



## Artículo de revisión

# Educación popular para la enseñanza de las ciencias naturales: un enfoque desde la bibliometría y la revisión sistemática de la literatura

## Popular education for the teaching of natural sciences: A bibliometric and systematic literature review approach

Jaime González-Cueto <sup>1</sup>, Oskarly Pérez-Anaya <sup>2</sup>, Alexander Meneses-Jácome <sup>3</sup>

**Para citar este artículo:** González-Cueto J, Pérez-Anaya O, Meneses-Jácome A. Educación popular para la enseñanza de las Ciencias naturales: un enfoque desde la bibliometría y la revisión sistemática de la literatura. *Praxis*. 2025;21(3): xx-xx. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.6430>

Recibido en febrero 5 de 2025

Aceptado en junio 9 de 2025

Publicado en línea en agosto 20 de 2025

### RESUMEN

Esta revisión examina la denominada «educación popular» como un marco de referencia para la enseñanza de las ciencias naturales a través de un enfoque que combina la bibliometría con la revisión sistemática de literatura bajo el protocolo PRISMA. Se analizó la producción científica sobre educación popular/educación crítica en las bases de datos científicas Scopus, WoS, Redalyc, Scielo y Dialnet. El resultado primario de la búsqueda fue de 702 registros bibliográficos que al ser sometidos a criterios de inclusión y exclusión se redujeron a 12 artículos de alta pertinencia. Las conclusiones establecidas en estos referentes sugieren que la educación popular tiene el potencial de promover el pensamiento crítico, la autonomía y la participación activa de los estudiantes en el aula de ciencias naturales; además, promueve la capacidad de agencia de los estudiantes y la participación de la comunidad en la escuela, especialmente en contextos marginados o que expongan algún tipo de vulnerabilidad. No obstante, esta revisión también indica que son relativamente pocos los estudios o evaluaciones cuantitativas sobre los beneficios verificables de esta pedagogía, en especial cuando se aplica a la enseñanza de las ciencias, por lo que se requiere mayor evidencia para reafirmar su potencial.

**Palabras clave:** pedagogía crítica; educación popular; enseñanza de las ciencias; CTIM.

### ABSTRACT

This review examines the so-called «popular education» as a reference framework for teaching natural sciences through an approach that combines bibliometrics with a systematic literature review following the PRISMA protocol. The scientific production on popular education/critical education was analyzed in the scientific databases Scopus, WoS, Redalyc, Scielo and Dialnet. The initial search yielded 702 bibliographic records, which were reduced to 12 highly relevant articles after applying inclusion and exclusion criteria. The conclusions drawn from these references suggest that popular education has the potential to promote critical thinking, autonomy, and active student participation in the natural sciences classroom. Additionally, it fosters students' agency and community involvement in schools, especially in marginalized contexts or those experiencing some form of vulnerability. However, this review also indicates that there are relatively few studies or quantitative evaluations on the verifiable benefits of this pedagogy, particularly when applied to science education, highlighting the need for further evidence to confirm its potential.

**Keywords:** critical pedagogy; popular education; science teaching; STEM.

1. MSc. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia. Correo: [jaimegonzalezcueto@gmail.com](mailto:jaimegonzalezcueto@gmail.com) - <https://orcid.org/0000-0003-1567-0296>

2. MSc. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. Correo: [operez@unimagdalena.edu.co](mailto:operez@unimagdalena.edu.co) - <https://orcid.org/0000-0002-0701-7847>

3. PhD. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia. Correo: [ameneses2@unab.edu.co](mailto:ameneses2@unab.edu.co) - <https://orcid.org/0000-0001-7258-6467>

## INTRODUCCIÓN

En los países desarrollados se implantó el dogma de que el éxito de sus economías y el bienestar de su población están directamente relacionados con el conocimiento que poseen en ciencia y tecnología sus ciudadanos; es así como muchos gobiernos desarrollan actividades para fortalecer la enseñanza de las ciencias y obtener estándares de aprendizaje cada vez más altos y específicos (DeBoer, 2011). Un hecho que se ha reafirmado en el contexto de la globalización, que ha llegado también al campo educativo, haciéndolo más complejo y competitivo, impactando la enseñanza de las ciencias naturales, la cual se ha hecho fundamental para formar estudiantes que comprendan su entorno y contribuyan activamente a la sociedad (Castro y Ramírez, 2013).

En contraposición, dicha competencia, y la misma evolución de la «educación científica», ha promovido una educación de carácter «trasmisionista» no solo de los conocimientos tecnocientíficos, sino de la cultura científica dominante. Esto debido a que la educación científica se encuentra integrada a un marco institucional y burocrático en el que se intersecan intereses políticos, elementos ideológicos y usos del discurso que pueden legitimar desigualdades (Orozco, 2021).

A esta problemática, Freire le ha denominado una educación «bancaria» donde los maestros y alumnos tienen una relación vertical, principalmente de carácter narrativo, tanto dentro como fuera de la escuela el estudiante es considerado un recipiente vacío que debe ser llenado con los conocimientos provistos por el maestro; una educación descontextualizada de las realidades sociales y políticas de los estudiantes que llevan a la reproducción de la opresión y el conformismo (Freire, 1970). Otros autores señalan que la enseñanza de las ciencias naturales bajo este enfoque, donde se le da una mayor relevancia al estándar o al resultado que a la formación de la capacidad transformadora del individuo sobre su entorno, limita las capacidades de acción de los docentes como entes transformadores, aparta del aula las experiencias socioculturales de los estudiantes e impide la formación de un pensamiento crítico (Barrenechea, 2010; Busquets *et al.* 2016).

Reconocer los límites de los modelos de enseñanza trasmisionista permite detallar la necesidad de buscar alternativas que adapten la labor docente al contexto actual. Algunas propuestas de enseñanza sociopolíticas y emancipadoras como la educación popular (Freire, 1998) han surgido para tensionar y socavar el *statu-quo* de la sociedad dominante, y promover un modelo de escuela diferente. Enmarcada dentro de las pedagogías críticas (Giroux, 2013; Ruiz, 2013; Scocuglia, 2024), la educación popular contribuye a que dentro del aula se exploren de manera consciente las inequidades estructurales y se examinen las condiciones que afectan a los estudiantes, particularmente en entornos marginados, caracterizados por la exclusión social, la precarización económica y la falta de acceso a derechos fundamentales como la educación y la participación política.

Cuando se enseñan las ciencias bajo la pedagogía crítica no solo se busca que los estudiantes aprendan los contenidos científicos, sino también se pretende examinar la sociedad que generó ese conocimiento y el valor que puede tener para transformar las estructuras sociales dominantes (Rodríguez, 2014). Asimismo, al aceptar que los estudiantes se ubican en un contexto concreto (Freire, 2005a) se logra conciliar el conocimiento científico con las formas de conocimiento comunitario para generar un aprendizaje vivencial y significativo.

A pesar de lo anterior, en la literatura científica las experiencias empíricas donde se implementen de manera sistemática los supuestos teóricos de las pedagogías críticas en las aulas de clase son escasos, especialmente en el área de las ciencias naturales. Al identificar este vacío, se motiva la revisión de la forma

a través de la cual estos supuestos son desarrollados en contextos particulares. Al presentar un enfoque que combina la bibliometría y la revisión sistemática de literatura (Page *et al.*, 2021), se procuró responder la pregunta de investigación *¿cuáles metodologías se utilizan preferentemente en el marco de la educación popular/educación crítica para la enseñanza de las ciencias naturales, y cuáles son los resultados e impactos más reconocidos o aceptados por diversos estudios en el aprendizaje de los estudiantes?* De esta manera, se buscó caracterizar la producción científica sobre el tema durante el periodo 2014-2024 en bases de datos de publicaciones científicas, sintetizar las evidencias empíricas sobre su aplicación e identificar las barreras y promotores que permiten la implementación de esta pedagogía en contextos educativos diversos.

## METODOLOGÍA

Se usó una combinación de técnicas de análisis bibliométrico y de revisión sistemática de literatura a través del protocolo PRISMA (Page *et al.*, 2021). Para caracterizar la producción científica sobre educación popular/educación crítica para la enseñanza de las ciencias naturales en relación con el número de publicaciones por año, tipo de publicación, áreas temáticas y país de origen, se seleccionaron las bases de datos Scopus y Web of Science (WoS). Se escogieron estas bases de datos, ya que ellas tienen criterios de inclusión más rigurosos para las publicaciones respecto a otras bases de datos, no producen duplicados y la extracción de la información en ellas es sencilla (Klarin, 2024).

