



Tendencias teóricas y metodológicas relacionadas con el enfoque STEM en contextos rurales

<https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.13027>

Angela-María Castaño-Galvis

Doctoranda en Educación Universidad de San Buenaventura, Cali, Colombia

Gilbert-Andrés Cruz-Rojas

Universidad del Valle, Cali, Colombia

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una revisión documental que tiene por objetivo analizar las tendencias teóricas y metodológicas actuales relacionadas con el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en contextos rurales. La revisión se realizó en tres fases: clasificación, selección y análisis, las cuales permitieron analizar 50 artículos científicos registrados en Google Académico y publicados entre 2019 y 2024. Los principales hallazgos evidencian que, 1) la interdisciplinariedad del enfoque STEM integra disciplinas científicas desde una perspectiva constructivista para el desarrollo de competencias en los estudiantes; 2) que su implementación en contextos rurales se sustenta en metodologías cualitativas y activas que reconocen las dinámicas locales, promoviendo enfoques pedagógicos flexibles y contextualizados; y 3) aunque se reportan mejoras en la motivación y el rendimiento estudiantil, persisten desafíos asociados a la formación docente, la disponibilidad de recursos y la ausencia de políticas sostenibles que respalden su continuidad.

Theoretical and methodological trends related to the STEM approach in rural context

Abstract

This article presents the results of a documentary review aimed at analyzing current theoretical and methodological trends related to the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach in rural contexts. The review was carried out in three phases: classification, selection, and analysis, which allowed us to analyze 50 scientific articles indexed in Google Scholar, published between 2019 and 2024. The main findings show: 1) the interdisciplinary nature of the STEM approach integrates scientific disciplines from a constructivist perspective for the development of competencies in students; 2) that its implementation in rural contexts is based on qualitative and active methodologies that recognize local dynamics, promoting flexible and contextualized pedagogical approaches; and 3) although improvements in student motivation and performance are reported, challenges associated with teacher training, resource availability, and the absence of sustainable policies to support its continuity persist.

Palabras clave

STEM; ruralidad; interdisciplinariedad; educación.

Registro

Artículo de revisión

Recibido: 30/08/2025

Aceptado: 30/11/2025

Publicado: 05/01/2026

Keywords

STEM; rurality; interdisciplinarity; education.

License



Cómo citar este artículo

CASTAÑO-GALVIS, Angela-María; CRUZ-ROJAS, Gilbert-Andrés. Tendencias teóricas y metodológicas relacionadas con el enfoque STEM en contextos rurales. En: Entramado. Enero - junio, 2026. vol. 22, no. 1. p. 1-16. e-13027
<https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.13027>

1. Introducción

El presente artículo tiene como objetivo analizar las tendencias teóricas y metodológicas relacionadas con el enfoque STEM en contextos rurales, se pretende identificar bases conceptuales, estrategias didácticas implementadas y destacar las tensiones que emergen en el contexto rural. Dado lo anterior, se busca identificar los principales referentes teóricos que presentan los estudios revisados, caracterizar las propuestas metodológicas y analizar los resultados, lo que permite comprender el alcance del enfoque STEM en un contexto particular como el rural.

Ahora bien, discutir sobre el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), ha sido un tema relevante en la literatura académica, desde su fundamentación teórica como en la implementación en distintos contextos educativos ([Perales y Aguilera, 2020](#); [Molina, 2023](#); [Marín-Ríos, Cano-Villa y Mazo-Castañeda, 2023](#)). Este enfoque tiene como referente los principios constructivistas y las metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica ([Bybee, 2010](#); [Ferrada et al., 2020](#); [Ramos-Lizcano et al., 2022](#); [Ferrada y Diaz-Levicoy, 2025](#)), lo cual resalta el carácter interdisciplinario del enfoque desde su capacidad para conectar los contenidos escolares con los problemas del entorno real ([Castro-Inostroza, Jiménez-Villarroel y Medina-Paredes, 2021](#); [Ángel-Uribe et al., 2024](#)).

Es por esto que, en entornos rurales la implementación del enfoque STEM se presenta como una estrategia que permite relacionar los aprendizajes con problemas reales promoviendo una educación contextualizada ([Perales y Aguilera, 2020](#); [Bowen et al., 2021](#); [Nixon et al., 2021](#)). En los contextos rurales también persisten las brechas educativas asociadas a la escasez de recursos tecnológicos, la formación docente especializada y la desigualdad en el acceso a oportunidades ([Guardia, 2021](#)). Y, aunque en países como Colombia existen iniciativas para minimizar la brecha educativa en la ruralidad como la Ruta STEM del Ministerio de Educación Nacional ([MEN, 2022](#)) y Colombia Programa del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia ([MinTIC, s.f.](#)), los desafíos para su implementación siguen vigentes ([Ramírez, Velásquez y Arroyave, 2024](#)), lo que hace necesario transformar las prácticas de enseñanza mediante propuestas flexibles y contextualizadas como el enfoque STEM, reconociendo su potencial interdisciplinario, al promover aprendizajes que articulan la escuela con la vida cotidiana y fomentan el desarrollo integral de los estudiantes ([Sánchez y Rodelo, 2021](#); [Ramírez, Jurado y Ávila, 2020](#); [Ángel-Uribe et al., 2024](#)).

En relación con lo anterior, este artículo de revisión documental, presenta el análisis de 50 artículos científicos publicados entre 2019 y 2024. Para el análisis se establecieron tres preguntas de indagación, 1) ¿cuáles son los aspectos teóricos del enfoque STEM que se destacan en los estudios? 2) ¿Qué metodologías se emplean para su implementación en contextos rurales? Y 3) ¿Cuáles son los principales resultados y proyecciones de la aplicación del enfoque STEM en contextos rurales? Esto para identificar las principales tendencias teóricas y metodológicas que orientan el enfoque STEM en la ruralidad, reconociendo tanto su potencial como sus desafíos.

2. Metodología

Recopilar, analizar e interpretar documentos, permite responder preguntas relevantes de investigación orientadas a profundizar el conocimiento de un tema ([Cruz-Rojas, 2021](#)), en este caso, permite revisar las tendencias teóricas y metodológicas relacionadas con el enfoque STEM en contextos rurales. A este propósito, el enfoque metodológico corresponde a una revisión documental de enfoque cualitativo que se guía por conceptos, desde este enfoque, el análisis cualitativo integra procedimientos sistemáticos de organización y clasificación del material con un trabajo interpretativo orientado a captar significados implícitos, esta articulación entre un registro riguroso y un análisis reflexivo permite reconocer patrones, profundizar la comprensión del fenómeno y sostener interpretaciones coherentes y fundamentadas dentro del marco conceptual del estudio ([Gibbs, 2013](#)). De igual modo, la revisión documental será guiada por fases de clasificación, selección y análisis, las cuales permiten organizar de manera sistemática el proceso

de revisión y asegurar la coherencia entre los objetivos del estudio y el tratamiento de los datos, la revisión por fases permite identificar hallazgos relevantes y dar respuesta al objetivo del estudio ([Creswel, 2009](#)).

A lo anterior, la revisión documental es una técnica de investigación que implica el uso sistemático de datos existentes ([García, 2015](#)), esto permite organizar, clasificar e interpretar literatura académica desde el análisis y la interpretación. Por lo tanto, la metodología seleccionada responde a la revisión cualitativa de los datos presentados en textos académicos y da respuesta al objetivo del estudio que se enfoca en comprender enfoques conceptuales y metodológicos ([Gibbs, 2013; Camargo, 2021](#)), considerando que dicho objetivo no es medir variables, sino identificar enfoques teóricos, estrategias metodológicas y tendencias investigativas sobre la implementación del enfoque STEM en contextos rurales.

Para el desarrollo de este proceso se seleccionaron artículos científicos disponibles en Google Académico, estructurando la revisión en tres fases: clasificación, selección y análisis, orientadas a identificar hallazgos relevantes y dar respuesta al objetivo de este artículo de revisión documental ([Creswel, 2009; Martínez-Corona, Palacios y Oliva, 2023](#)).

