

LA INTERDISCIPLINARIEDAD COMO ESTRATEGIA CLAVE PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS: UNA REVISIÓN DE ENFOQUES EMERGENTES.

Nadver Enrique Restrepo Salcedo¹

naerresa@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0297-4098>

**Secretaría de Educación,
Deporte y Recreación. (SED)
Garzón, Departamento Huila
Colombia**

Luisa Fernanda Rodríguez Leal²

docente.luisa.rodriguez@colleras.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9675-8149>

**Secretaría de Educación
Municipal. (SEM)
Villavicencio, Meta.
Colombia**

Recibido: 07/11/2025

Revisado: 10/12/2025

Aprobado: 19/01/2026

RESUMEN

La interdisciplinariedad se ha consolidado como un enfoque esencial para la enseñanza de las ciencias, al integrar conocimientos, metodologías y perspectivas que favorecen el desarrollo de competencias científicas en contextos educativos diversos. Este artículo presenta una revisión narrativa de trece estudios publicados entre 2020 y 2025 en América Latina, Estados Unidos y Reino Unido, centrados en la implementación de enfoques interdisciplinarios como STEM, STEAM, y el aprendizaje basado en proyectos o problemas. La búsqueda y selección de fuentes se realizó en bases académicas de

¹ Doctorando en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertadora (UPEL). Magister en Docencia de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Docente de Química de la SED de Garzón – Huila – Colombia. Línea de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa LIDTE01. Núcleo de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa NIDTE05

² Doctoranda en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertadora (UPEL). Magister en Didáctica de la Universidad Santo Tomás. Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad de los Llanos. Docente de Matemáticas de la SEM de Villavicencio – Meta – Colombia. Línea de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa LIDTE01. Núcleo de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa NIDTE05

acceso abierto, aplicando criterios de inclusión vinculados a la pertinencia temática, el nivel educativo y la disponibilidad del texto completo. Los estudios analizados evidencian que la integración disciplinaria fortalece tres de las dimensiones centrales de las competencias científicas: la cognitiva, relacionada con procesos de pensamiento crítico y la formulación de hipótesis; la procedimental, asociada principalmente al diseño de investigaciones y resolución de problemas; y, por último, la actitudinal, relacionada con procesos como colaboración, creatividad y conciencia ambiental. Se puede evidenciar como en los contextos latinos predominan las experiencias orientadas a la contextualización social y ambiental del aprendizaje, mientras que en Estados Unidos y Reino Unido se destacan estructuras institucionales más consolidadas y procesos de evaluación sistemática.

La revisión concluye que la interdisciplinariedad favorece, y propicia, la comprensión holística de la ciencia y su aplicación práctica, pero su sostenibilidad depende de la formación docente, del apoyo institucional y de la existencia de políticas que integren, coherentemente, el currículo, la evaluación y la innovación pedagógica.

Palabras clave: Interdisciplinariedad; competencias científicas; educación STEM; formación docente, enfoques emergentes.

INTERDISCIPLINARITY AS A KEY STRATEGY FOR DEVELOPING SCIENTIFIC COMPETENCIES: A REVIEW OF EMERGING APPROACHES

ABSTRACT

Interdisciplinarity has become an essential approach to science education by integrating knowledge, methodologies, and perspectives that foster the development of scientific competencies across diverse educational contexts. This article presents a narrative review of thirteen studies published between 2020 and 2025 in Latin America, the United States, and the United Kingdom, focused on the implementation of interdisciplinary approaches such as STEM, STEAM, and project- or problem-based learning. The search and selection of sources were conducted using open-access academic databases, applying inclusion criteria related to thematic relevance, educational level, and full-text availability. The analyzed studies show that disciplinary integration strengthens three core

dimensions of scientific competence: the cognitive, related to critical thinking and hypothesis formulation; the procedural, primarily associated with research design and problem-solving; and the attitudinal, linked to collaboration, creativity, and environmental awareness. The findings indicate that, in Latin American contexts, most experiences focus on the social and environmental contextualization of learning, while in the United States and the United Kingdom, more consolidated institutional structures and systematic assessment processes prevail.

The review concludes that interdisciplinarity enhances and promotes a holistic understanding of science and its practical application; however, its sustainability depends on teacher training, institutional support, and the existence of policies that coherently integrate curriculum, assessment, and pedagogical innovation.

Keywords: Interdisciplinarity; scientific competencies; STEM education; teacher training; emerging approaches.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la enseñanza de las ciencias enfrenta el reto de formar ciudadanos capaces de comprender y aplicar el conocimiento científico en la resolución de problemas reales de su entorno. En un contexto global que se ha caracterizado por la complejidad de los desafíos ambientales, tecnológicos y sociales, la interdisciplinaridad ha emergido como un enfoque central en la educación científica. Este paradigma promueve la integración de distintas áreas de conocimiento- como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEM/STEAM por sus siglas en inglés)- para fortalecer competencias científicas y fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la indagación.

A diferencia del enfoque tradicional, basado en la transmisión de conocimientos y en la enseñanza fragmentada de contenidos, la interdisciplinariedad sugiere un aprendizaje situado en problemas auténticos y contextos significativos, lo cual permite a los estudiantes vincular la teoría con la práctica. En este sentido, se alinea con las orientaciones planteadas por PISA y los Next Generation Science Standards (NGSS), que conciben las competencias científicas como la capacidad de razonar científicamente, interpretar evidencia empírica y comunicar conclusiones fundamentadas.

En América Latina, las reformas educativas recientes han reconocido la importancia de estos enfoques para mejorar el desempeño en ciencias. No obstante, la región aún enfrenta limitaciones derivadas de currículos rígidos, evaluación tradicional, formación docente insuficiente, problemas de infraestructura, desfinanciamiento, centralización del conocimiento, entre otras. Por tal motivo, para enfrentar estas adversidades, se han generado diversas investigaciones que convergen en la exploración de estrategias interdisciplinarias como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y las experiencias STEM/STEAM, con resultados prometedores en la motivación estudiantil, la resolución de problemas, y aún más importante, el desarrollo de competencias científicas desde la apropiación del conocimiento científico.

Este artículo presenta una revisión narrativa de trece estudios publicados entre 2020 y 2025 que analizan el papel de la interdisciplinariedad en el desarrollo de competencias científicas. Los trabajos seleccionados, provenientes de bases de datos

académicas abiertas como Scopus, SciELO, Redalyc, Frontiers y Dialnet, abarcan experiencias en distintos niveles educativos —desde la educación básica hasta la formación docente y universitaria— en contextos de América Latina, Estados Unidos y Reino Unido. La selección de los artículos se realizó con base en criterios de pertinencia temática, disponibilidad pública y relación directa con el desarrollo de competencias científicas.