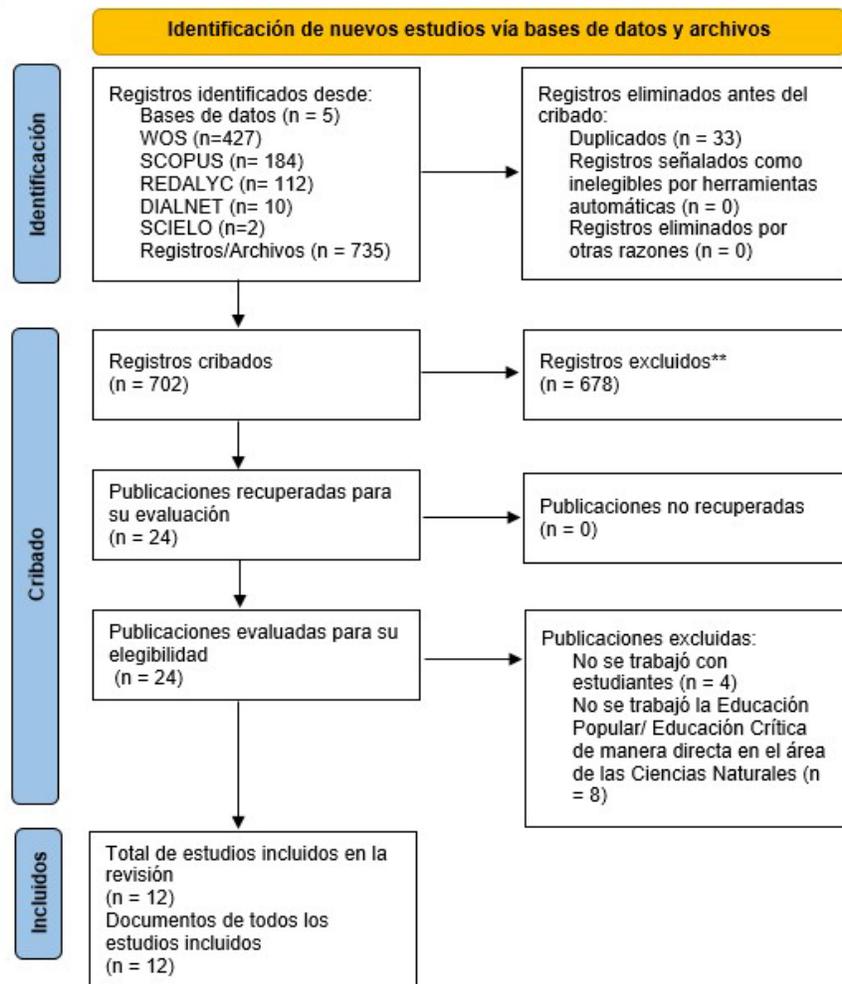
Se elaboraron unos descriptores de búsqueda (tabla 1) con base al Tesoro del *Educational Resources Information Center* (ERIC), en este se delimita el concepto de educación popular (*popular education*) como «Education that encourages learners to critically examine their day-to-day lives and collectively take action to change social conditions and systems (frequently associated with Paulo Freire's critical pedagogy and participatory literacy campaigns)». Adicionalmente, se efectuó un análisis de coocurrencia de términos con ayuda del Software VOSviewer® (Van Eck y Waltman, 2010).

**Tabla 1.** Ecuaciones de búsqueda empleadas en las bases de datos seleccionadas y el número de registros obtenidos.

Ecuación de búsqueda	Base de datos	Áreas / Periodo en años	Número de registros obtenidos
("Popular education" or "critical education") and "Science") or (Freire and ("Science education" or "Science teaching" or "Science instruction" or "Science learning"))	Scopus	Todas las áreas 1964-2024	184
("Popular education" or "critical education") and "science") or (Freire and ("Science education" or "Science teaching" or "Science instruction" or "Science learning"))	Scopus	Ciencias sociales, humanidades y artes 2014-2024	108
("Popular education" or "critical education" or "Critical pedagogy") and "Science") or (Freire and ("Science education" or "Science teaching" or "Science instruction" or "Science learning"))	Wos	Todas las áreas 2003-2024	427
("Popular education" or "critical education" or "Critical pedagogy") and "Science") or (Freire and	Wos	Educación e investigaciones	210

("Science education" or "Science teaching" or "Science instruction" or "Science learning")		educativas	
		2014-2024	
("Educación popular" or "Freire") and ("Aprendizaje de las ciencias naturales" or "Enseñanza de las ciencias naturales")	Redalyc	2014-2024	112
"Educación popular" and "Ciencias naturales"	Scielo	2014-2024	10
"Educación popular" and "Ciencias naturales"	Dialnet	2014-2024	2

Con el fin de sintetizar la evidencia reportada en la literatura científica sobre educación popular/educación crítica en el área de las ciencias naturales durante el período 2014-2024, e identificar las barreras y facilitadores para su implementación en diferentes contextos educativos, se siguió el protocolo de revisión sistemática PRISMA (figura 1). Para esto, se tuvieron en cuenta las bases de datos Scopus, WoS, Redalyc, Scielo y Dialnet (tabla 1).



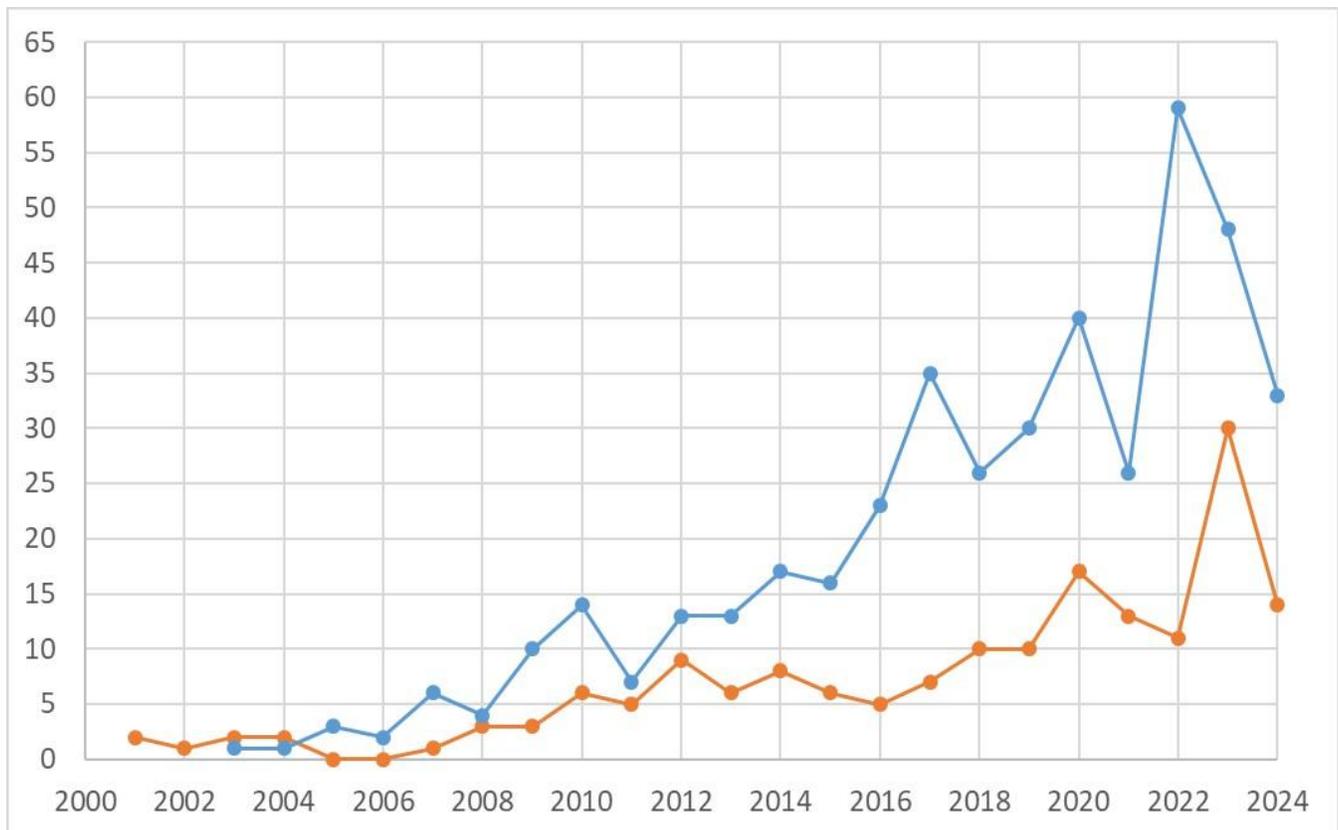
**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA 2020 para nuevas revisiones sistemáticas que incluyeron búsquedas solo en bases de datos y registros.