En la fase de clasificación se organizaron todos los documentos disponibles con el propósito de construir una base que permitiera reconocer la diversidad de recursos y su posible valor para el estudio ([Trouche et al., 2020](#)), en la fase de selección se definen criterios de pertinencia y relevancia siguiendo los objetivos de la investigación ([Gueudet y Trouche, 2009](#)) y en la fase de análisis se realiza la interpretación y articulación teórica de los documentos seleccionados a partir de las categorías de análisis ([Trgalová et al., 2019](#)). (ver [Figura 1](#)).



Figura 1. Desarrollo metodológico de la revisión documental.

Nota: elaboración propia

Fase de clasificación

La fase de clasificación se realizó mediante una búsqueda avanzada en Google académico utilizando una combinación de palabras clave en el motor de búsqueda con operadores de inclusión (“+”) para combinar los descriptores, por ejemplo, +“Enfoque STEM” +educación, +“educación rural” +“enseñanza de las matemáticas”, además, se aplicaron filtros de rango de tiempo (2019 al 2024), tipo de documento (artículos de investigación), idioma (español e inglés) y estado de la publicación (Publicados). Como resultado de este proceso se identificaron inicialmente 94 artículos, los cuales fueron registrados en una base de datos en Excel, consignando información relativa a título, año de publicación, palabras clave, sitio de publicación y resumen.

Fase de selección

En esta fase de clasificación se tuvieron en cuenta 94 artículos de investigación, para los cuales se establecieron criterios de inclusión y exclusión que se presentan en la [Tabla 1](#), esto permitió destacar 50 artículos de investigación, en coherencia con la pertinencia temática, calidad académica y relevancia metodológica del conjunto de datos para el análisis.

Los criterios de inclusión permitieron delimitar estudios centrados en el enfoque STEM en contextos educativos rurales, publicados entre 2019 y 2024, con acceso a texto completo, desarrollos teóricos y

metodológicos claros, y publicados en revistas indexadas. Tras aplicar los criterios de inclusión a los 94 artículos que hacían parte de la base de datos inicial, se obtuvo una base preliminar conformada por 50 artículos, con los cuales se avanza a la fase de análisis.

Tabla 1.

Criterios de inclusión y exclusión de artículos

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Publicaciones entre 2019 y 2024	
Artículos científicos disponibles en texto completo	Artículos sin acceso al texto completo o con resúmenes insuficientes
Estudios que abordan explícitamente el enfoque STEM en contextos educativos	Estudios que tratan el enfoque STEM en contextos no educativos (industria, salud, etc.)
Investigaciones enfocadas a contextos educativos rurales.	Investigaciones dirigidas a la productividad y el emprendimiento social
Documentos que desarrollan aspectos teóricos y/o metodológicos del enfoque STEM	Artículos con referencias superficiales al enfoque STEM o sin desarrollo conceptual
Artículos de investigación publicados en revistas indexadas	Tesis (Pregrado, Maestría)
Estudios empíricos o revisiones con sustento metodológico claro	Publicaciones sin rigurosidad metodológica o con datos poco verificables
Publicaciones en español o inglés	Publicaciones en otros idiomas sin traducción disponible

Nota: elaboración propia.

Fase de análisis

El análisis se fundamenta en los planteamientos de [Gibbs \(2013\)](#), quien presenta la codificación cualitativa como un proceso sistemático de organización e interpretación de datos a partir de unidades de significado, esta articulación entre ordenamiento riguroso y reflexión analítica permite reconocer patrones, profundizar la comprensión del fenómeno y sostener interpretaciones coherentes y fundamentadas dentro del marco conceptual del estudio. Y lo propuesto por [Radford \(2008\)](#) y [Camargo \(2021\)](#), quienes destacan la importancia de la interpretación contextual y la construcción reflexiva del conocimiento en el análisis cualitativo.

Así, en la fase de análisis se realizó la revisión de la base de datos inicial realizando una lectura exploratoria de los textos para aplicar los criterios de exclusión cualitativa, esto asegura una coherencia temática, rigor metodológico y garantiza el aporte teórico de cada estudio. En esta etapa se excluyeron los siguientes artículos.

Artículos sin acceso al texto completo o con resúmenes insuficientes (5 artículos), estudios que abordaban el enfoque STEM en contextos no educativos (8 artículos), se excluyeron investigaciones enfocadas a la productividad o el emprendimiento social (5 artículos), textos con referencias superficiales al enfoque STEM o sin desarrollo conceptual (11 artículos), tesis de pregrado o maestría (3 artículos), publicaciones sin rigurosidad metodológica o con datos poco verificables (10 artículos), y documentos en otros idiomas sin traducción disponible (2 artículos). Descartando así 44 artículos, lo cual permitió delimitar los 50 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el análisis.

Para el análisis como se presenta en la introducción se establecieron tres preguntas de indagación, 1) ¿cuáles son los aspectos teóricos del enfoque STEM que se destacan en los estudios? 2) ¿Qué metodologías se emplean para su implementación en contextos rurales? Y 3) ¿Cuáles son los principales resultados y proyecciones de la aplicación del enfoque STEM en contextos rurales? Para dar respuesta a los cuestionamientos se utilizó como instrumento de análisis una matriz de Excel con dos hojas, hoja uno,

datos generales (título, palabras claves, resumen, autor, año de publicación, sitio de la publicación, país) hoja dos, categorías de análisis a partir de las preguntas de indagación (aspectos teóricos del enfoque STEM, metodologías para su implementación en contextos rurales, principales resultados y proyecciones sobre la aplicación del enfoque STEM en contextos rurales). Para dar continuidad al proceso de análisis documental y presentar una revisión sistemática de la información, se definieron tres categorías de análisis con sus respectivas variables observables, las cuales corresponden a las preguntas de indagación planteadas en este estudio. Estas categorías permitieron interpretar los documentos revisados y crear relaciones entre los aspectos teóricos, las metodologías implementadas y los principales resultados y proyecciones sobre la implementación del enfoque STEM en contextos rurales (Ver [Tabla 2](#)).

Tabla 2.

Categorías de análisis

Categoría de análisis	Variables observables
Aspectos teóricos del enfoque STEM	Interdisciplinariedad Constructivismo, pedagogías flexibles. Alineación con políticas nacionales o internacionales
Metodologías para su implementación en contextos rurales	Cualitativa, cuantitativa, mixta ABP, resolución de problemas, experimentación. TIC, laboratorio, herramientas de campo Contextualización de contenidos, uso de recursos locales.
Resultados y proyecciones sobre la aplicación del enfoque STEM en contextos rurales	Mejora en habilidades científicas, trabajo en equipo, pensamiento crítico, competencias del siglo XXI. Infraestructura, formación docente, conectividad, participación estudiantil Sugerencias metodológicas, de política educativa o de gestión escolar

Nota: elaboración propia.

Desde los aspectos teóricos, esta categoría resalta las bases conceptuales del enfoque STEM, presentando como variables observables la interdisciplinariedad en relación con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática, el constructivismo que promueve un aprendizaje activo y las metodologías flexibles que permiten adaptar el enfoque STEM a diversos contextos educativos, teniendo en cuenta políticas nacionales e internacionales ([Marín-Ríos et al., 2023; Perales y Aguilera, 2020](#)). En la categoría de la metodología, se destacan los estudios cualitativos, cuantitativos y mixtos, la experimentación a partir del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la resolución de problemas, técnicas aplicadas en contextos rurales, destacando recursos como la implementación de TIC, laboratorios móviles, herramienta de campo y materiales propios del contexto rural ([Ferrada et al., 2023; Silva-Hormazábal y Alsina, 2023; Pineda, 2022; Ferrada y Diaz-Levico, 2025](#)).

Y, finalmente, en la categoría de resultados y proyecciones, las variables observables se enfocan en el desarrollo de competencias para el siglo XXI, como habilidades científicas, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, resaltando los desafíos en infraestructura, formación docente, propuesta metodológicas, políticas educativas y gestión institucional ([Nixon et al., 2021; Tomalá-Vera, 2024; Sánchez et al., 2025](#)).