Los resultados generales de los estudios muestran que la interdisciplinariedad favorece tres dimensiones clave de las competencias científicas: la cognitiva, relacionada con el pensamiento crítico y la formulación de hipótesis; la procedimental, vinculada con el diseño de investigaciones y la resolución de problemas; y la actitudinal, asociada con la colaboración, la creatividad y la conciencia ambiental. Los casos latinoamericanos, especialmente en Brasil, Colombia y México, destacan por la vinculación entre ciencia, arte y medio ambiente, mientras que las experiencias del Reino Unido y Estados Unidos evidencian estructuras más consolidadas y modelos de evaluación estandarizados.

De manera transversal, la revisión identifica desafíos comunes: la falta de continuidad en las políticas educativas, la escasa formación docente interdisciplinaria y la ausencia de instrumentos de evaluación coherentes con los propósitos del enfoque. Sin embargo, las experiencias documentadas confirman que la interdisciplinariedad representa una vía efectiva para fortalecer la educación científica, al articular la investigación, la creatividad y la contextualización social del aprendizaje.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La interdisciplinariedad dentro de la educación científica se presenta hoy como una respuesta tanto epistemológica como pedagógica a las limitaciones de los enfoques que han sido estrictamente disciplinares para abordar problemas complejos del siglo XXI. Desde una perspectiva epistemológica, es válido considerar que la interdisciplinariedad reconoce que los fenómenos naturales y sociotécnicos rara vez se ajustan a los límites artificiales que separan las disciplinas académicas; en consecuencia, se puede pensar que, promover aprendizajes que integren saberes de distintas disciplinas se considera necesario para formar ciudadanos capaces de comprender, explicar y actuar sobre las problemáticas reales, en otras palabras, ciudadanos competentes.

Dentro del plano pedagógico, las estrategias interdisciplinares -incluyendo enfoques STEAM, proyectos basados en problemas y la enseñanza de cuestiones sociocientíficas- buscan desarrollar competencias complejas que trascienden el conocimiento declarativo y requieren la movilización simultánea de conceptos, habilidades, prácticas y valores de diversas áreas. Esta fundamentación subraya que la interdisciplinariedad no es simplemente “sumar materias”, sino que su base es el diseño de secuencias didácticas que permitan la negociación epistemológica entre marcos disciplinarios y la construcción de explicaciones híbridas y pertinentes (Alcívar et al, 2023) (Warkentien et al, 2022).

En la literatura contemporánea la interdisciplinariedad se conceptualiza de modo plural: como enfoque curricular, como práctica investigativa y como requisito institucional, pero con elementos compartidos: (a) la intención explícita de integrar herramientas conceptuales y metodológicas de más de una disciplina; (b) la búsqueda de comprensión ampliada de fenómenos complejos y reales; y (c) la orientación hacia la resolución práctica de problemas reales. En contexto educativos, autores y revisiones recientes como la elaborada por Warkentien y sus colaboradores (2022), resaltan que la interdisciplinariedad efectiva implica diseño curricular intencional, formación docente y estructuras institucionales que faciliten la colaboración entre departamentos. Estudios sobre la integración curricular STEAM enfatizan además la necesidad de diseñar actividades que hagan explícitas los límites disciplinares y las razones pedagógicas de su integración, evitando una fusión acrítica que diluya la rigurosidad científica. De acuerdo con Alcívar et al (2023): “La metodología STEAM tiene un enfoque integrador e interdisciplinario, con las que se logra desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas para la resolución de problemas en distintas áreas del conocimiento”.

Desde la perspectiva de políticas y estándares educativos, en países como Estados Unidos la implementación de los *Next Generation Science Standards (NGSS)* y en documentos de análisis sobre estándares se observa un énfasis explícito en la integración de disciplinas, por ejemplo, la ciencia con matemática y diferentes campos de la ingeniería, para favorecer el aprendizaje aplicable y el desarrollo de conocimientos. En América Latina, por otra parte, la discusión sobre la interdisciplinariedad se entrelaza

con retos contextuales: inequidades en recursos, diversidad cultural y prioridades curriculares que a menudo difieren por país. Revisiones regionales proponen que la interdisciplinariedad puede potenciar competencias críticas y contextuales cuando se ancla en problemas locales y cuando los docentes cuentan con apoyo metodológico y formación continua para mediar entre saberes. Autores como Pereira y colaboradores (2022), han señalado que la interdisciplinariedad bien diseñada contribuye a relevancia social del currículo y a la motivación estudiantil, siempre que exista una articulación clara entre objetivos de aprendizaje y evaluación.

Siempre que se emplee el concepto de competencia será necesario remitirse a aquellos autores pioneros en el desarrollo de esta teoría, en un primer lugar se encuentra Noam Chomsky, quien en 1965 publica su obra titulada “*Aspects of the Theory of Syntax*”, en esta obra Chomsky establece una diferencia conceptual entre la noción de competencia y la de actuación, estableciendo así que una competencia es todo conocimiento innato y subconsciente que posee todo hablante acerca de su lengua, lo que le permite generar y comprender oraciones correctas y coherentes (Chomsky, 1965).

Aunque su contribución dentro del ámbito de las competencias se centra principalmente en competencias lingüísticas, lo cierto es que su concepción es extrapolable a todos los campos del saber, pues se puede interpretar que una competencia está constituida de una serie de habilidades que emplea una persona para enfrentar una situación que es desconocida o que no posee una experiencia previa para resolver; pues, desde la perspectiva de Chomsky, una persona es capaz de crear una

oración con sentido y coherencia, empleando herramientas de su lenguajes, sin haber escuchado o haber empleado esa misma oración antes.

Centrando la atención en el campo de la educación, uno de los pioneros en introducir el concepto de competencia fue David McClelland, quien en 1973 publica su obra *“Testing for Competence Rather Than for 'Intelligence’”*, en este artículo postula que las pruebas ocupacionales empleados por los psicólogos para medir la correlación entre aptitudes y éxito laboral no son válidos, ya que no muestran valores significativos de correlación entre estas variables. A partir de esta observación, propone que se debe medir la capacidad de las personas para aplicar conocimientos, habilidades y comportamientos en el cumplimiento de una labor. De esta manera, se esboza uno de los primeros conceptos de competencia. Por otra parte, McClelland introdujo el término "competencia" para describir las cualidades que determinan el éxito en un entorno específico y promovió la idea de evaluar a las personas en función de competencias específicas en lugar de basarse únicamente en pruebas de coeficiente intelectual (McClelland, 1973).

En este sentido, otro de los autores pioneros que ha desarrollado un constructo sobre el concepto de competencia es Perrenoud, quien se ha dedicado por décadas a construir y evolucionar dicho concepto, dentro de su texto *“Diez Nuevas Competencias Para Enseñar”* recoge y sintetiza sus ideas estableciendo así que una competencia es: “(...) la capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones”. Con lo anterior, se entiende que Perrenoud también establece la necesidad

de emplear el conocimiento que se adquiere en la resolución de situaciones que se pueden presentar en contextos diferentes a los que se ha generado dicho conocimiento (Perrenoud, 2004).