Como criterios de elegibilidad de los artículos a revisar se tuvo en cuenta el año de publicación (2014-2024), investigaciones escritas en el idioma inglés o español y publicaciones resultado de estudios cuantitativos o cualitativos donde se presenten datos empíricos o se describan experiencias de aprendizaje en educación popular/educación crítica. Como criterios de exclusión se consideraron artículos que no abordaran la enseñanza de las ciencias naturales, publicaciones que se refieren a educación universitaria y actas de congresos, libros, capítulos de libros, cartas al editor, reseñas bibliográficas y estudios teóricos o de revisión.

Luego del cribado, se seleccionaron 12 artículos para llevar a cabo un análisis de carácter cualitativo y documental. Se empleó la técnica de análisis textual apoyada en fundamentos hermenéuticos para sintetizar la información relevante de los estudios encontrados y que corresponde a las metodologías empleadas por los investigadores, los contextos de las escuelas donde se llevaron a cabo las experiencias y los resultados más relevantes en conjunto con el análisis crítico del impacto en los aprendizajes de los estudiantes (tabla 2).

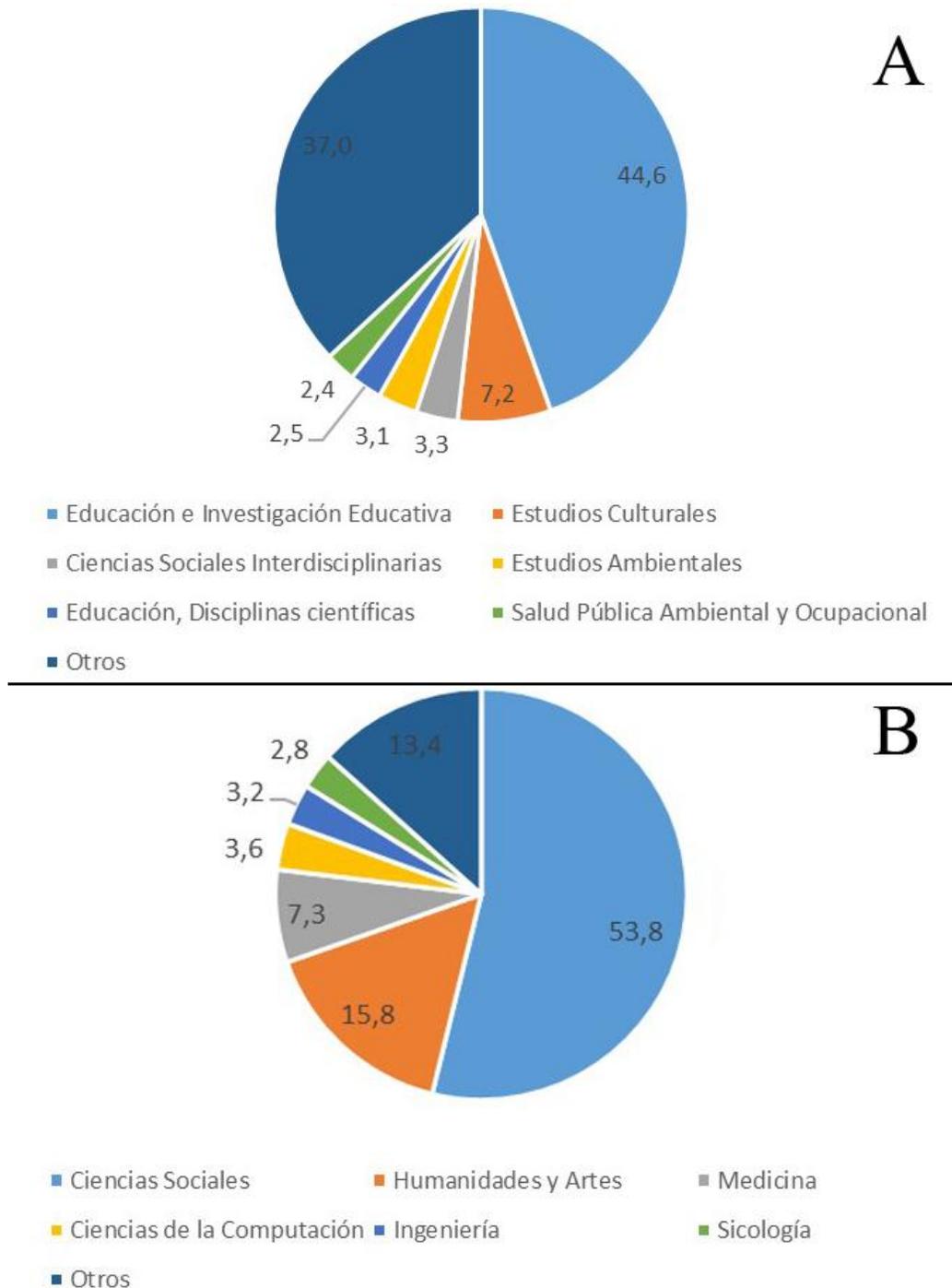
## RESULTADOS

En las bases de datos WoS y Scopus se encontraron 427 y 184 registros bibliográficos, respectivamente (tabla 1). La evolución sobre la temática en las bases de datos muestra un crecimiento en el número de documentos a partir del año 2012 en WoS y 2008 en Scopus (figura 2). Dentro de las publicaciones recuperadas, en ambas bases de datos predominaron los artículos científicos al representar esta tipología el 92 % en WOS y 72,8 % en Scopus.