3. Desarrollo y discusión

La revisión documental, como técnica de investigación orientada al análisis reflexivo e interpretativo, no solo permitió organizar la producción académica sobre el enfoque STEM en contextos rurales, también permitió revisar críticamente sus fundamentos teóricos, estrategias metodológicas y resultados empíricos ([Cruz-Rojas, 2023; Martínez-Corona et al., 2023](#)). El estudio se orienta por preguntas las cuales dan lugar a tres categorías de análisis 1) los fundamentos teóricos del enfoque STEM, 2) las metodologías empleadas en

su implementación, y 3) los principales resultados y proyecciones derivadas de las experiencias revisadas, estas categorías más que una simple estructura de clasificación, funcionaron como ejes interpretativos para contrastar perspectivas, identificar patrones recurrentes y reconocer vacíos investigativos en los estudios revisados. De este modo, el análisis trasciende una lectura descriptiva y permite valorar de manera crítica las fortalezas, tensiones y desafíos del enfoque STEM en contextos educativos rurales.

Aspectos teóricos del enfoque STEM

En la revisión documental, algunos artículos analizados coinciden en la interdisciplinariedad del enfoque STEM al integrar en proyectos contextualizados la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas ([Guerrero, 2023; Marín-Ríos et al., 2023; Perales y Aguilera, 2020; Núñez et al., 2023; Ángel-Uribe et al., 2024](#)). Como referente teórico, este enfoque se sustenta en el constructivismo y metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, la indagación científica y, en algunos casos, la gamificación o el modelo CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar), estos promueven el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico y reflexivo, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo ([Garrido, Leal y Lagos, 2022; Domènech-Casal, 2020; Castro-Inostroza et al., 2021; Sánchez y Rodelo, 2021; Ramírez et al., 2020](#)).

El enfoque STEM tuvo sus inicios en los años 90 y evolucionó como propuesta educativa a los desafíos de la cuarta revolución industrial, reconociendo su vinculación con procesos de alfabetización científica y tecnológica, así como su potencial para contribuir a la inclusión social y de género en diversos contextos ([Molina, 2023; Toma y García, 2021; Ángel-Uribe et al., 2024](#)). Otra evolución del enfoque, son las propuestas que surgen para integrar letras a las siglas STEM, como lo es la A de artes, cambiando de STEM a STEAM, esto propone integrar las artes y las ciencias sociales para fortalecer el aprendizaje desde una visión transdisciplinaria y holística, pertinente en diversos contextos educativos ([Bermejo, Peña y Clemente, 2023; Ramos-Lizcano et al., 2022; Gavari-Starkie et al., 2023](#)).

El enfoque STEM desde una propuesta educativa transformadora, promueve una visión interdisciplinaria del conocimiento de manera coherente para dar sentido al aprendizaje en contextos reales ([English, 2023; Tytler, Anderson y Williams, 2023](#)). Este enfoque destaca el desarrollo de formas complejas de pensamiento como el pensamiento crítico, el pensamiento sistémico y el pensamiento basado en el diseño, los cuales favorecen el pensamiento adaptativo e innovador en los estudiantes, habilidades que no deben ser entendidas como aisladas, sino como procesos integrados que promueven un pensamiento capaz de adaptarse a los desafíos del contexto, necesario para enfrentar problemas mal definidos o inadecuados del mundo actual ([English, 2023; Ortega et al., 2024](#)).

A su vez, el potencial teórico del enfoque STEM puede promover el compromiso activo con el aprendizaje matemático, resaltando la necesidad de integrar el contenido disciplinario con tareas reales, interdisciplinarias y significativas, enmarcadas en un diseño curricular flexible ([Tytler et al., 2023](#)). Además, se debe fortalecer la discusión teórica que surge al vincular el enfoque STEM con el desarrollo de cinco competencias matemáticas específicas (modelación, pensamiento computacional, conexiones intra-matemáticas, representaciones y trabajo colaborativo con identidad positiva), basadas en el currículo español, resaltando que estas no emergen espontáneamente, sino que requieren intencionalidad pedagógica, reflexión docente y acompañamiento sostenido ([Ortíz-Laso et al., 2023; Sánchez et al., 2025; Ángel-Uribe et al., 2024](#)). El enfoque STEM debe trascender una integración superficial de disciplinas y consolidarse como una propuesta teórica que articule pensamiento complejo, resolución de problemas y compromiso educativo con el contexto real.

También es importante resaltar, que la epistemología del enfoque, reconoce las particularidades de cada disciplina STEM para construir conocimiento, actuar y relacionarse con el mundo, algunos estudios promueven un enfoque más integrado, articulando teoría y práctica mediante recursos como la robótica, la programación, el modelado matemático o la tecnología educativa ([Torres, 2024; Nixon et al., 2021](#);

[Gooz, Carreira y Namukasa, 2023](#)). Si bien estos fundamentos teóricos evidencian las potencialidades del enfoque STEM, también dejan ver las tensiones que presenta su conceptualización, esto plantea un reto y una oportunidad para seguir indagando sobre cómo se construye y adapta este enfoque, especialmente en contextos educativos rurales ([García, 2024](#); [Montes-Bermúdez, Díaz y Uribe, 2020](#); [Gao et al., 2020](#); [Ángel-Uribe et al., 2024](#)).

Pero, implementar el enfoque STEM en contextos rurales, como lo respaldan algunos estudios, se caracteriza por la adaptación constante a los recursos disponibles, la contextualización curricular y el uso de tecnologías accesibles que permitan mediar en el aprendizaje ([Olvera et al., 2022](#); [Ramos y Núñez, 2024](#)). Estas prácticas no solo responden a las particularidades del contexto, sino que también buscan generar experiencias significativas para los estudiantes ([Montes-Bermúdez et al., 2020](#)). Uno de los estudios que se destacan como ejemplo de la implementación del enfoque STEM en la ruralidad es el de una institución educativa en Cundinamarca, Colombia, donde, por medio de un conferencia STEAM con talleres virtuales y videoconferencias direccionaladas por expertos internacionales, se pudo sortear las barreras geográficas y potenciar la participación de los estudiantes en actividades prácticas y creativas haciendo uso de las TIC ([Cifuentes y Caplan, 2019](#),). Esto sugiere que, cuando los estudiantes se enfrentan a retos reales se puede fortalecer su autonomía y toma de decisiones, resaltando la importancia de adaptar recursos como la robótica y el pensamiento computacional a contextos particulares como el rural ([Camino et al., 2024](#); [Ferrada y Kroff, 2024](#); [Tomalá-Vera, 2024](#); [Ferrada y Diaz-Levico, 2025](#)).

Asimismo, cobran relevancia aquellas experiencias que integran tecnologías accesibles como Arduino, plataformas de programación por bloques y recursos didácticos de código abierto, elementos que han permitido que tanto docentes como estudiantes rurales se involucren activamente en procesos de innovación educativa, en muchos casos, estos proyectos se consolidan gracias a alianzas interinstitucionales o redes de maestros, lo que contribuye significativamente a la formación docente y a la construcción colectiva de saberes ([Li y Shoenfeld, 2019](#); [Ochoa-Duarte, León y Reina-Rozo, 2021](#); [Silva-Hormazábal y Alsina, 2023](#); [Khushk et al., 2023](#)).

Lo anterior permite ver que, la puesta en marcha del enfoque STEM en zonas rurales enfrenta diversos desafíos, entre ellos la limitada infraestructura tecnológica, los problemas de conectividad, la escasa formación docente especializada y la necesidad de reconocer y valorar los saberes propios de las comunidades ([Molina, 2023](#); [Ng y Riehl, 2024](#); [Ortega et al., 2024](#)). Por esto, la implementación del enfoque STEM se debe adaptar a las condiciones y características del contexto promoviendo una enseñanza real que permita enriquecer el aprendizaje de los estudiantes y movilizar competencias para la vida ([Guerrero, 2023](#); [Marín-Ríos et al., 2023](#); [Sánchez et al., 2025](#)). Además, no existe un modelo estandarizado que dirija la aplicación del enfoque STEM en contextos rurales, por el contrario, el carácter flexible y la capacidad de adaptación del enfoque, da respuesta a contextos particulares como el rural, donde surgen espacios de transformación y diálogo de saberes propios de su entorno ([Vega, 2022](#); [Li et al., 2019](#); [Li et al., 2020](#)).

Cabe destacar, que desde la teoría el enfoque STEM se caracteriza por ser una estrategia pedagógica que permite la aplicación de metodologías flexibles y recursos de enseñanza, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la indagación científica o la resolución de problemas; la aplicación de estas estrategias puede dar respuesta a las necesidades educativas actuales, promoviendo el desarrollo de competencias del siglo XXI ([Olvera-Martínez et al., 2022](#); [Domènech, 2020](#); [Ángel-Uribe et al., 2024](#)). Las competencias del siglo XXI ubican al estudiante en el centro del aprendizaje, convirtiéndolo en el protagonista de su conocimiento, al desarrollar en él un pensamiento crítico, la creatividad, la capacidad de trabajar en equipo y estar acorde con las alfabetización digital ([Ramos-Lizcano et al., 2022](#); [Martín y Santaolalla, 2023](#); [Sánchez et al., 2025](#)).

