>
- Zhong, B., Liu, X., Xia, L., & Sun, W. (2022). A Propose Taxonomy of Teaching Models in STEM Education: Robotics as an Example [Una taxonomía propuesta de modelos de enseñanza en la educación STEM: la robótica como ejemplo]. *Sage Open*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/21582440221099525>