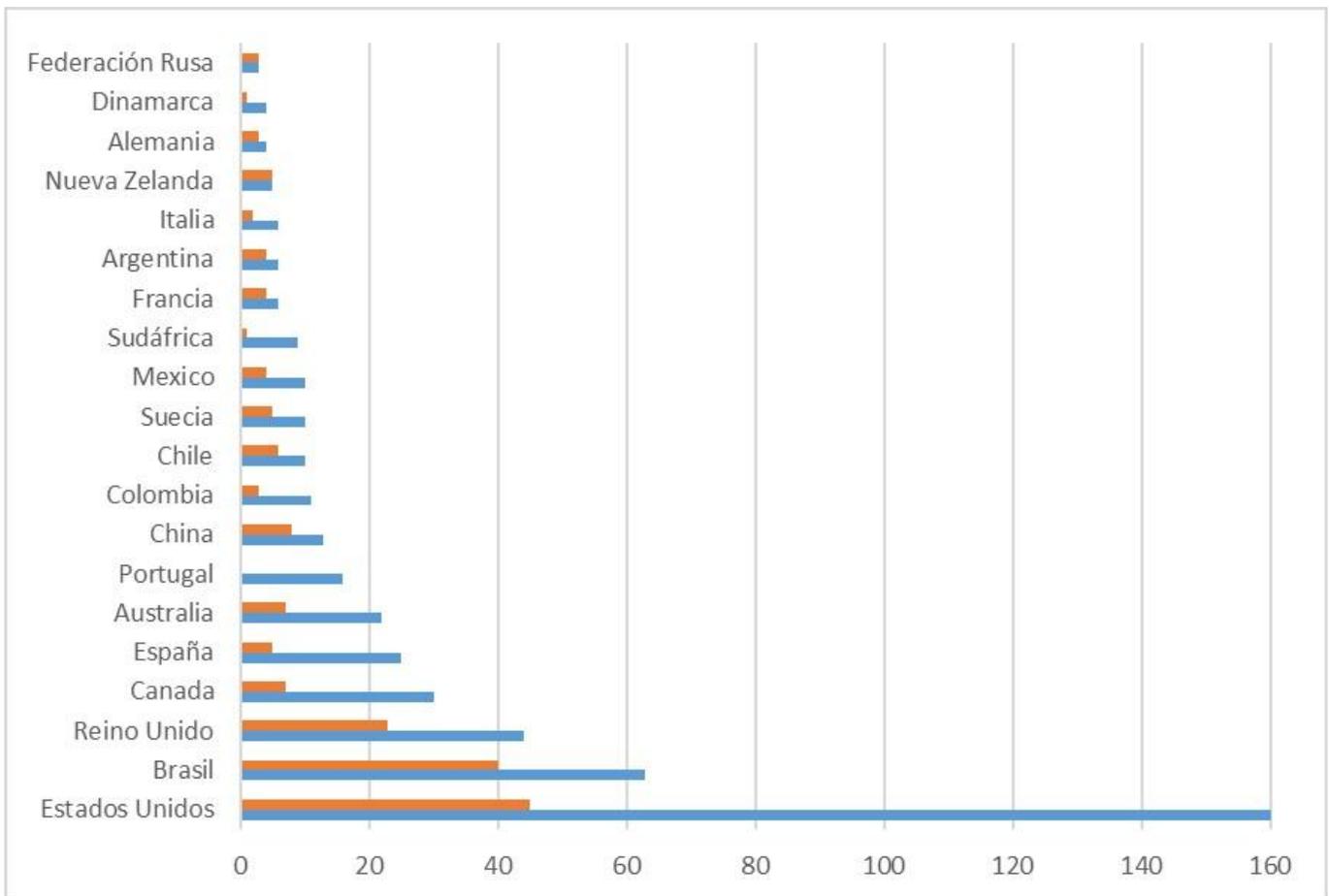


**Figura 2.** Avance de las publicaciones por años. La línea azul muestra la evolución en el número de documentos publicados en WOS. La línea naranja muestra la evolución en el número de documentos provenientes de SCOPUS.

En relación con las áreas de conocimiento, educación e investigación educativa ocupó el primer lugar en WOS (Figura 3A) con el 44,6 % de las investigaciones publicadas; a ella le siguieron los estudios culturales con 7,2 % y las ciencias sociales interdisciplinarias con el 3,3 %. Por su parte, en Scopus (figura 3B), el primer lugar en publicaciones lo ocupó el área de las ciencias sociales con el 53,8 % del total, seguido de las humanidades y artes con el 15,79 % y la medicina con el 7,29 %. En cuanto a los países de origen de las publicaciones, se observó que tanto en WoS como en Scopus las investigaciones se concentraron en Estados Unidos, Brasil y Reino Unido (figura 4).



**Figura 3.** Publicaciones por Área de Conocimiento en las bases de datos WOS y SCOPUS. A. Base de datos WOS. B. Base de datos SCOPUS. Los datos se presentan en porcentaje.



**Figura 4.** Número de documentos publicados en 20 países. Las barras azules indican el número de documentos publicados en WOS. Las barras naranjas indican el número de documentos provenientes de SCOPUS.

El análisis de coocurrencia de contenido y la representación visual de los términos con el software VOSviewer® mostró los términos que representan las investigaciones en educación popular/educación crítica en las bases de datos WoS y Scopus y su unión en clústeres (figura 5-6). Al analizar los resúmenes y las palabras clave de las publicaciones, se obtuvo un total de 247 y 263 términos de interés en WoS y Scopus, respectivamente. Al seleccionar los 100 más relevantes, en ambas bases de datos se observaron cuatro clústeres (figura 5-6).

A partir del protocolo PRISMA se lograron recuperar 735 registros (figura 1). Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvo un total de 12 artículos de investigación de alta pertinencia para el tema (tabla 2). Las investigaciones consideradas para esta revisión ofrecen una perspectiva global del conocimiento generado en educación popular/educación crítica para la enseñanza de las ciencias naturales.





impacto de estas pedagogías en la región (Gadotti, 2011; Guelman *et al.*, 2018).

El análisis de coocurrencia de términos en las bases de datos Scopus y WOS sugiere una estructura de conocimiento basada en fundamentos teóricos y prácticos. En el clúster uno se destacaron términos como educación crítica, teoría crítica y filosofía, lo que indica una sólida base conceptual. En el clúster dos, surgieron conceptos como justicia y equidad, lo cual refleja el compromiso de estas pedagogías con la transformación social.

Los clústeres tres y cuatro mostraron el tipo de metodologías empleadas y sus resultados, con términos como diálogo, inclusión, intervención y transformación. La semejanza en las bases de datos observada por medio del análisis de coocurrencia de contenido puede deberse a que en WoS y Scopus existe un solapamiento de la literatura, en especial, en el área de las Ciencias Sociales (Martín-Martín *et al.*, 2021; Visser *et al.*, 2021).

La pedagogía crítica, desarrollada por pensadores como Paulo Freire, Henry Giroux y John Dewey, proporciona un andamiaje para los educadores que quieren trascender en sus prácticas y transformar la educación en un proceso liberador. Desde sus inicios, la pedagogía crítica se ha adaptado a diferentes contextos para empoderar a los oprimidos y promover la justicia social.

Los estudios revisados (tabla 2) se sitúan en esta tradición y dan cuenta de las diferentes formas a través de la cual se implementa la educación popular/educación crítica en diferentes contextos y el impacto de ellas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. A pesar de lo anterior, de los 735 registros analizados bajo el protocolo PRISMA solo 12 estudios cumplieron con los criterios de inclusión, esto sugiere que la literatura científica entre 2014-2024 se ha enfocado en marcos teóricos más que en prácticas específicas dentro del aula.

En las publicaciones revisadas se encontró una diversidad de metodologías que pueden ser seguidas si se busca desarrollar investigaciones en educación popular/educación crítica. Dependiendo del contexto, se usaron de manera individual o combinada estudios de caso, entrevistas semiestructuradas o enfocadas, análisis temático, investigación acción participativa juvenil, ecopedagogía, análisis crítico del discurso, acción-investigación, mapeo de diálogos, enfoque crítico de desempeño, intervenciones curriculares, pedagogía crítica del lugar, ecojusticia, etnografía crítica, pedagogía culturalmente relevante y observación de instrucción culturalmente sensible (tabla 2).

De igual manera, los estudios mostraron actividades específicas que se desarrollaron con los miembros de la comunidad educativa como debates, análisis crítico de casos, autobiografías, experimentos científicos comunitarios, proyectos publicitarios críticos, documentación de la realidad a través de la fotovoz, modificaciones del entorno, mapas mentales, actividades de reflexión, etc. Sobre la duración de las intervenciones, hubo estudios con una corta duración como el de Alegria (2014) hasta estudios longitudinales con un seguimiento de varios años como el de Alvidrez *et al.* (2024).

Freire (2005a) señala la importancia de que los educadores populares reconozcan el contexto concreto (identidades culturales, étnicas y socioeconómicas) en los procesos educativos para que la educación sea sensible y focalizada. En esta línea, las investigaciones revisadas describen y reconocen una amplia diversidad cultural y étnica en las comunidades donde se llevaron a cabo las intervenciones, además de condiciones desfavorables en términos materiales y económicos dada la inmersión de las escuelas analizadas en entornos suburbanos.

Como ejemplo de lo anterior, se puede señalar el trabajo de Alegria (2014), que muestra la forma en la que los estudiantes aprendices del inglés pueden superar la barrera del idioma y tener éxito académico mediante un enfoque pedagógico crítico y contextualizado para la enseñanza de las ciencias naturales.

Por su parte, Ashby y Moore (2020) abordan los sesgos de género y raza en un aula de ciencias con el fin de que los estudiantes reconozcan estos y puedan trabajar para tratar de eliminarlos. Mientras tanto, Upadhyay *et al.* (2021) señalan la forma en la que se puede integrar una lengua indígena en la enseñanza de ciencias para que se fortalezca la identidad cultural de los estudiantes al tiempo que se aprende contenido científico. Finalmente, Hennessy *et al.* (2023) abogan por la inclusión de mujeres afroamericanas y latinas en el aprendizaje STEM al señalar que estas áreas del conocimiento son importantes dentro de la sociedad.