Y, aunque en Colombia aún no existe un currículo oficial STEM, si se promueven iniciativas como la Ruta STEM ([MEN, 2022](#)) alternativa innovadora para flexibilizar el currículo, conectar saberes y responder a

necesidades reales del entorno ([Guerrero, 2023](#); [García, 2024](#)). Por esto, el enfoque STEM no solo puede transformar la práctica educativa tradicional, sino que también puede potenciar la formación de sujetos capaces de aportar soluciones a su contexto educativo ([Cifuentes y Caplan, 2019](#)); [Domènech-Casal, 2019](#); [Núñez et al., 2023](#)).

Metodologías de investigación utilizadas para la implementación del enfoque STEM en contextos rurales

Los artículos analizados evidencian una alta diversidad en las metodologías usadas en contextos rurales para la implementación del enfoque STEM, resaltando los enfoques cualitativos y mixtos, y en un menor uso los diseños experimentales, esta tendencia refleja el interés en los estudios por comprender no solo como se dan los resultados de aprendizaje, si no, como es en sí el proceso educativo al implementar el enfoque STEM, destacando las experiencias y particularidades que viven las comunidades educativas rurales ([Ferrada et al., 2023](#); [Silva-Hormazábal y Alsina, 2023](#); [Ferrada y Diaz-Levico, 2025](#)). En los estudios que implementan un diseño cualitativo, se destacan técnicas como la observación participante, entrevistas semiestructuradas, grupos focales y experimentación de experiencias, lo cual permite recolectar información importante sobre las dinámicas escolares, resaltando como estas metodologías de investigación favorecen la colaboración entre docentes e investigadores en el diseño de propuestas metodológicas contextualizadas y flexibles ([Guerrero, 2023](#); [Molina, 2023](#); [García, 2024](#); [Garrido et al., 2022](#)).

Las investigaciones que adoptan un enfoque metodológico mixto, al articular análisis cualitativos con instrumentos cuantitativos como encuestas, rúbricas y pruebas diagnósticas, posibilitan procesos de triangulación que fortalecen la validez de los resultados y permiten una comprensión más integral del impacto que genera el enfoque STEM en los estudiantes ([Bermejo et al., 2023](#); [Sánchez y Rodelo, 2021](#); [Vega, 2022](#)). Desde un enfoque comparativo, se observa que en contextos como España se han empleado diseños pretest y postest para analizar cambios en las actitudes de los estudiantes y el desarrollo de competencias en áreas como ciencia y matemáticas mediante proyectos educativos sostenibles ([Ferrada et al., 2023](#); [Sánchez et al., 2025](#); [Ferrada y Diaz-Levico, 2025](#)), mientras que en República Dominicana el énfasis ha estado en la medición del rendimiento académico asociado a la implementación del enfoque STEAM en zonas rurales ([Bermejo et al., 2023](#)). Esta variedad de enfoques evidencia que la investigación no solo varía según el contexto geográfico, sino también en función de los objetivos perseguidos, lo que refleja distintas concepciones sobre cómo evaluar el impacto del enfoque STEM. Asimismo, muchas investigaciones recurren a revisiones bibliográficas, análisis de contenido y estudios de caso para caracterizar el estado de la cuestión en distintos niveles educativos, lo que permite identificar patrones comunes, así como desafíos metodológicos, institucionales y formativos que enfrentan los docentes rurales al integrar este enfoque en sus prácticas pedagógicas ([Ramos y Núñez, 2024](#); [Ramírez et al., 2020](#); [Nixon et al., 2021](#)).

Finalmente, en los estudios se resalta el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas y el diseño de prototipos, experiencias que integran tecnologías de fácil acceso y herramientas de software y hardware libre ([Guerrero, 2023](#); [Ortega et al., 2024](#)), direccionaladas a fortalecer las competencias científicas y tecnológicas de los estudiantes, implementando una didáctica contextualizada, en la cual los estudiantes participan en la construcción de su conocimiento desde un contexto real y particular ([Li y Shoenfeld, 2019](#); [Gao et al., 2020](#); [Albaracín, 2022](#)).

Así, las metodologías de investigación implementadas en los estudios analizados, resaltan que se debe partir de reconocer el contexto educativo en el cual actuara el enfoque STEM, y de ahí, diseñar metodologías diversas que permitan la implementación de estrategias flexibles, colaborativas y centradas en los participantes, con la capacidad de responder a las particularidades del contexto y favorecer una implementación significativa del enfoque STEM ([Ramírez et al., 2024](#); [Sutaphan y Yuenyong, 2019](#)).

Principales resultados y proyecciones sobre la implementación del enfoque STEM en contextos rurales

El análisis de los artículos revisados permite identificar una tendencia coherente en torno al impacto positivo del enfoque STEM en contextos educativos rurales, especialmente en relación con la motivación, la participación y el rendimiento académico de los estudiantes ([Domènech-Casal, 2019; Suárez-Carreño, 2023](#)). Sin embargo, más allá de estos beneficios generales, los estudios analizados evidencian que dicho impacto se encuentra vinculado a la capacidad del enfoque STEM para articular los contenidos escolares con las realidades socioculturales de las comunidades, favoreciendo experiencias de aprendizaje más contextualizadas y significativas ([Nixon et al., 2021; Tomalá-Vera, 2024](#)). Además, si bien diversos autores destacan el fortalecimiento de competencias del siglo XXI como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la colaboración y la comunicación ([Ramírez et al., 2020; Camino et al., 2024; Cifuentes y Caplan, 2019](#)), el análisis comparativo sugiere que dichas competencias no solo inciden en el rendimiento académico, sino que también aportan a la formación de sujetos con mayor capacidad de análisis crítico y compromiso social en sus territorios ([Guerrero, 2023; Molina, 2023](#)). En este sentido, los resultados destacan que el enfoque STEM no debe entenderse únicamente como una estrategia didáctica, sino como un modelo educativo con potencial transformador en la construcción de ciudadanía en contextos rurales.

En el enfoque STEM una de las áreas que se destaca es la matemáticas, esta emerge como un eje transversal que articula las demás disciplinas, lo cual exige el uso de metodologías activas y participativas que favorezcan su comprensión ([Ramírez et al., 2024](#)). Pero, el análisis de los estudios revisados permite observar que la incorporación de tecnologías educativas como plataformas digitales, robótica y pensamiento computacional, no puede ser entendida únicamente como una herramienta complementaria, sino como un medio que transforma la relación del estudiante con el conocimiento matemático, al incidir tanto en su percepción de la disciplina como en la comprensión de conceptos abstractos en contextos reales ([Albaracín, 2022; Camino et al., 2024; Li et al., 2019; Li et al., 2020](#)). En este sentido, si bien diversos autores coinciden en que las matemáticas potencian la integración de las áreas STEM ([Ramírez et al., 2024](#)), el análisis comparativo evidencia una limitación importante dado que persiste una escasez de estudios empíricos que profundicen en su función integradora desde enfoques metodológicos sistemáticos, lo que puede incidir en la formulación de políticas educativas interdisciplinarias ([Goos, Carreira y Namukasa, 2023](#)). Desde esta enfoque, los hallazgos sugieren la necesidad de desarrollar metodologías que permitan caracterizar con mayor precisión el papel formativo de la matemática, no solo como área disciplinar, sino como eje estructurante del enfoque STEM, identificando oportunidades pedagógicas específicas que respondan a las particularidades de los contextos rurales ([García, 2024; Li y Schoenfeld, 2019; Ramos-Lizcano et al., 2022](#)).