Dentro de su postulado, Perrenoud identifica una serie de competencias indispensables para lograr una enseñanza exitosa, es decir, se centra en el que hacer docente para que este influya en el desarrollo de las competencias de sus estudiantes; de tal manera que un docente debe tener la capacidad de organizar y dirigir situaciones que propicien el aprendizaje, gestionar y evaluar la progresión del aprendizaje e involucrar a los estudiantes en su proceso educativo. La evolución de su concepto amplía la teoría abstracta de Chomsky, pues en ella se establece la necesidad de preparar a los estudiantes para los problemas reales y complejos, es decir, que las competencias se deben aplicar en contextos específicos, así mismo el aprendizaje debe ocurrir en un contexto específico y relevante que permita desarrollarlas de manera permanente, puesto que no es algo que se alcance simplemente mediante transmisión, ya que debe existir un proceso de reflexión y practicar para desarrollar en pleno una competencia.

METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN

Dentro del siguiente apartado se describen los procedimientos que se siguieron para llevar a cabo la revisión narrativa del presente artículo. Incluyendo aspectos como el diseño metodológico, la estrategia de búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión,

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

la selección de fuentes y la síntesis de los datos, así como la limitación de este enfoque. Se ha optado por una revisión narrativa, entendida como un estudio de corte cualitativo de literatura secundaria en el que se recogen, analizan, sintetizan y discuten enfoques teóricos, empíricos y prácticos relacionados con interdisciplinariedad y competencias científicas. A diferencia de una revisión sistemática, este diseño permite mayor flexibilidad en la selección de estudios y una mayor amplitud temática (Snyder, 2019), lo que resulta en un enfoque apropiado para explorar tendencias emergentes.

El alcance geográfico de la revisión abarca América Latina principalmente, Estados Unidos y Reino Unido, con el fin de capturar contextos con diferencias culturales, políticas educativas y prácticas pedagógicas que permiten identificar tanto convergencias como particularidades. Cronológicamente la revisión se centró en publicaciones entre 2020 y 2025, de modo que se incluye una evidencia reciente, aunque también se admiten algunas obras anteriores debido a su influencia y reconocimiento.

El contenido que se analizó incluye estudios empíricos, revisiones previas, informes de políticas educativas, tesis a nivel magistral y doctoral, y disertaciones relevantes y de acceso público, adicional a documentos teóricos que aporten marcos conceptuales sólidos sobre interdisciplinariedad y competencias científicas.

La búsqueda de información se realizó empleando bases de datos electrónicas y motores de descubrimiento como: Scopus, Web of Science, ERIC (*Education Resources Information Center*), Google Scholar y SciELO (para literatura latinoamericana en español y portugués). También se revisaron informes institucionales, repositorios

institucionales y políticas educativas naciones e internacionales (SciELO, 2019) (SCOPUS, 2025).

Se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés, adaptadas a cada base de datos, con uso de operadores booleanos para combinar términos como *interdisciplinarity/interdisciplinariedad*, *scientific competencias/competencias científicas*, *emergin approaches/enfoques emergentes*, *STEAM*, *STEM*, *aprendizaje basado en proyectos*, *integración curricular*, *colaboración docente*, *enseñanza de las ciencias*, en otro otros.

Adicionalmente formulas como: *interdisciplinar* OR “cross-disciplinary” OR STEAM) AND (“scientific competence*” OR “competencias científicas”) AND (emerging approach* OR tendencias OR innovación*. Adaptando términos al español de tal forma que resulten: *“interdisciplinariedad” + “competencias científicas” + “enfoques emergentes”*.

Para garantizar que los estudios seleccionados resulten pertinentes, de calidad, y cuyo aporte sea consistente con el objetivo del estudio, se aplicaron los siguientes criterios.

1. Temporalidad: Serán considerados estudios y artículos publicados entre 2020 y 2025. Adicionalmente, se podrá incluir material anterior sólo si es citado de forma frecuente en estudios recientes y aportan al marco teórico fuente. De acuerdo con Snyder (2019) este período es considerado pertinente para identificar tendencias emergentes y evitar sesgos por obsolescencia de la literatura.

2. Idioma: Serán tomados en cuenta estudios publicados en español e inglés, puesto que representan un mayor rango de búsqueda, así como estrategias empleadas en diferentes regiones que sirven para ampliar el contexto cultural de los enfoques emergentes.
3. Tipo de documento: artículos revisados por pares; revisiones previas, tesis/disertaciones con versión público; informes de política educativa oficiales y vigentes.
4. Contenido temático: que traten directamente sobre interdisciplinariedad o enfoques interdisciplinarios aplicados a la educación científica; que incluyan de forma explícita el desarrollo de competencias científicas (o capacidades científicas similares).
5. Contexto geográfico: América Latina, Estados Unidos y Reino Unido principalmente, pues, como se mencionó anteriormente, aportan con enfoques emergentes desde culturas diferentes.

Por otra parte, será excluidos los estudios que presentan alguno de los siguientes criterios:

1. Documentos que no estén disponibles públicamente o no tengan al menos resumen en uno de los idiomas (español o inglés)
2. Estudios que solo mencionen interdisciplinariedad en forma tangencial, sin análisis concreto ni evidencia empírica o teoría relevante.

3. Documentos puramente opinativos sin respaldo empírico o referencia académica verificable.
4. Materiales cuya calidad no puede ser verificada (por ejemplo, publicaciones no revisadas por pares, blogs no académicos, documentos sin autores o con credibilidad dudosa) (Turnbull, 2023)

El proceso de selección constará de las siguientes etapas:

1. Búsqueda inicial: aplicación de estrategias de búsqueda en cada base de datos con los términos definidos.
2. Registro de resultados: se llevará un registro en una matriz bibliográfica con contexto, disciplina, enfoque didáctico, dimensión de competencias, evidencia y observaciones clave.
3. Filtrado por título y resumen: los artículos identificados serán evaluados primero por título y resumen, para descartar los que claramente no cumplen con los criterios de inclusión.
4. Revisión del texto completo: para los seleccionados en la etapa anterior, se leerá el texto completo para confirmar cumplimiento de criterios y para extraer la información relevante.

Para los estudios incluidos se extraerá información sistemática según categorías predeterminadas, tales como:

- Autor/es, año, país de estudio.
- Tipo de nivel educativo.