Implantar la educación popular/educación crítica en las aulas fomentó la autonomía, la toma de decisiones de manera consiente y la participación de los estudiantes tanto a nivel escolar como comunitario; un tema emergente en todas las investigaciones revisadas fue el fortalecimiento de la capacidad de agencia de los estudiantes.

Casos específicos se muestran en el trabajo de Hennessy *et al.* (2023) donde los estudiantes crearon comunidades de apoyo y resistencia a las prácticas tradicionales en el aprendizaje STEM, así como cuando Rendón-Rivas y Martínez-Pérez (2016) observaron una colaboración comunitaria para identificar y solucionar problemáticas ambientales, y Morales-Doyle (2017), y Zocher y Hougham (2020) lograron identificar interacciones escolares con la comunidad en espacios de divulgación de los conocimientos y el desarrollo de proyectos donde estudiantes y profesores trabajaron de manera armónica con la comunidad.

La educación popular/educación crítica permite redefinir la relación entre alumnos y docentes al promover una dinámica horizontal y colaborativa. Esto se observó particularmente en estudios como el de Hennessy *et al.* (2023), donde se describió una dinámica en la que los estudiantes no fueron receptores pasivos del conocimiento sino cocreadores de este al compartir un espacio equitativo y bidireccional entre maestros y aprendices. Por otro lado, Piernagorda-Peña (2024) detalló la forma a través de la cual los estudiantes se «apoderaron» del tablero como espacio tradicional de poder del maestro para dirigir ellos mismos su aprendizaje. Aunque los investigadores advierten sobre la particularidad y poca generalización de los hallazgos de sus estudios debido a los contextos y la capacidad de los docentes para desarrollar las actividades propuestas en sus investigaciones, se logró inferir que la educación popular/educación crítica tiene la capacidad de transformar las aulas de clase y el entorno donde se encuentran las escuelas.

En términos generales, los estudios reportaron un desarrollo del pensamiento crítico y la conciencia social, mejoras en el rendimiento académico y fortalecimiento de la capacidad de agencia de los estudiantes. Estos impactos se dieron tanto a nivel individual (Alegria, 2014) como comunitario (Rendón-Rivas y Martínez-Pérez, 2016). Asimismo, Alvídrez *et al.* (2024) mostraron que la exposición a un aula crítica de ciencias naturales en la infancia temprana puede generar un impacto duradero en los estudiantes e influir positivamente en la trayectoria académica y profesional, especialmente en áreas STEM.

Los aspectos discutidos anteriormente subrayan la capacidad de la educación popular/educación crítica para transformar la experiencia educativa y la vida de los estudiantes al promover una educación más equitativa, inclusiva y liberadora. Sin embargo, es necesario que los profesores adapten los contenidos científicos para que estos se contextualicen con las problemáticas sociales presentes en cada entorno. Las investigaciones revisadas demuestran que una educación popular/educación crítica puede enriquecer la enseñanza sin reducir el rigor académico.

**Tabla 2.** Síntesis de las investigaciones revisadas.

Referencia	País	Metodología	Contexto	Resultados / Impacto
Alvírez <i>et al.</i> (2024)	Estados Unidos	<p>Estudio de caso longitudinal en un aula de clases donde se implementaron pedagogías críticas de manera intencional.</p> <p>La fuente principal de información fueron entrevistas enfocadas (Seidman, 2006) a tres estudiantes y su profesora.</p> <p>Se realizó un análisis temático (Braun &amp; Clarke 2006) para codificar, identificar y refinar temas emergentes.</p>	Comunidad de bajos ingresos mexicana/estadounidense en la frontera entre Estados Unidos y México. El entorno escolar de los estudiantes está marcado por la desigualdad y la opresión educativa.	<p>Impacto positivo de la pedagogía crítica en los estudiantes tanto en sus relaciones dentro del aula como en la continuidad y éxito en áreas STEM.</p> <p>Una pedagogía liberadora basada en la distribución equitativa del poder, el fomento de la curiosidad crítica y la agencia estudiantil en la infancia temprana se señala como una condición clave para mantener el interés en la ciencia y la tecnología a largo plazo, y para enfrentar con creatividad y pensamiento independiente los futuros retos académicos y sociales.</p> <p>La articulación entre la agencia estudiantil y la conciencia crítica demostró la fuerza transformadora de la educación cuando se enfoca en la justicia social.</p> <p>Los hallazgos subrayan la importancia de integrar contenidos técnicos de STEM con el análisis de contextos sociopolíticos. Esto permite ofrecer una formación más holística y empoderadora para los estudiantes.</p>
		<p>Investigación acción participante u observación participante activa (Anguera, 1997) en un aula orientada a la educación popular, con un enfoque liberador y emancipador.</p> <p>Se implementó una secuencia didáctica para la enseñanza de la Física (en particular, óptica y ondas sonoras), en el marco de un curso preparatorio gestionado por el colectivo Sotavento para las pruebas estandarizadas de Colombia. La secuencia didáctica contó con cuatro momentos: momento discrepante, momento filosófico,</p>		<p>Se demostró que un enfoque dialógico, colectivo y discrepante es una herramienta que potencializa el pensamiento crítico en los estudiantes. Este enfoque permitió vincular la ciencia con realidades sociales (asesinato, experimentos clandestinos y el uso político de la tecnología) con los conceptos de Física, reconocer los experimentos como una fuente válida de conocimiento científico y transformar la relación de los estudiantes con la práctica educativa ya que pudieron notar la relevancia y aplicación práctica de lo que están aprendiendo, además de que se apropiaron de espacios de poder tradicionales como el tablero del profesor.</p> <p>Al verse los estudiantes como protagonistas de su propio aprendizaje en lugar de meros receptores de información y al emplear sus saberes</p>

Piernagorda (2024)	Colombia	<p>momento científico natural y momento social y político. Participaron un total de 25 estudiantes (entre 16 y 18 años, en su mayoría de grado 11) y tres educadores.</p> <p>Se empleó una matriz metodológica para organizar los datos cualitativos (conversaciones, reflexiones, debates suscitados). El análisis se enfocó en identificar la forma en que se daban los razonamientos científicos, las discusiones filosóficas y políticas, y cómo los estudiantes sorteaban los obstáculos epistemológicos.</p>	<p>Comunidad Ismael Perdomo de la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) 69 en Bogotá D.C. La Comunidad se encuentra en la periferia y es estigmatizada debido a la violencia y la pobreza económica que la azota, esto crea en los habitantes un imaginario de opresión e inferioridad.</p>	<p>previos y problemáticas cotidianas como fuente legítima de razonamiento científico, la educación popular emergió como una estrategia eficaz para enfrentar los prejuicios y empoderar a la comunidad. Este enfoque también facilitó la comprensión de conceptos científicos y promovió la justicia social y la equidad en el aula.</p>
Hennessy <i>et al.</i> (2023)	Estados Unidos	<p>Investigación Acción Participativa Juvenil (YPAR) con un Enfoque Crítico de las Relaciones de Aprendizaje (Freire, 1998), Nociones Feministas de Cuidado (Noddings, 1992; Puig de la Bellacasa, 2017), Carácter Político del Cuidado (Madkins &amp; McKinney de Royston, 2019) y Zona de Contacto (Torre <i>et al.</i> 2008)</p> <p>Los datos se recolectaron a partir del análisis crítico del discurso (ACD) de las prácticas del equipo de robótica de la escuela y la reconstrucción de la historia personal de los autores.</p> <p>Los investigadores diseñaron un protocolo de entrevista con el objetivo de detectar fuerzas antidialógicas y contrahistorias (Solórzano &amp; Yosso, 2002; King &amp; Pringle, 2019).</p>	<p>Escuela con orientación STEM y de inscripción abierta. Se ubica en un distrito urbano que presenta dificultades en los exámenes estatales.</p> <p>En las clases prevalece una lógica transaccional del aprendizaje enfocada mayoritariamente en las calificaciones. De hecho, hay una aplicación que mide los rendimientos de los estudiantes en tiempo real.</p> <p>El equipo de robótica de la escuela es un espacio extracurricular donde se desarrollan proyectos de ingeniería/tecnología de manera colaborativa.</p>	<p>Se encontraron resistencias en la forma en que los jóvenes construyen relaciones en espacios de aprendizaje STEM que difieren de la lógica individualista del “yo de papel” enfocada en las calificaciones. Los estudiantes crearon comunidades de apoyo y espacios de aprendizaje colaborativo con las herramientas que tuvieron a su disposición.</p> <p>Las experiencias de los jóvenes muestran que el aprendizaje en STEM es relacional y político y señala que, al privilegiar las conexiones humanas y la solidaridad, el aprendizaje se vuelve más auténtico y significativo.</p> <p>En los espacios comunitarios como el equipo de robótica, se promueve la agencia juvenil al eliminar la línea entre profesores y alumnos ya que, sin importar su origen y/o nivel educativo, se reconoció que todos son a la vez maestros y aprendices.</p> <p>Las relaciones que mantienen los miembros del equipo se muestran como evidencia de una solidaridad sociopolítica: un compromiso colectivo de que el aprendizaje no es individual ni neutro, sino un acto sociopolítico de “devenir” orientado a la justicia.</p> <p>Aunque en la escuela hay espacios inclusivos como el equipo de robótica, los jóvenes aún enfrentan</p>