Lo anterior permite reconocer el potencial del enfoque STEM como una estrategia para contribuir al cierre de brechas educativas en contextos rurales, en tanto promueve una educación más equitativa, contextualizada y con capacidad transformadora ([Montes et al., 2020; Marín-Ríos et al., 2023](#)). Sin embargo, esta proyección no se evidencia de manera automática, pues la integración de saberes disciplinares en torno a problemáticas reales, aunque fortalece la apropiación del conocimiento y la capacidad de los estudiantes para resolver situaciones concretas ([Garrido et al., 2022; Castro-Inostroza et al., 2021; Bermejo et al., 2023](#)), se ve condicionada por múltiples factores estructurales propios del contexto rural. En este sentido, los resultados evidencian que las limitaciones en la formación docente en enfoques interdisciplinarios, la escasa disponibilidad de recursos didácticos y tecnológicos, la ausencia de estrategias de evaluación coherentes con el enfoque STEM y la débil articulación institucional constituyen barreras significativas para su sostenibilidad y consolidación ([Ng y Riehl, 2024; Molina, 2023; Marín-Ríos et al., 2023; Martín y Santaolalla, 2023](#)). Este contraste evidencia que la implementación del enfoque STEM no solo depende de su diseño teórico, también depende de las condiciones institucionales y pedagógicas que hagan posible su implementación real en los territorios rurales.

Además, el análisis de los documentos permite identificar coincidencias al señalar la necesidad de desarrollar investigaciones de carácter longitudinal que permitan evaluar de manera sistemática los efectos

del enfoque STEM a lo largo del tiempo, particularmente en relación con los procesos de aprendizaje en contextos rurales y su incidencia real en la calidad educativa ([Li y Schoenfeld, 2019](#); [Silva-Hormazábal y Alsina, 2023](#)). Este hallazgo sugiere que, si bien los resultados positivos reportados en distintos estudios son relevantes, aún no es posible establecer conclusiones sólidas sobre el impacto sostenido del enfoque STEM debido a la limitada evidencia empírica de largo plazo. Del mismo modo, el análisis comparativo evidencia que la transformación educativa asignada al enfoque STEM depende en gran medida de condiciones estructurales como la formación docente especializada, el diseño de políticas educativas contextualizadas y la disponibilidad de infraestructura adecuada, sin las cuales su implementación tiende a quedar restringida a experiencias aisladas de corta duración ([Silva-Hormazábal y Alsina, 2023](#); [Suárez-Carreño, 2023](#); [Khushk et al., 2023](#)).

Plantear la implementación del enfoque STEM como una oportunidad para afrontar los desafíos estructurales, tecnológicos y pedagógicos de la educación rural implica reconocer su potencial como alternativa para transformar las prácticas educativas en estos contextos ([Sánchez y Rodelo, 2021](#); [Torres, 2024](#)). Desde este enfoque, la articulación de saberes científicos, tecnológicos, de ingeniería y matemáticos favorece la construcción de aprendizajes significativos y contextualizados, al situar el conocimiento dentro de problemáticas reales de los territorios ([Ferrada y Kroff, 2024](#); [Montes et al., 2020](#); [Ferrada y Diaz-Levicoy, 2025](#)). Además, persisten brechas en los resultados educativos entre zonas urbanas y rurales destacando que la implementación del enfoque STEM no puede entenderse como una solución inmediata ni homogénea ([ICFES, 2024](#)). Así, los estudios revisados sugieren que la integración de metodologías activas, tecnologías digitales y saberes locales, especialmente mediante estrategias como el Aprendizaje Basado en Proyectos puede fortalecer la equidad educativa y la participación de los estudiantes en la transformación de su contexto ([Nixon et al., 2021](#); [Gavari-Starkie et al., 2023](#); [Ramírez et al., 2020](#)). Pero, este potencial se ve limitado por la escasa incorporación de disciplinas como la ingeniería en el ámbito escolar, lo que restringe el desarrollo de experiencias interdisciplinarias ([Bowen et al., 2021](#)). Finalmente, los resultados enfatizan la necesidad de políticas públicas inclusivas y de una mayor inversión en investigación contextualizada como condiciones indispensables para enfrentar la brecha digital y avanzar hacia una sostenibilidad educativa real en los contextos rurales ([Silva-Hormazábal y Alsina, 2023](#); [Ramos y Núñez, 2024](#)).

4. Conclusiones

Clasificar, seleccionar y analizar los artículos de investigación que hacen parte de esta revisión documental, permitió reconocer que el enfoque STEM se posiciona como una propuesta educativa interdisciplinaria que puede transformar la educación, especialmente en contextos rurales donde las desigualdades educativas continúan vigentes ([Ferrada y Kroff, 2024](#); [Ramos y Núñez, 2024](#); [Ferrada y Diaz-Levicoy, 2025](#)). El enfoque STEM se sustenta en principios teóricos como el constructivismo, estrategias de enseñanza como el aprendizaje basado en proyectos y en problemas, la indagación científica y el uso de metodologías flexibles, esto le permite adaptarse a diversas realidades y responder a las necesidades del entorno ([Domènech-Casal, 2020](#); [Martín y Santaolalla, 2023](#); [García, 2024](#); [Archila et al., 2023](#)), destacándose como una alternativa educativa que puede fortalecer las competencias para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas ([Pabón-Rúa, López-Ríos y Cardona-Zapata, 2024](#)). Además, al implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos mediado por el enfoque STEM, se promueve la integración de las disciplinas STEM enfocadas a la solución de problemas reales en el contexto del estudiante ([English, 2023](#); [Ortega et al., 2024](#)).

A su vez, el carácter interdisciplinario del enfoque STEM, permite la contextualización y adaptación a las particularidades de la ruralidad, otra de las ventajas que presenta esta alternativa educativa, la cual propone favorecer significativamente la motivación, la participación activa y el rendimiento académico de los estudiantes ([Cifuentes y Caplan, 2019](#)), además, al incorporar tecnologías accesibles y la formulación de proyectos que partan de problemáticas reales del contexto no solo se fortalece la conexión entre los aprendizajes escolares y la vida cotidiana, sino que también se puede promover procesos de aprendizaje autónomos y significativos para los estudiantes, sin desconocer los desafíos estructurales que enfrenta

el enfoque en contextos rurales, donde la falta de formación docente especializada, la infraestructura tecnológica limitada, las distancias significativas entre comunidades y la falta de recursos persisten ([Sánchez y Rodelo, 2021](#)). Estos desafíos exigen políticas públicas acordes al contexto rural, así como procesos de formación continua para que los docentes fortalezcan sus competencias en innovación pedagógica, interdisciplinariedad y la aplicación de metodologías flexibles ([Ramos-Lizcano et al., 2022](#); [Soto y Bustamante, 2025](#)).

Las metodologías de los estudios revisados resaltan que la diversidad del enfoque STEM permite evidenciar el interés por comprender los procesos educativos en contextos rurales más que los resultados ([Bowen et al., 2021](#)). De ahí que, predominen los estudios cualitativos y mixtos, los cuales resaltan el valor de los actores educativos y promueven soluciones contextualizadas ([Guerrero, 2023](#); [Torres, 2024](#)). La variedad metodológica que presentan los artículos analizados evidencia una apertura hacia el diseño de investigaciones flexibles y colaborativas, necesario para la construcción de aprendizajes situados ([Molina, 2023](#)).

Frente a los desafíos del mundo globalizado de hoy, se hace necesario transformar la manera como se aborda el aprendizaje a través de la solución de problemas en la implementación del enfoque STEM, se requiere dejar a un lado las técnicas tradicionales y abrir paso a enfoques innovadores e integradores, que den respuesta a las necesidades educativas de hoy, desarrollando en los estudiantes autonomía intelectual, además de prepararlos para enfrentar situaciones reales, reconociendo fortalezas individuales y la complementariedad en el trabajo en equipo, esto propone, modificar el currículo para implementar el enfoque STEM desde los primeros años de enseñanza, fortaleciendo el aprendizaje basado en proyectos y desafiando a los estudiantes de manera constante en la construcción de su aprendizaje ([English, 2023](#); [Ortega et al., 2024](#)).

Por otro lado, implementar el enfoque STEM puede fortalecer la enseñanza de las matemáticas, al promover una participación activa de los estudiantes, dado que, las tareas originales y la enseñanza basada en problemas contextualizados desde la interdisciplinariedad, favorecen no solo el aprendizaje de los conceptos, sino el pensamiento sistémico y crítico, aunque para la implementación del enfoque STEM se requiere mayor formación docente, planeación curricular adecuada y articulación con los estándares de aprendizaje ([Tytler et al., 2023](#); [Ramírez Orozco et al., 2024](#); [Ferrada et al., 2023](#); [Ferrada y Diaz-Levico, 2025](#)). Desde esta perspectiva, fortalecer competencias matemáticas desde la implementación del enfoque STEM, requiere acompañamiento pedagógico constante, además de una reflexión continua sobre la práctica pedagógica, logrando así una articulación entre la conceptualización, las prácticas de enseñanza, la solución de problemas reales y el desarrollo de competencias para la vida ([Ortiz-Laso et al., 2023](#); [Ortega et al., 2024](#)).