- Disciplinas integradas en la estrategia interdisciplinaria (por ejemplo, ciencias + matemáticas; ciencias + STEM/STEAM)
- Enfoque didáctico utilizado (proyectos, problemas reales, cuestiones sociocientíficas, aprendizaje por investigación, etc.)
- Dimensiones de competencias científicas abordadas: explicar, investigar, interpretar evidencia, evaluar modelos, etc.
- Evidencia de impacto (evaluaciones, comparaciones, observaciones, percepciones docentes o estudiantes)
- Barreras, facilitadores y condiciones de implementación identificadas.

La síntesis será cualitativa, organizada en temas (temáticas emergentes) derivados del análisis comparativo entre estudios y contextos. Se buscará agrupar hallazgos comunes, contrastar diferencias significativas, y extraer implicaciones para la práctica educativa y la política.

Para fortalecer la credibilidad del estudio, se incluirán:

- Un diagrama de flujo que muestre el proceso de selección de artículos (número de artículos encontrados en cada base, excluidos en cada etapa, seleccionados finalmente).
- Explicitar los criterios en todas las etapas para minimizar el sesgo de selección.
- Reflexión sobre las limitaciones propias del diseño narrativo: por ejemplo, riesgo de sesgo por subjetividad en la selección, posibilidad de omisión de literatura no

indexada o en otros idiomas, y que no se realizará metaanálisis ni síntesis cuantitativa formal (Page et al, 2020).

RESULTADOS DE LA REVISIÓN

A continuación, se presentan los hallazgos de la revisión de literatura, incluyendo: (a) registro de artículos iniciales, (b) diagrama de flujo del proceso de selección, (c) síntesis temática de los estudios seleccionados, con especial atención a aquellos que ofrecen enfoques emergentes, estrategias didácticas, impacto en competencias científicas, diferencias regionales, barreras y facilitadores.

Basado en la estrategia de búsqueda desarrollada y propuesta en el capítulo anterior, estas son algunas de las publicaciones encontradas que cumplen con los criterios de acceso público, período reciente, que abordan la interdisciplinariedad desde el enfoque STEM y aportan al desarrollo de competencias científica en países como Estados Unidos, Reino Unido y Latinoamérica:

Tabla 1 Ficha bibliográfica de los artículos seleccionados

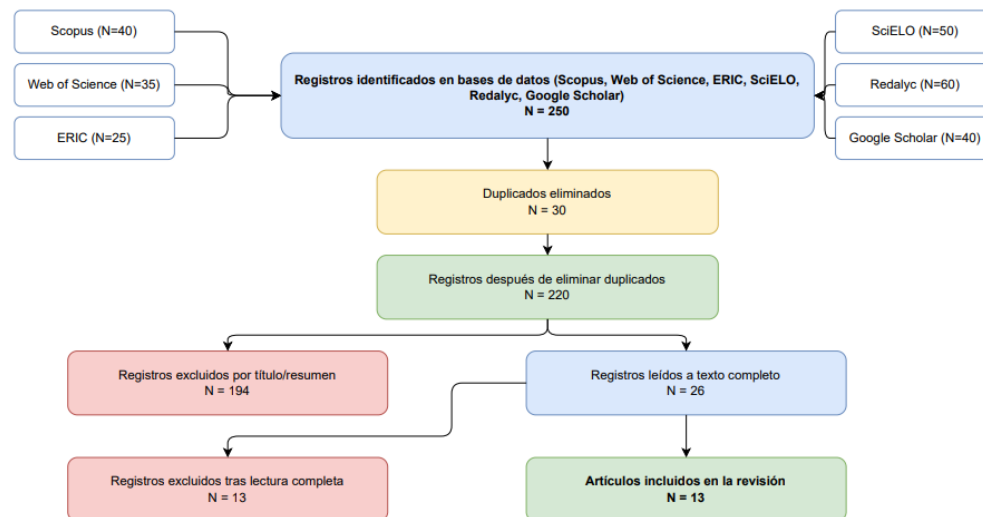
No	Títulos	Autor/es	Año	País	Revista
1	STEM Teacher Professional Learning Through Immersive STEM Learning Placements in Industry: A Systematic Literature Review	Hurley, M; Butler, D&McLoughlin E.	2024	Reino Unido	Journal for STEM Education Research
2	Accelerating STEM education reform: linked communities of practice promote creation of open educational resources and sustainable professional development.	Kleinschmit, A; Rosenwald, A; Ryder, E; Donovan, S; Murdoch, B; Grandgenett, N; Pauley, M; Triplett, E; Tapprich, W & Morgan, W.	2023	Estados Unidos	International Journal of STEM Education
3	Fostering knowledge integration through individual competencies: the impacts of perspective taking, reflexivity, analogical reasoning and tolerance of ambiguity and uncertainty.	Vogel; Olga&Hunecke; M.	2024	Alemania	Instructional Science
4	Interdisciplinarity through internationality: results from a US-Mexico graduate course bridging computational and plant science.	Chitwood, D; Rougon, A&VanBuren, R.	2024	Estados Unidos/México	Plant Direct.
5	Reimagining informal STEM learning opportunities to foster STEM identity development in underserved learners	Çolakoğlu, J; Steegh, Anneke&Parchmann, I	2023	Estados Unidos/Australia	Frontiers.
6	Abordagem STEAM na Prática: Desenvolvimento de Material Didático com Foco no Meio Ambiente	Marques, R & Oliveira, T.	2024	Brasil	Latin American Journal of Science Education

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

7	Developing research competencies in secondary school teachers within the context of contemporary educational content	Katayev, Y&Burdina, E.	2023	Brasil	Educ. Pesqui.
8	Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: revisión a la producción de trabajos de grado.	Marín, A; Cano, J&Mazo, A.	2023	Colombia	Revista Científica
9	Educación STEAM en Colombia	Suárez, A.	2024	Colombia	Entre Ciencia e Ingeniería
10	La Educación STEM como método de enseñanza para el desarrollo de Competencias del Siglo XXI	Albarracin, R.	2022	Colombia	Metaverse Basic and Applied Research.
11	Desarrollo de las competencias científicas por medio de una unidad didáctica en estudiantes de grado sexto de básica secundaria.	Arrieta, E&López, J.	2021	Colombia	Tecné, Episteme y Didaxis: TED
12	Competencias científicas en los currículos de Ciencias Naturales: estudio comparativo entre Brasil, Chile y Colombia.	Zompero, A; Parga, D; Werner, C. & Vildósola, X.	2022	Colombia/Latinoamérica	Praxis&Saber
13	Ciencia, didáctica y tecnología en la interdisciplinariedad para el desarrollo de competencias	Herrera, C; Herrera, J & Córdoba, D.	2024	Nicaragua	Ciencias de la Educación y Humanidades

Basado en los criterios de búsqueda, se realizó el siguiente diagrama de flujo:

Figura 1 Diagrama de flujo registros en bases de datos



A partir de la revisión de los 13 artículos resultantes, se considera viable abordar las siguientes líneas temáticas, de acuerdo con su relevancia frente a enfoques emergentes en interdisciplinariedad y aportes al estudio.