				discriminación por raza, género y discapacidad. Esto señala la importancia de fomentar pedagogías más justas y humanizadoras en STEM.
Srivastava et al. (2022)	India	<p>Los datos se recolectaron a través de ACD de las prácticas de cinco docentes que enseñaron el capítulo sobre la gestión de residuos sólidos del texto oficial de ciencias de noveno grado y el ACD del libro de texto, ya que este es la única fuente de información para docentes y estudiantes.</p> <p>Se hicieron entrevistas semiestructuradas a los docentes y discusiones grupales con los estudiantes.</p> <p>La producción del discurso, su interpretación, las tensiones o contradicciones y las relaciones con las estructuras sociales y de poder fueron examinadas con el fin de encontrar los conceptos clave en la enseñanza y las visiones y actitudes de los docentes y estudiantes frente al tema de los residuos sólidos.</p>	<p>Comunidad que habita en los barrios alrededor del vertedero de Deonar (uno de los vertederos a cielo abierto más grandes de Asia) en el distrito M(East) de Mumbai. La mayoría de los miembros de la comunidad se dedica al reciclaje como actividad económica informal.</p> <p>El distrito se caracteriza por una elevada criminalidad, alta tasa de mortalidad materna e infantil, enfermedades (tuberculosis, diabetes, fiebre tifoidea y diarrea), abuso de sustancias, acoso sexual y violencia. Esto hace que las condiciones de vida de sus pobladores, en su mayoría musulmana y dalit-bahujan (grupos en la parte más baja de la jerarquía de castas), sean difíciles. Otros factores que afectan la calidad de vida en el contexto es la presencia de industrias peligrosas en la zona que incluyen refinerías de petróleo, plantas de fertilizantes, incineradoras, y un centro de investigación nuclear.</p> <p>El perfil de los profesores participantes reflejó una diversidad religiosa y de casta ya que un docente fue hindú de casta alta, tres fueron musulmanes de casta alta y uno fue jainista.</p>	<p>El discurso en ciencias abordó la gestión de residuos principalmente de modo tecnocientífico (focalizándose en métodos científicos como compostaje, incineración o tratamiento industrial), estos planteamientos dejaron de lado factores estructurales que contribuyen con la generación de residuos como la sobreproducción, el consumismo y el modelo económico.</p> <p>El ACD reveló una lectura dominante o negociada de los libros de texto, esto ayuda a reproducir los sesgos de clase y casta ya que no se rompen las narrativas oficiales ni se rescata la realidad concreta. En el texto y las clases no se reconocen las contribuciones de los recicladores sobre el alivio de la carga ambiental.</p> <p>Los estudiantes tienen la capacidad de evaluar críticamente las condiciones de vida de su comunidad y muestran un amplio entendimiento de la economía del reciclaje y la desigualdad en el manejo de los desechos generados por la sociedad. Sin embargo, esta capacidad no se reconoce en las clases ni en el libro de texto.</p> <p>En general, pese a que los docentes enseñan en las zonas próximas al vertedero, ellos no aprovecharon las oportunidades de problematizar el tema de los residuos en el aula con el fin de conectar con los problemas reales de sus estudiantes.</p>
		<p>Para analizar las decisiones y acciones pedagógicas críticas de un maestro de ciencias del grado decimo se usó el método de estudio de caso (Spradley, 1979, 1980; Stake, 1995). Se observaron seis clases, se hicieron dos entrevistas en profundidad al docente y se conversó de manera informal con los estudiantes.</p> <p>Se siguieron los</p>	<p>Escuela pública de una región rural habitada principalmente por la comunidad indígena Tharu. A esta comunidad históricamente se les ha negado el acceso a recursos y han sufrido diversas injusticias sociales y económicas.</p> <p>En la escuela los estudiantes tienen la presión de aprobar el Examen Nacional al finalizar el décimo grado lo que les permitirá poder continuar en STEM, además de que la escuela</p>	<p>Se logró integrar las experiencias y problemas comunitarios en la enseñanza de ciencias, esto permitió el empoderamiento y la participación activa de los estudiantes tanto en la escuela como en la comunidad. Además, se obtuvo un éxito académico en STEM.</p> <p>Con el enfoque antirracista y crítico se generó una reflexión sobre las políticas</p>

Upadhyay <i>et al.</i> (2021)	Nepal	protocolos de la pedagogía culturalmente relevante (Morrison <i>et al.</i> 2008) y la observación de instrucción culturalmente sensible (Powell <i>et al.</i> 2012). La codificación fue abierta y axial (Strauss & Corbin, 1998)	obtiene prestigio y financiación.  En este contexto, el docente intenta abordar la enseñanza de los contenidos oficiales y temas como seguridad alimentaria, enfermedades infecciosas, herencia y contaminación ambiental, en el marco de una pedagogía antirracista	de fomento de cultivos con variedades híbridas y su relación con la pérdida de semillas tradicionales y la imposición de modelos productivos. También, este enfoque permitió abordar vivencias de exclusión y discriminación en salud, educación y sociedad de los estudiantes con el objetivo de reconocer la raíz histórica que perpetúan estas situaciones.
Ashby & Moore (2020)	Estados Unidos	<p>Etnografía crítica basadas en el constructivismo sociotransformativo (Rodríguez, 2015). Se diseñaron cuatro unidades de química críticas o transformaciones curriculares integradas a manera de “improvisaciones” por el docente participante en la secuencia tradicional de clases para un grupo de 25 estudiantes en un año completo (2014-2015).</p> <p>Las unidades impartidas se evaluaron bajo el enfoque crítico de desempeño (Fusco &amp; Barton, 2001), este permitió identificar la comprensión de los contenidos y la reflexión crítica de las prácticas científicas.</p> <p>A partir de notas de campo de las clases, diario del profesor, cuestionarios escritos, tareas y entrevistas con los estudiantes en grupos focales, se construyeron mapas de diálogo (Brown, 2004).</p>	Escuela privada suburbana cerca de Nueva York. En el entorno predomina una “mayoría cultural dominante” ya que estudiantes y docentes generalmente son de ascendencia europea occidental, de habla inglesa nativa y con creencias cristianas.	<p>En los estudiantes se desarrolló la capacidad de analizar críticamente los productos de la ciencia y detectar el potencial de opresión, comprender las inequidades en la ciencia y evaluar y respetar las diversas bases de conocimiento (científico y comunitario).</p> <p>Se logró cuestionar de manera crítica las posiciones de privilegio, por ejemplo, el poder adquisitivo alto tanto de los docentes como de los estudiantes en la escuela y la forma como este privilegio puede afectar su relación con la ciencia a través del acceso a sus productos y beneficios.</p> <p>Los estudiantes reconocieron la importancia de ser críticos para participar en la sociedad como consumidores informados de los productos científicos. Sin embargo, no hubo evidencias de que los estudiantes llegaran a acciones democráticas o de consumo concretas para beneficiar a sus comunidades.</p> <p>Al abordar las desigualdades en la ciencia moderna y en la sociedad, los estudiantes tuvieron reticencias de cuestionarlas, esto se da porque ellos perciben estas desigualdades como “casos del pasado”.</p> <p>Algunos participantes lograron reconocer la importancia de los conocimientos culturales para la ciencia y su potencial para enriquecer las prácticas científicas con la incorporación de tradiciones. También, los estudiantes lograron detectar algunas tensiones que se pueden dar entre la ciencia y la sociedad</p>
		Caso de estudio exploratorio basadas en la Ecopedagogía (Freire, 2005b; Gadotti, 2011) e YPAR contextualizada de	Escuela secundaria pública chárter en Milwaukee, estado de Wisconsin. La escuela tiene una propuesta educativa basada en pedagogías constructivistas y un	