Así, la idea de una educación STEM integrada, especialmente bajo el modelo del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) puede desarrollar competencias matemáticas significativas, un pensamiento crítico y el compromiso de los estudiantes, al construir conocimiento en contextos reales, pero, se resalta que se requiere formación docente, donde se promueva el diseño de tareas originales y la reflexión pedagógica, además el pensamiento computacional es una de las competencias que más desafíos representa, debido a vacíos en la formación inicial y a su reciente integración al currículo, siendo así una educación matemática posible y transformadora, si se implementan políticas de desarrollo profesional sostenible y de enfoques que integren conocimientos, prácticas y tecnología con sentido crítico y creativo ([English, 2023](#); [Tytler et al., 2023](#); [Ortiz-Laso et al., 2023](#)).

Por último, los artículos analizados resaltan que el enfoque STEM no debe ser replicado de manera homogénea, ya que este enfoque por su carácter interdisciplinario se acopla y responde a las necesidades de un contexto determinado, partiendo de los intereses de los actores educativos ([Ramírez et al., 2020](#); [Tomalá-Vera, 2024](#)). Es por esto que debe entenderse como un proceso dinámico de apropiación pedagógica, donde las escuelas rurales actúan como escenarios de innovación, resignificación curricular

y transformación social ([Nixon et al., 2021](#)). Además, la revisión documental resalta que el enfoque STEM, cuando se articula con metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se convierte en una alternativa pedagógica que puede transformar la enseñanza en contextos rurales, siendo este enfoque de carácter integrador de disciplinas y saberes, a su vez potencia el desarrollo de competencias matemáticas, pensamiento crítico y habilidades para el trabajo en equipo, desde la resolución de problemas reales y pertinentes al contexto real del estudiante ([English, 2023](#); [Tytler et al., 2023](#); [Ortiz-Laso et al., 2023](#); [Ortega et al., 2024](#)).

No obstante, dicha transformación educativa exige superar retos estructurales, como la limitada infraestructura tecnológica, la falta de formación docente especializada y la necesidad de una planeación curricular intencionada ([Sánchez y Rodelo, 2021](#); [Ramos-Lizcano et al., 2022](#); [Cuichán y Carrera, 2024](#)). Por esto, se hace necesario avanzar hacia políticas públicas que promuevan el desarrollo profesional sostenible y el diseño de experiencias de aprendizaje contextualizadas, creativas y tecnológicamente mediadas, capaces de consolidar una educación matemática más justa, pertinente y transformadora.

Sobre los autores

Angela-María Castaño-Galvis

Licenciada en Educación Básica con énfasis en tecnología e informática. Maestría en Educación, Universidad Icesi, Cali, Colombia. Doctoranda en Educación Universidad de San Buenaventura, Cali, Colombia
amcastanog1@correo.usbcali.edu.co <https://orcid.org/0009-0002-5897-2809>

Gilbert-Andrés Cruz-Rojas

Doctor en Educación, Universidad del Valle, Licenciado en Educación Básica con énfasis en Educación Matemática Docente de la Facultad de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle, Cali, Colombia
gilbert.a.cruz.r@correounivalle.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-7391-9462>

Disponibilidad de datos

Los presentes datos hacen parte de un artículo de revisión documental el cual se postula al Dossier: Otras ingenierías Posibles ¿Cómo construir el buen vivir a través del ejercicio de la ingeniería? En el eje temático “Tecnología e Innovación con Impacto Social”. En el marco del V Encuentro Colombiano de Ingeniería y Desarrollo Social & III Encontro Latino-Americano de Engenharia e Sociedade y I Congreso Internacional de Ingeniería y Desarrollo Social.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo.

Descargo de responsabilidad

Las expresiones, opiniones o interpretaciones expuestas en este artículo son una postura personal de los autores.

Fuentes de financiación

Esta investigación no recibió financiación específica de alguna entidad de los sectores privados, públicos, comerciales o sin fines de lucro.

Coautoría

Los autores del presente artículo declaramos que la contribución específica de cada uno de nosotros, según la taxonomía de CRediT es: Conceptualización, metodología, redacción del borrador original, revisión y edición, supervisión, validación.

Referencias bibliográficas

1. ALBARRÍN-VANOY, Ricardo Javier. STEM education as a teaching method for the development of XXI century competencies. En: Metaverse Basic and Applied Research. 27 dic. 2022. vol. 1, no. 22, p. 1–9. <https://doi.org/10.56294/mr202221>

2. ÁNGEL-URIBE, Isabel Cristina; ESCOBAR ORTIZ, Jorge Manuel; LÓPEZ MOLINA, Giovanni; RAMÍREZ HOYOS, Diana Milena; URIBE ZAPATA, Alejandro; VERA MUÑOZ, Ana Sofía; CANO VÁSQUEZ, Lina María. Explorando el enfoque STEM: reflexiones desde diversos contextos. 2024. <https://hdl.handle.net/20.500.12622/6333>
3. ARCHILA, Pablo Antonio; RESTREPO, Silvia; TRUSCOTT DE MEJÍA, Anne-Marie; MOLINA, Jorge. STEM and non-STEM misconceptions about evolution: findings from 5 years of data. En: *Science & Education*. 27 mar. 2023. vol. 33, p. 1211–1229. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00428-5>
4. BERMEJO MALUMBRES, Eloy; PEÑA ASCACIBAR, Gonzalo; CLEMENTE, Caterina. El enfoque STEAM como proyecto educativo en un entorno rural: análisis comparativo en República Dominicana. En: *Revista Iberoamericana de Educación*. 17 mar. 2023. vol. 91, no. 1, p. 145–161. <https://doi.org/10.35362/rie9115520>
5. BOWEN, Bradley; SHUME, Teresa; KALLMEYER, Alan; ALTIMUS, Jewel. Impacts of a research experiences for teachers program on rural STEM educators. En: *Journal of STEM Education*. 13 dic. 2021. vol. 22, no. 4, p. 58–64. <https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2541>
6. BYBEE, Rodger W. Advancing STEM education: A 2020 vision. En: *Institute of Education Sciences*. 2010. no. 70, p. 30–35. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1351854>
7. CAMARGO URIBE, Leonor. Estrategias cualitativas de investigación en Educación Matemática. Medellín: Universidad de Antioquia, 2021.
8. CAMINO HERRERA, César Augusto; ANDRADE MUÑOZ, Jesús; RIVERA CANO, Karen Yulieth; SÁNCHEZ VALTIERRA, Jesús Alberto. 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. En: *Revista Social Fronteriza*. 25 abr. 2024. vol. 4, no. 2, p. 1–32. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)246](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)246)
9. CASTRO-INOSTROZA, Angela; JIMÉNEZ-VILLARROEL, Rodrigo; MEDINA-PAREDES, Jhonny. Diseño de unidades STEM integradas: una propuesta para responder a los desafíos del aula multigrado. En: *Revista Científica*. ago. 2021. vol. 42, no. 3, p. 339–352. <https://doi.org/10.14483/23448350.17900>
10. CIFUENTES, Angela Patricia; CAPLAN, Marcelo. Experiencias de educación STEM en el ámbito formal y rural. En: MORENO CÁCERES, N. (comp.). *Educación STEM/STEAM: apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. 2019. p. 27–38. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero. <https://investigacionuptag.wordpress.com/>
11. CRESWELL, John W. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 3. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2009. ISBN 978-1-4129-6557-6. https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf
12. CRUZ-ROJAS, Gilbert-Andrés. Revisión documental sobre la formación y el conocimiento del profesor de matemáticas. En: TED: *Tecné Episteme Didaxis*. 25 jul. 2022. no. 52, p. 4–18. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-17075>
13. CRUZ-ROJAS, Gilbert-Andrés. Sistemas de recursos del profesor de matemáticas en servicio y su mirada profesional en contextos rurales. 2023. 461 p. Tesis (Doctorado en Educación) – Universidad del Valle, Cali, Colombia.
14. CUICHÁN CABEZAS, Lucrecia; CARRERA CARRERA, Olguer. Enfoque STEM en la educación y formación docente en el Distrito Noroccidente de la Mancomunidad del Chocó Andino. En: *Mamakuna: Revista de divulgación de experiencias pedagógicas*. 2024. no. 23, p. 48–62. <https://doi.org/10.70141/mamakuna.23.946>
15. DOMÈNECH-CASAL, Jordi. Diseñando un simulador de ecosistemas: una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 11 abr. 2020. vol. 17, no. 3, p. 1–17. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3202
16. DOMÈNECH-CASAL, Jordi. STEM: oportunidades y retos desde la enseñanza de las ciencias. En: *Dialnet*. 2019. p. 154–168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7510761>
17. ENGLISH, Lyn. Ways of thinking in STEM-based problem solving. En: *ZDM – Mathematics Education*. 3 mar. 2023. vol. 55, no. 6, p. 1219–1230. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01474-7>
18. FERRADA FERRADA, Cristian Andrés; KRO TRUJILLO, Francisco José. Impulsando el aprendizaje STEAM en las escuelas rurales de Chiloé: propuesta de actividades para el desarrollo de competencias STEAM. En: *Revista Universidad y Territorio*. 17 jun. 2024. vol. 1, no. 1, p. 37–48. <https://www.researchgate.net/publication/382939628>
19. FERRADA FERRADA, Cristian; DÍAZ-LEVICOY, Danilo. Perspectiva del enfoque STEM y robótica en las aulas de educación primaria vista por maestros de 5.º y 6.º grado. 2025. <https://doi.org/10.55777/rea.v18i35.5468>
20. FERRADA, Cristian Andrés; CARRILLO-ROSÚA, Francisco Javier; DÍAZ-LEVICOY, Danilo Antonio; SILVA-DÍAZ, Francisco Raúl. Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5.º y 6.º de educación primaria de España. En: *Investigações em Ensino de Ciências*. 5 feb. 2023. vol. 28, no. 1, p. 111–126. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p111>