- Formación docente inmersiva en entornos reales: El estudio presentado por Hurley et al (2024), muestra que las estancias en la industria para docentes, tanto en servicio como en formación inicial, fortalecen su visión interdisciplinaria, incrementan su motivación para incorporar contextos reales en la enseñanza, adicionalmente, favorecen el desarrollo de competencias científicas, críticas y de colaboración, creatividad, metacognición, entre otras.

- Apropiación curricular en Colombia: Marín y sus colaboradores (2023) indican que en Colombia los trabajos de grado muestran una tendencia creciente hacia el uso del STEM, mucho más que hacia el STEAM, con una comprensión de la interdisciplinariedad centrada en la integración de disciplinas, aunque en muchas ocasiones la integración está en el diseño pretendido y no necesariamente en la ejecución efectiva.
- Comunidades de práctica y desarrollo profesional continuo: Otros artículos, de los listados previamente, evidencian que las comunidades de aprendizaje profesional, especialmente aquellas que incluyen soporte institucional y recursos, son clave para que los docentes logren implementar enfoques interdisciplinarios que impacten en el desarrollo de competencias científicas.
- STEAM en contextos locales: En América Latina -y en Colombia particularmente- hay una mayor tendencia de vincular proyectos interdisciplinarios con problemas sociales o ambientales locales, lo que favorece la relevancia de estos para los estudiantes, generando mayor motivación en los aprendizajes, alcanzando así aprendizaje significativo y desarrollo de competencias científicas.
- Por otro lado, frente a la dimensión de las competencias científicas desarrolladas, se pueden establecer las siguientes líneas:
- Investigación, indagación y diseño experimental: Varios estudios muestran que los docentes formados mediante experiencias interdisciplinarias, específicamente para aquellos docentes inmersos en la industria, diseñan actividades que incluyen

el planteamiento de hipótesis, experimentación o indagación, interpretación de datos, etc. Tal como se encuentra en Hurley et al (2024) “The teachers indicated that they hoped to expand their content knowledge about industry practices, as well as their pedagogical content knowledge.”

- Interpretación de evidencia y pensamiento crítico: Existe evidencia de que las estrategias interdisciplinarias favorecen que los estudiantes no solo aprendan o memoricen conceptos, sino que los cuestionen, comparen fuentes, evalúen modelos y argumentos, especialmente en contextos STEAM con problemas reales.
- Colaboración, creatividad y habilidades metacognitivas: Estudios señalan que estas competencias blandas o transversales, como la colaboración, creatividad, tolerancia a la ambigüedad, reflexividad, emergen como componentes críticos cuando se dan espacios de interdisciplinariedad real, y no interdisciplinariedad superficial, que solo comprende la utilización de conceptos de otras áreas en las ciencias naturales, sin tener una apropiación real del concepto.
- A nivel regional, se pueden considerar las siguientes diferencias principales:
- En Colombia, los estudios muestran una riqueza y bagaje conceptual y buenos diseños teóricos o de propuestas, pero también se detectan algunas barreras frecuentes, como lo son los recursos limitados, variabilidad en formación docente, falta de continuidad institucional, centralización del conocimiento, debilidades en evaluación de impacto, entre otras.

- En países como Estados Unidos y Reino Unido hay una mayor disponibilidad de programas institucionales, más fondos y recursos tecnológicos, así como experiencias piloto que logran medir impactos más sólidos en competencias científicas, especialmente cuando existe colaboración academia-industria y políticas de apoyo bien estructuradas y con objetivos claros.
- En Brasil y otros países de Latinoamérica, comparados con Colombia, se observa mayor diversidad de escalas de implementación, que van desde programas nacionales hasta iniciativas locales, lo que puede favorecer la replicabilidad de prácticas, pero también implica la aparición de contextos muy disímiles.

Por último, se encuentran las siguientes barreras y facilitadores

Tabla 2 Barreras y facilitadores

Facilitadores	Barreras
Apoyo institucional (financiamiento, infraestructura, políticas que permiten tiempo docente y espacios físicos adecuados).	Limitaciones de recursos materiales, tecnológicos y de infraestructura, especialmente en colegios de zonas rurales o instituciones de bajo financiamiento.
Formación docente específica y continua, con experiencias reales o inmersivas.	Formación docente insuficiente para diseñar y llevar a cabo interdisciplinariedad efectiva.
Diseños curriculares claros que permiten la integración disciplinar concreta, no solo retórica.	Evaluaciones tradicionales que no valorizan competencias científicas integradas, por ejemplo, exámenes estandarizados, centrados en el contenido disciplinar.
Relevancia contextual, con vinculación de problemas locales, intereses de estudiantes y pertinencia social.	Falta de continuidad o escalabilidad en proyectos piloto; muchas iniciativas quedan aisladas o son temporales.
Colaboración entre disciplinas, con docentes de diferentes áreas trabajando junto.	Desigualdad regional: diferencias marcadas entre regiones urbanas y rurales, instituciones bien dotadas y aquellas con recursos escasos.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación, se presenta la ficha de extracción bibliográfica, se seleccionaron las características más relevantes, con el fin de poder visualizar, y comparar, qué tan fuerte es la evidencia presentada en cada caso.