Zocher & Hougham (2020)	Estados Unidos	<p>manera crítica (Sandoval, 2000; Smith &amp; Segbers, 2012)</p> <p>Los datos provienen del análisis de 71 proyectos YPEAR completados entre 2017 y 2019 y los resultados de la feria de ciencias comunitaria "Science Strikes Back (SSB)". En la Edición 2018 de la SSB participaron 10 jueces y 240 miembros provenientes de la comunidad y 38 equipos escolares que presentaron sus proyectos</p>	<p>plan de estudios orientado a la sostenibilidad y la justicia social.</p> <p>La población estudiantil refleja una gran diversidad étnica y socioeconómica. El 87% de los estudiantes se considera en situación de desventaja económica. Por su parte, 80% se identifica como latino, 7% como blanco, 6% como afroamericano y 5% como indígena americano. También, existe una proporción significativa de estudiantes con necesidades educativas especiales tales como discapacidad (28%) y dominio limitado del inglés (27%).</p> <p>El área donde se encuentra la escuela presenta una gran riqueza natural debido a la presencia de recursos hídricos como el lago Michigan y la confluencia de varios ríos tales como Milwaukee, Kinnickinnic y Menomonee. En la zona se presentan retos ambientales en el manejo sostenible de los recursos naturales dada la industrialización.</p>	<p>Se logró un empoderamiento de la comunidad educativa a la hora de abordar de manera crítica los problemas ambientales que les resultan relevantes. A través de las investigaciones y su divulgación comunitaria, se generaron acciones colectivas que permitieron transformar la realidad al generar una conciencia ambiental emancipadora.</p> <p>Los estudiantes reconocen de manera consciente y deliberada la presencia de sistemas de opresión que interfieren y moldean las experiencias educativas.</p>
Bellino & Adams (2017)	Estados Unidos	<p>Se empleó una metodología descriptiva y transformativa de la realidad a través de la reflexión y acción de la pedagogía crítica del lugar (Gruenewald, 2003), la ecojusticia (Bowers, 2001; Mueller, 2009) y la investigación participativa a través de la foto voz (Wang &amp; Burris, 1997).</p> <p>Para obtener los datos, se introdujeron ciclos de reflexión-acción donde siete jóvenes elaboraron un diagnóstico, analizaron y propusieron acciones para abordar un problema socioambiental de su comunidad, en este caso la gentrificación. Este tema orientó el diseño curricular.</p>	<p>Curso de ciencias ambientales en una escuela secundaria pública urbana de Nueva York, en ella se ofrece la opción de cursar créditos universitarios mientras los estudiantes se encuentran en la educación media. La educación ambiental se imparte de manera tradicional por lo que no refleja ni explica las relaciones que mantienen los estudiantes con sus entornos urbanos.</p> <p>Los estudiantes que acceden al curso de ciencias ambientales son exitosos dentro del sistema de escuela pública, sin embargo, experimentan marginalización debido a posiciones raciales y/o socioeconómicas.</p>	<p>El uso de la pedagogía permitió a los jóvenes reconocer y profundizar en dinámicas socioambientales y políticas (gentrificación, neoliberalismo, desarrollo inmobiliario, segregación, injusticia ambiental, etc.) que afectan sus barrios y las fuerzas históricas, políticas y económicas que lo han configurado. También, les permitió descubrir aspectos nuevos sobre su propio rol en la comunidad</p> <p>Con la pedagogía se desarrolló una conciencia crítica en los jóvenes y una capacidad de colaboración entre ellos para tomar decisiones más justas. Al entender que los barrios son un producto de las decisiones sociales, políticas y económicas, los jóvenes se sintieron motivados en llevar a cabo acciones colectivas para transformar su entorno.</p> <p>Una dificultad que se identificó al realizar las exploraciones críticas fue la tensión que se da con la cultura escolar dominante y la evaluación basada en estándares.</p>

Morales-Doyle (2017)	Estados Unidos	<p>Estudio de caso extendido (Burawoy, 2009) de carácter etnográfico y reflexivo.</p> <p>Se realizaron entrevistas semiestructuradas a nueve estudiantes (cinco de undécimo grado y cuatro de duodécimo grado) y tres actores clave de la comunidad. El protocolo de entrevistas (63 ítems) indagó en experiencias de vida, significados de justicia social/ambiental y aspectos propios de las clases. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los materiales producidos por los estudiantes y el profesor como informes de laboratorio, tareas, exámenes, documentos de planificación curricular, materiales didácticos y el diario docente</p>	<p>Escuela pública situada en un área urbana del Medio Oeste. La escuela implementa valores asociados a pedagogías críticas y culturalmente relevantes y ofrece un acceso equitativo a cursos avanzados de química para jóvenes afroamericanos y latinos sin exigir altos puntajes en las pruebas estandarizadas. El 99% de los estudiantes de la escuela pertenecen las comunidades afroamericana y latina y el 96% califican para un almuerzo gratuito o subsidiado.</p> <p>La escuela se encuentra ubicada en el área de influencia de dos plantas de generación de energía a partir de carbón, las cuales fueron cerradas por la presión comunitaria que señalaba diversos problemas de contaminación en su entorno.</p>	<p>Al implementar un plan de estudios enfocado en el análisis de las problemáticas de racismo ambiental y la contaminación se logró mejorar el rendimiento académico de los jóvenes ya que estos exhibieron una gran capacidad para resolver problemas complejos en el área de la química. También, se logró desarrollar la conciencia crítica y el liderazgo en los estudiantes.</p> <p>La interacción de los estudiantes con datos reales sobre la contaminación por metales pesados les permitió reconocer la incertidumbre y los límites de la ciencia. Al mismo tiempo, se logró que los estudiantes conectaran la evidencia científica con las luchas históricas y la autodeterminación de la comunidad.</p> <p>Los estudiantes reconocieron la importancia de generar evidencia científica por y para las comunidades.</p>
Rendón-Rivas y Martínez-Pérez (2016)	Colombia	<p>Investigación cualitativa freireana (Freire, 2009, 2010; Martínez, 2010; Alvarado, 2007). Se trató de evidenciar la relación entre la teoría y las prácticas educativas para comprender los significados construidos por la comunidad frente a la contaminación del entorno.</p> <p>Para tomar los datos se recuperaron las historias de 36 estudiantes de grado undécimo con edades entre los 14 y 18 años. Se llevó a cabo un cuestionario socioeconómico, un diagnóstico de la percepción del entorno, entrevistas semiestructuradas y una guía de trabajo que articuló el componente teórico con las problemáticas comunitarias</p>	<p>Escuela pública en Bogotá D.C. Con aproximadamente 600 estudiantes.</p> <p>Dentro de la comunidad que rodea la escuela se identifican problemáticas relevantes “temas generadores” como la contaminación por residuos sólidos, pérdida de recursos hídricos cercanos y minería.</p>	<p>Se logró integrar los contenidos científicos propios del aula (propiedades del agua, contaminación, lixiviados, suelos, etc.), con las problemáticas ambientales locales para comprenderlas. Lo anterior, permitió contextualizar el conocimiento y reconocer la importancia de la investigación comunitaria.</p> <p>Tras realizar una lectura crítica de su entorno a través de la discusión de las problemáticas ambientales presentes en el barrio con diferentes miembros de la comunidad educativa y la discusión de los actores y responsables de estos problemas ambientales, los estudiantes mostraron interés y agencia. Esto permitió fortalecer el compromiso de los estudiantes con su comunidad para ser sujetos de cambio.</p>