21. FERRADA, Cristian Andrés; SILVA-DÍAZ, Francisco; CARRILLO-ROSÚA, Francisco Javier; DÍAZ-LEVICOY, Danilo. Robotics from STEM areas in primary school: A systematic review. *Education in the Knowledge Society*, 2020, vol. 21, p. 1–18. <https://revistas.usal.es/tres/index.php/eks/article/view/eks20202122/22644>
22. GAO, Xiaoyi; LI, Peishan; SHEN, Ji; GAO, Huifang Sun. Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education. *International Journal of STEM Education*, 2020, vol. 7, no. 24, p. 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00225-4>
23. GARCÍA CADENA, Heidy Natalia. Colombian Teachers' Network on STEM: Approaching concepts and strategies for collaborative work and educational innovation. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Psychologia-Paedagogia*, 2024, vol. 69, no. 1, p. 115–134. <https://doi.org/10.24193/subbpsyped.2024.1.06>
24. GARCÍA CÓRDOBA, Fernando. Investigación documental: leer, pensar y hablar con respecto de un tema definido para escribir bien y con provecho. México: Limusa, 2015. <https://catalogo.uexternado.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=130053>
25. GARRIDO OSSES, Sandra del Pilar; LEAL MORA, Paola Elizabeth; LAGOS HUREL, Dafne Consuelo. Desarrollo del pensamiento transdisciplinario: diseño de situaciones de aprendizaje con metodología STEAM para primer ciclo básico del sistema escolar rural de la Araucanía. *Revista de Filosofía*, 2022, vol. 39, no. 100, p. 195–210. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8331783>
26. GAVARI-STARKIE, Elisa Isabel; ESPINOSA GUTIÉRREZ, Patricia Teresa; BAQUERO, Cristina Lucini; PASTRANA HUGUET, Josep. Importance of STEM and STEAM education for improvement of the land in the rural environment: Examples in Latin America. *Preprints*, 2023. <https://doi.org/10.20944/preprints202312.1867.v1>
27. GIBBS, Graham. El análisis de datos cualitativos en investigación cualitativa. Vol. 6. Madrid: Ediciones Morata, 2013.
28. GOOS, Merrilyn; CARREIRA, Susana; NAMUKASA, Immaculate Kizito. Mathematics and interdisciplinary STEM education: Recent developments and future directions. *ZDM – Mathematics Education*, 2023, vol. 55, p. 1199–1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
29. GUARDIA LÓPEZ, Janer. Significados de la educación rural: una sistematización de experiencia. *Revista sobre la infancia y la adolescencia*, 2021, no. 20, p. 39–58. <https://riunet.upv.es/entities/publication/730edd39-9df6-4db4-8b71-e88341e1b0ed>
30. GUERRERO SALAZAR, Leonardo. Aplicación con software y hardware libre Arduino como eje facilitador del aprendizaje de competencias STEM. *Revista Academia y Virtualidad*, 2023, vol. 16, no. 1, p. 71–90. <https://doi.org/10.18359/ravi.5900>
31. GUEUDET, Ghislaine; TROUCHE, Luc. Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 2008, vol. 71, no. 3, p. 199–218. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-008-9159-8>
32. INSTITUTO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN (ICFES). Pruebas Saber 11: una década de análisis. Informe de análisis estadístico LEE No. 92. Bogotá, 2024. <https://www.icfes.gov.co/data-icfes>
33. KHUSHK, Amir; ZHIYING, Liu; YI, Xu; ZENGTIAN, Zhang. Technology innovation in STEM education: A review and analysis. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 2023, no. 19, p. 29–51. <https://doi.org/10.46661/ijeri.7883>
34. LI, Yiping; SCHOENFELD, Alan H.; DISESSA, Andrea A.; GRAESSER, Arthur C.; BENSON, Lisa C.; ENGLISH, Lyn D.; DUSCHL, Richard A. On computational thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2020, vol. 3, p. 147–166. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>
35. LI, Yiping; SCHOENFELD, Alan H.; DISESSA, Andrea A.; GRAESSER, Arthur C.; BENSON, Lisa C.; ENGLISH, Lyn D.; DUSCHL, Richard A. On thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2019, vol. 2, p. 1–13. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00014-x>
36. LI, Yiping; SCHOENFELD, Alan H. Problematizing teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 2019, vol. 6, no. 44. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
37. MARÍN-RÍOS, Alejandra; CANO-VILLA, Jessica; MAZO-CASTAÑEDA, Alejandra. Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista Científica*, 2023, vol. 47, no. 2, p. 55–70. <https://doi.org/10.14483/23448350.20473>
38. MARTÍN, Olga; SANTAOLALLA, Elsa. Educación STEM: formación con con-ciencia. *Padres y Maestros*, 2020, no. 381, p. 41–46. <https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>
39. MARTÍNEZ CORONA, José Isaías; PALACIOS ALMÓN, Gloria Edith; OLIVA GARZA, Dubelza. Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. Ra Ximhai, 2023, vol. 19, no. 1. p. 67–83. <https://doi.org/10.35197/rx.19.01.2023.03.jm>
40. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Enfoque educativo STEM+ para Colombia. Colombia Aprende, s. f. <https://colombiaaprende.edu.co/contenidos/colección/stemColombia>
41. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ruta STEM 2022 para fortalecer las capacidades de docentes y estudiantes del país en tecnología, ciencia, ingeniería y matemáticas. Bogotá: MinTIC, 2022. <https://talentodigital.mintic.gov.co/734/w3-propertyvalue-180220.html>