Tabla 3 Matriz Bibliográfica

NO.	CONTEXTO / NIVEL EDUCATIVO	DISCIPLINAS INTEGRADAS	ENFOQUE DIDÁCTICO / INTERVENCIÓN	DIMENSIONES DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS (SEGÚN PISA-LIKE)	EVIDENCIA DE IMPACTO (QUÉ SE MIDió)	OBSERVACIONES CLAVE
1	Formación docente pre-/in-service	STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas)	Immersive placements en industria para docentes	Diseñar/ejecutar investigaciones; aplicar conocimiento; toma de evidencia	Revisión sistemática de 9 estudios: auto-reportes docentes, cambios en intenciones de práctica; pocos seguimientos longitudinales.	Aporta diseño de programas de inmersión; evidencia mayormente cualitativa/auto-reportes.
2	Educación superior / profesorado	STEM + recursos OER colaborativos	Comunidades de práctica para creación/adaptación OER	Innovación pedagógica; colaboración docente; transferencia	Descripción de implementación, datos cualitativos y medibles en adopción de OER	Modelo útil para escalamiento y sostenibilidad profesional docente.
3	Investigación experimental / interdisciplinaria	Competencias individuales para integración (no disciplinas concretas)	Evaluación experimental de competencias individuales (perspective taking, reflexivity)	Integración de conocimiento; tolerancia ambigüedad; razonamiento analógico	Medición cuantitativa de relaciones predictivas entre competencias individuales y conocimiento integrado	Identifica competencias personales que facilitan trabajo interdisciplinario.
4	Posgrado (curso US-Mexico)	Computación + ciencias vegetales (plant science + comp)	Curso interdisciplinario internacional; evaluaciones semestrales	Movilidad entre dominios: aprender prácticas de otra disciplina; colaboración	Encuestas pre/post, análisis de adquisición de habilidades y autopercepción	Caso que ejemplifica internacionalización e integración disciplinar.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5	Informal / programas extraescolares	STEM integrado con identidad y contexto	Programas informales centrados en identidad STEM de estudiantes vulnerables	Interpretación de evidencia; identidad científica; motivación y compromiso	Revisión de 13 estudios; evidencia mixta, recomendaciones de diseño	Recomienda diseño específico para estudiantes marginados.
6	Aulas proyectos (Brasil)	STEAM (ciencia + arte + medio ambiente)	Desarrollo de materiales didácticos con foco ambiental	Interconexión conceptual; aplicación práctica; conciencia ambiental	Informe de implementación y ejemplos de materiales; evidencia cualitativa	Buen ejemplo de diseño de materiales interdisciplinarios con foco local.
7	Formación docente (Brasil)	Investigación educativa / pedagogía científica	Programa para desarrollar competencias investigativas en docentes	Hacer investigación; formular preguntas; análisis de datos	Evaluación pre/post en docentes; indicadores de competencia investigativa	Modelo replicable para desarrollo docente en investigación educativa.
8	Formación inicial (trabajos de grado)	STEM/STEAM en instituciones colombianas	Revisión documental de trabajos de grado	Integración disciplinar propuesta; diseño instruccional	Análisis documental; frecuencia y características en trabajos de grado	Revela apropiaciones y limitaciones conceptuales en Colombia.
9	Revisión editorial (Colombia)	STEAM (visión nacional)	Estado del arte / editorial	Competencias del siglo XXI; pensamiento crítico; creatividad	Reflexión y síntesis nacional; no datos empíricos cuantitativos	Útil para contextualizar políticas y debates nacionales.
10	Secundaria (Don Bosco, Villavicencio)	STEM (Ciencia, Tecnología, Matemáticas)	Propuesta curricular interdisciplinaria ; PBL / PjBL	Resolución de problemas; colaboración; pensamiento crítico	Estudio de caso con evidencias (descriptivas) y evaluación de procesos	Documento accesible en PDF con resultados de intervención local.
11	Primaria/ secundaria (grado 6)	Ciencias (unidad didáctica)	Unidad didáctica experimental (cuasiexperimental)	Formular preguntas, diseñar indagación, interpretar evidencia	Diseño cuasiexperimental con grupo control; mediciones pre/post	Evidencia empírica local sobre efectividad de unidad didáctica.
12	Comparativo curricular (Brasil/Chile/Colombia)	Currículos nacionales (Ciencias Naturales)	Estudio documental comparativo	Definiciones y categorías competencias científicas	Análisis documental; clasificación en 7 categorías (procedimental, epistemológica, etc.)	Instrumental para comparar marcos y detectar vacíos entre países.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

13	Ensayo / experiencia (LatAm)	Ciencia + Didáctica + Tecnología	Relatos de experiencia en entornos universitarios / laboratorios	Competencias científicas, tecnológicas, didácticas	Evidencia cualitativa / relatos de práctica	Aporta ejemplos prácticos y recursos para aulas universitarias y escuelas.
----	------------------------------------	--	--	---	--	---

La interdisciplinariedad se presenta como una estrategia con potencial real, siempre y cuando se implemente de forma adecuada, es decir, a partir de un diseño curricular sólido, formación docente adecuada, vínculos con problemas reales o entorno auténticos, las estrategias interdisciplinarias tienen un papel decisivo para el desarrollo de las competencias científicas (investigación, pensamiento crítico, interpretación de evidencia).

No todos los estudios miden impacto de forma cuantitativa o longitudinal; muchos reportan datos cualitativos o autorreportes. En Colombia, por ejemplo, muchos trabajos de grado describen expectativas y proyectos, pero pocos estudios presentan un diseño experimental robusto o con un seguimiento experimental. Muchos proyectos, de tipo piloto, funcionan bien en instituciones específicas, pero la replicabilidad en distintos contextos, sobre todo en aquellos rurales o con un déficit de financiamiento y descentralizadas, es muy limitada. Lo que lleva a considerar que las barreras estructurales son más fuertes en países latinos que en los países norteamericanos o europeos, aunque allí también hay retos. En Colombia, la formación inicial docente, la

infraestructura y las prácticas tradicionales de los docentes emergen como factores críticos.

DISCUSIÓN

La revisión de los trece artículos ilustra una convergencia conceptual entre la interdisciplinariedad y el desarrollo de competencias científicas como ejes transformadores de la enseñanza de las ciencias naturales. Sin embargo, las formas en que en cada contexto abordan esta relación varía significativamente según las políticas educativas, los enfoques pedagógicos y los recursos institucionales a disposición de los educadores.

Una primera tendencia destacada es el reconocimiento de la interdisciplinariedad como necesidad estructural para enfrentar los retos contemporáneos de la educación científica. Estudios como los de Osborne et al (2019) y Williams & Roth (2019) argumentan que la fragmentación disciplinar limita el pensamiento complejo y obstaculiza la comprensión de fenómenos reales que requieren de múltiples perspectivas. Williams & Roth (2019), plantean, además, “(...) *at the heart of these practical problems, I would argue, is the fact that schools are not really built for interdisciplinary curricula and pedagogies*”, a partir de allí establecen la necesidad de transformación de las escuelas, que permita una verdadera interdisciplinariedad curricular.

En la misma línea, autores como Herrera et al (2024) destacan que los enfoques interdisciplinarios fomentan habilidades cognitivas superiores como la formulación de hipótesis, la argumentación basada en evidencia y la modelización científica. Asimismo, en Latinoamérica, cuando se formulan proyectos de aula interdisciplinarios desde la estructuración de problemas contextualizados, se promueve un aprendizaje significativo y se desarrollan competencias científicas de alto nivel, como lo son aquellas de nivel explicativo, procedimental y actitudinal, este hallazgo coincide con la visión pragmática retomada por Williams&Roth, pues la experiencia situada representa el núcleo del aprendizaje científico.

De los trece artículos revisados, nueve emplean diseños cualitativos o mixtos, centrados en el análisis de experiencias didácticas y en la evaluación de programas de enseñanza interdisciplinaria. Los estudios desarrollados en Estados Unidos y el Reino Unido, se destacan por el uso de métodos mixtos que integran análisis de desempeño estudiantil, entrevistas a docentes y observación en aula, lo que favorece y nutre la validez interna de sus hallazgos.

En contraste, las investigaciones latinas, aunque ricas en descripción pedagógica, presentan limitaciones en la medición sistemática de competencias científicas. Estudios como el desarrollado por Albarracín (2022) sobre proyectos desde el enfoque STEM muestra un avance significativo en pensamiento científico, pero carece de instrumentos estandarizados que permitan comparar resultados entre diferentes instituciones.

Este patrón revela un vacío metodológico en América Latina, donde la interdisciplinariedad es reconocida como valiosa, pero aun carece de herramientas evaluativas robustas que midan de manera confiable las competencias científicas desarrolladas.

Los resultados de los artículos revisados evidencian que la interdisciplinariedad contribuye al desarrollo de tres dimensiones clave de las competencias científica:

- Dimensión cognitiva: referida al uso de estrategias de investigación y resolución de problemas. El trabajo de Arrieta&López (2021) muestra cómo la integración curricular en torno a una problemática real favorece la construcción de modelos explicativos más sólidos por parte de los estudiantes.
- Dimensión procedimental: Referida al uso de estrategias de investigación y resolución de problemas. En el estudio de Katayev & Burdina (2023), los estudiantes desarrollaron proyectos experimentales combinando herramientas matemáticas, tecnológicas y científicas, demostrando mayor autonomía en la formulación y validación de hipótesis.
- Dimensión actitudinal: que incluye la colaboración, la responsabilidad ambiental y el pensamiento crítico. En Contextos latinoamericanos, Herrera y sus colaboradores (2024) identifican mejoras notables en la disposición de los estudiantes a participar en actividades de relevancia social del conocimiento.

Los estudios revisados muestran que a interdisciplinariedad adquiere características particulares según los contextos nacionales, niveles educativos y políticas formativas. En Latinoamérica, la integración curricular tiende a ser la respuesta a la necesidad de contextualizar el aprendizaje científica en las realidades sociales, ambientales y tecnológicos del contexto del estudiante. Por ejemplo, en el estudio brasileño sobre formación docente en investigación educativa evidencia que los programas interdisciplinarios potencian la capacidad de formular preguntas e interpretar datos empíricos, aunque dependen fuertemente del acompañamiento institucional y de los recursos pedagógicos disponibles (Katayev&Burdina, 2023).

En el caso colombiano, las experiencias de integración STEM/STEAM muestran un esfuerzo por vincular las disciplinas científicas con la creatividad, el arte y la resolución de problemas, buscando fortalecer las competencias como la indagación, pensamiento crítico y aplicación del conocimiento científico en contextos reales (Marín et al, 2023) (Albarracín, 2022) (Herrera et al, 2024). Sin embargo, varios estudios señalan que la interdisciplinariedad enfrenta obstáculos estructurales: currículos fragmentados, escasa formación docente en integración disciplinar y evaluaciones que priorizan contenidos aislados.

En contraste, los estudios de Estados Unidos y Reino Unido se centran más en el diseño metodológico y la medición del impacto. La revisión sobre aprendizaje docente a través de experiencias inmersivas en la industria resalta un fortalecimiento en la aplicación del conocimiento científico y la colaboración interdisciplinar, aunque identifica

una brecha entre la intención pedagógica y la práctica sostenida en el aula (Hurley et al, 2024).

De forma similar, las comunidades de práctica en educación superior ofertadas para la creación de recursos abiertos interdisciplinarios muestran resultados positivos en la innovación de prácticas pedagógicas, pero requieren mecanismos estables de sostenibilidad institucional (Kleinschmit, y otros, 2023), dentro de sus hallazgos plantean “(...) All 12 FMN respondents viewed their participation as a positive professional development experience, resulting in increased confidence in teaching bioinformatics and creating module adaptations”.

Del conjunto de artículos se desprende una convergencia en torno a tres ejes centrales, el primero es la formación docente desde una perspectiva y programas interdisciplinarios, el segundo es el aprendizaje basado en proyectos y el último refiere a la contextualización de la ciencia. Los programas de formación docentes que se basan en la investigación y la colaboración -como los documentados en Brasil- destacan el rol del profesorado como mediador entre disciplinas, capaz de integrar el conocimiento y promover la indagación como base del conocimiento y la competencia científica en los estudiantes (Katayev&Burdina, 2023) (Hurley et al, 2024).

Por su parte, las experiencias curriculares y didácticas encontradas en Latinoamérica muestran que los proyectos interdisciplinarios orientados al entorno fortalecen competencias como la formulación de preguntas, el diseño experimental y la interpretación de evidencias (Albarracín, 2022) (Arrieta & López, 2021) (Zompero et al,

2023). Adicionalmente, los programas extraescolares o informales centrados en la identidad científica permiten conectar la ciencia con los intereses personales y sociales de los estudiantes, lo que reduce brechas de género y vulnerabilidad social, definido por Çolakoğlu et al (2023) como *“people can experience structural or cultural barriers to STEM fields as well as discrimination and prejudice based on their gender, ethnicity, or class”*.

Los estudios coinciden en que la interdisciplinariedad, cuando se implementa desde una visión más flexible y contextual, no lo mejora el aprendizaje conceptual, sino que formenta la autonomía cognitiva y el pensamiento científico reflexivo. Sin embargo, aún existen carencia en la evaluación de impacto a largo plazo y en la sistematización de resultados comparables entre contextos. Los hallazgos de la revisión sugieren que la interdisciplinariedad debe entenderse no como una simple yuxtaposición de disciplinas, sino como una construcción epistémica y pedagógica que promueve competencias científicas a partir de la integración de perspectivas.

Las investigaciones recientes evidencian que los contextos más exitosos combinan formación docente continua, infraestructura colaborativa, evaluación basada en desempeño y vinculación con problemas sociales. Los casos de Brasil y Colombia son ejemplares en este sentido, al integrar prácticas locales de sostenibilidad y arte en la enseñanza científica (Marques&Oliveira, 2024) (Marín et al, 2023).

En el ámbito internacional, el trabajo interdisciplinario requiere mecanismos estables de co-docencia, redes académicas y comunidades de práctica que aseguran la

transferencia del conocimiento entre niveles educativos (Kleinschmit et al, 2023) (Chitwood et al, 2024). Asimismo, los resultados apuntan a la necesidad de desarrollar instrumentos de evaluación integrales, que midan la aplicación del conocimiento, la colaboración y la creatividad científica, más allá del rendimiento conceptual.

CONCLUSIONES

El conjunto de evidencias sirve como la base que permite afirmar que la interdisciplinariedad constituye una estrategia eficaz para fortalecer las competencias científicas, especialmente cuando es implementada en contextos donde los problemas reales del entorno se convierten en punto de partida del aprendizaje.