42. MOLINA ISAZA, José Arturo. Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las ciencias en Colombia. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria, 2023, vol. 7, no. 3, p. 1520–1528. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6292
43. MONTES-BERMÚDEZ, David; DÍAZ ARANGO, Valeria; URIBE ZAPATA, Alejandro. Educación rural y TIC: una revisión de la literatura académica desde una perspectiva bibliométrica. Dialnet, 2020, vol. 18, no. 2, p. 42–57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7772897>
44. NG, Kevin; RIEHL, Evan. The returns to STEM programs for less-prepared students. American Economic Journal: Economic Policy, 2024, vol. 16, no. 2, p. 37–77. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20200694>
45. NIXON, Jessie; STOIBER, Andy; HALVERSON, Erica; DANDO, Michael. Making makers: Tracing STEM identity in rural communities. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2021, vol. 11, p. 214–229. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1296>
46. NÚÑEZ RODRÍGUEZ, Diego Salomón; VARGAS BARROS, Víctor Hugo; VÁSQUEZ BARRERA, Fanny Judith; ANDRADE ZAMBRANO, Wilter de Jesús; ESPINOZA VALAREZO, Flor Luzmila. Educación STEM: una revisión de enfoques interdisciplinarios y mejores prácticas para fomentar habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria, 2023, vol. 7, no. 2, p. 2023–2045. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5453
47. OCHOA-DUARTE, Alexei; LEÓN ROJAS, Andrés Leonardo; REINA-ROZO, Juan David. STEAM, sociedad y extensión universitaria en Colombia: una propuesta preliminar desde el Buen Vivir. Sociología y Tecnociencia, 2021, vol. 11, no. 1, p. 55–82. https://doi.org/10.24197/st.Extra_1.2021.55-82
48. OLVERA MARTÍNEZ, María del Carmen; REYES RODRÍGUEZ, Aarón Víctor; CAMPOS NAVA, Marcos; TORRES RODRÍGUEZ, Agustín Alfredo; SOTO CAMPOS, Carlos Arturo. El enfoque STEM y el aprendizaje de las matemáticas. Dialnet, 2022, no. 66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8752690>
49. ORTEGA ARAUS, Estefanía del Rosario; FREIRE FREIRE, Andrea Gabriela; BOETA GONZÁLEZ, Leopoldo Jesús. Metodología STEM en la educación universitaria: estrategias de aprendizaje activo para las soluciones de problemas reales. 2024. [https://doi.org/10.5928/reincisol.V3\(6\)6864-6882](https://doi.org/10.5928/reincisol.V3(6)6864-6882)
50. ORTIZ-LASO, Zaira; DIEGO-MANTECÓN, José Manuel; LAVICZA, Zsolt; BLANCO, Teresa F. Teacher growth in exploiting mathematics competencies through STEAM projects. ZDM – Mathematics Education, 2023, vol. 55, p. 1283–1297. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01528-w>
51. PABÓN-RÚA, Jhon Daniel; LÓPEZ-RÍOS, Sonia Yaneth; CARDONA-ZAPATA, Mónica Eliana. Perspectivas teóricas y metodológicas sobre creatividad en Educación STEAM: una revisión sistemática. Revista Científica, 2024, vol. 51, no. 3, p. 1–21. <https://doi.org/10.14483/23448350.21959>
52. PERALES PALACIOS, Francisco Javier; AGUILERA, David. Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? Ápice. Revista de Educación Científica, 2020, vol. 4, no. 1, p. 1–15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
53. PINEDA CARO, Diana Yicela. Enfoque STEAM: retos y oportunidades para los docentes. Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa (RIPIE), 2023, vol. 3, no. 1, p. 229–244. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8897835>
54. RADFORD, Luis. Connecting theories in mathematics education: challenges and possibilities. ZDM – International Journal on Mathematics Education, 2008, vol. 40, no. 2, p. 317–327. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0090-3>
55. RAMÍREZ OROZCO, Juan Guillermo; VELÁSQUEZ SIERRA, Éver Alberto; ARROYAVE GIRALDO, Dora Inés. Una estrategia didáctica para la enseñanza de las matemáticas en el contexto rural colombiano desde el enfoque STEM centrado en meteorología. Edmain. Ediciones Universidad de Valladolid, 2024, vol. 13, no. 1, p. 23–57. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2024.23-57>
56. RAMÍREZ, María Catalina; JURADO, Laura Maríia; ÁVILA, Alba. Innovación STEM en aulas rurales: articulación entre la formación en ingeniería y la formación escolar rural colombiana. En: Encuentro Internacional de Formación en Ingeniería (ACOFI), 2020, p. 1–7. <https://doi.org/10.26507/ponencia.730>
57. RAMOS DORIA, Jairo Alberto; NÚÑEZ URUETA, Luz Esther. Enfoque STEM para desarrollar habilidades de resolución de problemas y su impacto en la gestión académica. Revista InveCom, 2024, vol. 4, no. 2, p. 1–20. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2739-00632024000200148
58. RAMOS-LIZCANO, Corina; ÁNGEL-URIBE, Isabel Cristina; LÓPEZ-MOLINA, Giovanni; CANO-RUIZ, Yuly Marcela. Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. Revista Científica, 2022. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532022000300345
59. SÁNCHEZ CAMPO, Jack Ricardo; RODELO MOLINA, Milys Karina. Enfoque STEAM: integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural. Acta Scientiae Informaticae, 2022, vol. 5, no. 5, p. 1–15. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/asinf/article/view/2721>
60. SÁNCHEZ LLAMUCA, Teresa Elizabeth; NINAHUALPA AGUIAR, Adriana Elizabeth; LÓPEZ SOLARTE, Campo Elías; VILLACÍS RAMOS, Zoila Lucrecia; ULLAURI JARAMILLO, Galecio Francisco. El enfoque STEM como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento científico en la enseñanza de Ciencias Naturales. Prospferus, 2025, vol. 2, no. 3, p. 518–536. <https://doi.org/10.63535/gv808y58>

61. SILVA-HORMAZÁBAL, Marcela; ALSINA, Ángel. STEAM for sustainability: integrating statistics and science education in a rural context. *Innovaciones Educativas*, 2023, vol. 25, no. 39, p. 188–204. <https://doi.org/10.22458/ie.v25i39.4728>
62. SOTO ZULUAGA, Adriana María; BUSTAMANTE RODRÍGUEZ, María de la Mar. El enfoque STEM en la innovación educativa: una mirada a las disposiciones didácticas de los docentes. *European Public & Social Innovation Review*, 2025, vol. 10, p. 1–17. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1276>
63. SUÁREZ-CARREÑO, Franyelit. STEM methodologies and their importance in engineering training: a scoping review. *Revista Iberoamericana de la Educación*, 2023, vol. 7, no. 2, p. 37–50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8903633>
64. SUTAPHAN, Sukanya; YUENYONG, Chokchai. STEM education teaching approach: inquiry from the context-based. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1340, no. 1. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012003>
65. TOMA, Radu Bogdan; GARCÍA-CARMONA, Antonio. «De STEM nos gusta todo menos STEM»: análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 2021, vol. 39, no. 1, p. 65–80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
66. TOMALÁ-VERA, Viviana Vanessa. La metodología STEM y su aporte al aprendizaje matemático. *Episteme Koinonia*, 2024, vol. 7, no. 13, p. 222–239. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i13.3215>
67. TORRES SÁNCHEZ, Asmilda Yokairi. Gamificación en educación secundaria latinoamericana: impacto en eficiencia interna, desafíos y oportunidades de mejora. *Pedagogical Constellations*, 2024, vol. 3, no. 1, p. 179–206. <https://doi.org/10.69821/constellations.v3i1.36>
68. TRGALOVÁ, Jana; SOKHNA, Moustapha; ASSIS, Cibelle; ALTURKMANI, Mohammad Dames; ESPINDOLA, Elisângela; HAMMOUD, Rim; SAYAH, Karima. Teachers' resource systems: their constitution, structure and evolution. En: The "Resource" Approach to Mathematics Education. Cham: Springer, 2019, p. 197–256. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-20393-1_9
69. TROUCHE, Luc; GUEUDET, Ghislaine; PEPIN, Birgit; SALINAS-HERNÁNDEZ, Ulises; SACRISTÁN, Ana Isabel. El enfoque documental de lo didáctico. *DAD-Multilingual*, 2020, p. 1–15. <https://hal.science/hal-02557744v2>
70. TYTLER, Russell; ANDERSON, Judy; WILLIAMS, Gaye. Exploring a framework for integrated STEM: challenges and benefits for promoting engagement in learning mathematics. *ZDM – Mathematics Education*, 2023, vol. 55, p. 1299–1313. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-023-01519-x>
71. VEGA ARIAS, Bladimir de Jesús. Experiencias STEAM en las aulas de la Fundación Universitaria del Área Andina. *Revista Electrónica de Divulgación sobre Metodologías STEM (REDIUNP)*, 2022 <https://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/898/759>