Los estudios analizados demuestran que esta integración favorece el desarrollo de habilidades como la interpretación de datos, formulación de hipótesis, la resolución de problemas y la argumentación científica, todas ellas reconocidas por marcos internacionales como PISA o Next Generation Science Standards (Zompero et al, 2023) (Albarracín, 2022).

En la práctica docente, los enfoques interdisciplinarios revisados aportan metodologías replicables y adaptables. Por ejemplo, las unidades didácticas experimentales en grado sexto y los proyectos STEAM en educación medio evidencian mejoras en la participación estudiantil y la comprensión conceptual de la ciencia (Arrieta&López, 2021) (Herrera et al, 2024). Asimismo, la formación docente basada en

investigación y co-creación de materiales promueve una reflexión pedagógica que trascienda la simple transmisión de contenidos hacia el desarrollo de competencias científicas (Kleinschmit et al, 2023) (Katayev&Burdina, 2023).

Aunque se constata un creciente interés por la interdisciplinariedad, aún existen vacíos en la evaluación longitudinal y en la comparabilidad de resultados entre contextos. La mayoría de los estudios presenta evidencias cualitativas o auto-reportadas, lo que limita la inferencia casual sobre el desarrollo de las competencias científicas (Hurley et al, 2024) (Çolakoğlu et al, 2023).

Nace, entonces, el principal reto en América Latina, el cual es lograr la institucionalización sostenible de las prácticas interdisciplinarias. Los estudios de Brasil y Colombia evidencian experiencias prometedoras, pero fragmentadas, que requieren apoyo político, financiamiento y formación continua de docentes (Marques&Oliveira, 2024) (Marín et al, 2023) (Suárez, 2024). Además, la evaluación debe incorporar indicadores contextualizados que reflejen las realidades locales y la diversidad sociocultural de la región.

En conjunto, es válido considerar que los 13 artículos analizados confirman que la interdisciplinariedad es una condición especial, y esencia, para el desarrollo de competencias científicas relevantes para el siglo XXI. Su implementación efectiva depende de una cultura institucional que promueva la colaboración, la innovación pedagógica y la evaluación contextualizada. La evidencia sugiere que, cuando se vincula con proyectos significativos y formación docente reflexiva, la interdisciplinariedad no solo

mejora la enseñanza de las ciencias, sino que también contribuye al fortalecimiento de comunidades científicas escolares sostenibles capaces de afrontar los desafíos y problemas sostenibles en América Latina.

REFERENCIAS

- Albarracín, R. (2022). La Educación STEM como método de enseñanza para el desarrollo de Competencias del Siglo XXI. *Metaverse Basic and Applied Research*, 1-9.
- Alcívar, A., Delgado, M., Daza, M., Domínguez, D., & Pita, M. (2023). Metodología STEAM e interdisciplinariedad: dos aliadas en la transformación curricular. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento De La investigación Y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*, 32-49.
- Arrieta, E., & López, J. (2021). Desarrollo de las competencias científicas por medio de una unidad didáctica en estudiantes de grado sexto de básica secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 35-56.
- Chitwood, D., Rougon, A., & VanBuren, R. (2024). Interdisciplinarity through internationality: Results from a US-Mexico graduate course bridging computational and plant science. *Plant Direct*.
- Çolakoğlu, J., Steegh, A., & Parchmann, I. (2023). Reimagining informal STEM learning opportunities to foster STEM identity development in underserved learners. *frontiers*, 1-16.
- Herrera, C., Herrera, J., & Córdoba, D. (2024). Ciencia, didáctica y tecnología en la interdisciplinariedad para el desarrollo de competencias. *Ciencias de la Educación y Humanidades*, 77-105.
- Hurley, M., Butler, D., & E., M. (2024). STEM Teacher Professional Learning Through Immersive. *Journal for STEM Education Research*, 122-152.
- Katayev, Y., & Burdina, E. (2023). Developing research competencies in secondary school teachers within the context of contemporary educational content. *Educ. Pesqui.*, 1-25.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Kleinschmit, A., Rosenwald, A., Ryder, E., Donovan, S., Murdoch, B., Grandgenett, N., . . . Morgan, W. (2023). Accelerating STEM education reform: linked communities of practice promote creation of open educational resources and sustainable professional development. *International Journal of STEM Education*.
- Marín, A., Cano, J., & Mazo, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista Científica*, 55-70.
- Marqués, R., & Oliveira, T. (2024). Abordagem STEAM na Prática: Desenvolvimento de Material Didático com Foco no Meio Ambiente. *Latin American Journal of Science Education*, 1-10.
- McClelland, D. C. (1973). Testing for Competence Rather Than for "Intelligence". *American Psychologist*, 1-14.
- Osborne, J. F., Borko, H., Fishman, E., Gómez Zaccarelli, F., Berson, E., Bush, K. C., . . . Tseng, A. (2019). Impacts of a Practice-Based Professional Development Program on Elementary Teachers' Facilitation of and Student Engagement With Scientific Argumentation. *American Educational Research Journal*, 1067-1112.
- Page, M., McKenzie, J., & Bossuyt, P. (2020). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *thebmj*, 1-9.
- Pereira, A., Capela, C., & Nascimento, A. (2022). LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR: DEL GRADO AL POSGRADO. *RIAAE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 751-768.
- SciELO. (2019). Guide for the Implementation of the Continuous Publication Modality in Scientific Journals. *SciELO*.
- SCOPUS. (2025). Scopus LibGuide: Searching Scopus. *Scopus*.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 333-339.
- Suárez, A. (2024). Educación STEAM en Colombia. *Entre Ciencias e Ingeniería*, 7-8.
- Turnbull, D. (2023). Systematic-narrative hybrid literature review: A strategy for integrating a concise methodology into a manuscript. *ScienceDirect*, 1-4.

- Vogel, Olga, Hunecke, & M. (2024). Fostering knowledge integration through individual competencies: the impacts of perspective taking, reflexivity, analogical reasoning and tolerance of ambiguity and uncertainty. *Instructional Science*, 227-249.
- Warkentien, S., Goeking, J., Dilig, R., Knapp, L., & Stanley, R. (2022). *Interdisciplinary Education Literature Review and Landscape Analysis*. Washington: RTI INTERNATIONAL.
- Williams, J., & Roth, W. M. (2019). Theoretical Perspectives on Interdisciplinary Mathematics Education. En B. Doig, J. Williams, D. Swansons, R. Borromeo Ferri, & P. Drake, *Interdisciplinary Mathematics Education the State of the Art and Beyond* (págs. 13-35). Hamburg: SpringerOpen.
- Zompero, A., Parga, D., Werner, C., & Vildósola, X. (2022). Competencias científicas en los currículos de Ciencias Naturales: estudio comparativo entre Brasil, Chile y Colombia. *Praxis&Saber*, 2-18.