		<p>identificadas.</p> <p>El estudio no se limitó a los participantes en el aula de clase, sino que incluyó al núcleo familiar de los estudiantes y algunos miembros de la comunidad. Sin embargo, el número de participantes en este componente no fue reportado por los autores.</p>		
Schindel (2016)	Estados Unidos	<p>Estudio de caso comparativo centrado en la pedagogía crítica del lugar (Gruenewald, 2003).</p> <p>Para recolectar los datos se realizaron entrevistas con el profesor participante, observaciones semanales de su aula de clases durante un año (enero de 2014- junio de 2015), análisis de una de las unidades curriculares impartidas por el docente, observación en campo de una actividad de restauración en un parque realizada por los participantes, análisis de las tareas de los estudiantes, y 10 entrevistas grupales con 20 estudiantes.</p>	<p>Escuela secundaria urbana ubicada en un distrito que afrontó en las últimas décadas un proceso de desindustrialización.</p> <p>El 63% de los alumnos de la escuela son elegibles para un almuerzo gratuito o subsidiado, 55% son blancos, 23% afroamericanos y 18% hispanos o latinos.</p> <p>La tasa de graduación de la escuela es de 52% y la de suspensión es del 23%.</p> <p>Muchos estudiantes expresan frustración por la violencia y la falta de oportunidades en su comunidad. En la zona se presentan altos niveles de contaminación industrial.</p> <p>El distrito escolar opera con un modelo de elección total de escuela y con un currículo escolar prescrito y poco flexible. Sin embargo, el docente que participó en el estudio enfoca sus clases en los estudiantes y la forma como ellos se pueden involucrar en el análisis y solución de las problemáticas ambientales locales.</p>	<p>La participación de los estudiantes en procesos como la restauración de parques urbanos brindó un contexto significativo para el desarrollo de la "rehabilitación" y la conciencia crítica. En este proceso los estudiantes mostraron su capacidad de entender su contexto a nivel político, económico, social y ambiental, lo que les permitió cuestionar las prácticas culturales dominantes.</p> <p>En el proceso de rehabilitación de sus entornos, los estudiantes aplicaron conocimientos científicos profundos, esto denota el valor de esta pedagogía en el proceso de aprendizaje del currículo y el desarrollo de una conciencia crítica.</p> <p>Se observó que los estudiantes desarrollaron capacidad de agencia al redefinir su entorno como un espacio de resistencia y de oportunidades para el cambio social. También, ellos reconocieron estos espacios como fundamentales para integrar el conocimiento comunitario con los saberes científicos.</p>
		<p>Estudio de caso exploratorio (Yin, 2003) que busca interpretar la pedagogía crítica a través de las prácticas de una maestra latina de biología.</p> <p>El estudio se desarrolló a lo largo de cuatro meses (agosto a diciembre de 2009), con visitas una o</p>	<p>Gran distrito escolar urbano en el sur de Los Ángeles, California. La escuela se encuentra en una zona rodeada por industrias, comercios de bajos ingresos, alto desempleo y altos índices de criminalidad.</p> <p>El aula de ciencias de la maestra fue particular ya que es un aula bilingüe donde se emplea instrucción protegida "Sheltered</p>	<p>El estudio demuestra que se pueden generar ambientes de aula que favorecen el aprendizaje de los contenidos científicos mientras se promueven las conexiones de los estudiantes con sus raíces culturales y conocimientos familiares.</p> <p>Se logró reforzar la identidad, el sentido de pertenencia, la capacidad crítica y la aplicación del conocimiento</p>

Alegria, A. (2014)	Estados Unidos	<p>dos veces por semana a dos clases diferentes de biología de noveno y décimo grado para observar las prácticas de la maestra en el aula. El promedio de estudiantes por clase fue de 35.</p> <p>Se realizaron entrevistas conversacionales (Fontana &amp; Frey, 2000) con la maestra.</p> <p>Los datos se analizaron bajo la técnica de análisis de contenido, buscando coherencia y convergencia entre las distintas fuentes de datos (Yin, 2006).</p>	<p><i>Instruction</i>”, un enfoque diseñado para apoyar a estudiantes que no dominan el idioma inglés. También, es especial debido a que los estudiantes latinos (provenientes de El Salvador, México, Guatemala y Nicaragua) presentan los puntajes más altos en las pruebas estandarizadas de ciencias del distrito.</p>	<p>científico a situaciones reales.</p> <p>Al fomentar discusiones sobre la importancia del conocimiento comunitario y su validez con respecto a los conocimientos científicos, se promovió que los estudiantes reflexionaran sobre las estructuras de poder que influyen en la ciencia y en sus propias oportunidades.</p>
-----------------------	----------------	---	--	---

## CONCLUSIÓN

Los hallazgos de la revisión sugieren que la educación popular/crítica puede integrarse en la enseñanza de las ciencias naturales mediante metodologías que promuevan el diálogo horizontal y la resolución de problemas situados en el contexto concreto de los estudiantes. La revisión demostró que estrategias como el aprendizaje basado en proyectos con impacto comunitario, el análisis crítico de problemas ambientales y la incorporación de saberes locales pueden hacer que la ciencia sea más accesible y significativa para los estudiantes. Además, el uso de metodologías como la investigación-acción participativa y la ecopedagogía permite que ellos comprendan los fenómenos naturales y que desarrollen su capacidad de agencia.

El impacto de la educación popular/educación crítica sobre el proceso educativo, especialmente en contextos de comunidades marginadas, se evidenció a través de esta revisión. Entre otros impactos se destaca la promoción del pensamiento crítico, el empoderamiento estudiantil y la transformación comunitaria. Aunque es posible que no se puedan obtener resultados similares en otros contextos debido a que las poblaciones son distintas, la implementación de la educación popular/educación crítica está justificada si se busca dinamizar el aula tradicional y analizar los problemas que aquejan estas poblaciones sin dejar de lado el contenido temático.

Existen algunos vacíos en la literatura revisada que ofrecen oportunidades para futuras investigaciones en el campo de la educación popular/educación crítica para la enseñanza de las ciencias naturales. Con base en los resultados de la revisión se requieren: más estudios de caso que amplíen los contextos en los que se puede aplicar esta educación, evaluaciones cuantitativas que permitan demostrar que la educación popular/educación crítica contribuye a mejorar los logros académicos medidos a través de pruebas estandarizadas, análisis sobre la percepción de la comunidad educativa respecto a la implementación de la educación popular/educación crítica y discusiones sobre políticas educativas que generen un currículo inclusivo en esta área. Finalmente, es fundamental formar a los maestros de ciencias naturales en metodologías críticas para que puedan desarrollar experiencias similares a las descritas en diversos niveles educativos, como la educación inicial y primaria. Para ello, es necesario fortalecer tanto su formación inicial como su desarrollo profesional continuo. Esto contribuirá a fomentar la equidad, la curiosidad y la reflexión crítica dentro y fuera del aula.

## DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores manifiestan que durante la ejecución del trabajo o la redacción del artículo no han incidido intereses personales o ajenos a su voluntad, incluyendo malas conductas y valores distintos a los que usual y éticamente tiene la presente investigación.

## AGRADECIMIENTOS

A la doctora Adriana Inés Ávila Zarate, quién impulsó el desarrollo de esta revisión como un ejercicio académico en el marco del Doctorado en Educación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. A los miembros del Centro Escucha, Habla, Lee y Escribe (EHLE) de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, en especial a la doctora Sandra Liliana Oróstegui y los doctores Allan Amador Díaz y Sergio Alexander Pérez por sus revisiones y comentarios al texto. Al programa Poder Pedagógico Popular: Territorialización de la Formación Avanzada del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegria, A. (2014). Supporting english language learners in the science classroom through critical pedagogy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 99-121. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9399-7>
2. Alvarado Arias, M. (2007). José Martí y Paulo Freire: aproximaciones para una lectura de la pedagogía crítica. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1), 1-19. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/157>
3. Alvidrez, M., Rivera, J. y Diaz, M. (2024). The role of critical pedagogies in early childhood education to create pathways into STEM for Racially Minoritized Communities. *Education Sciences*, 14(11), 1208. <https://doi.org/10.3390/educsci14111208>
4. Anguera, M. (1995). Metodología de la observación en las ciencias humanas. Editorial Cátedra Teorema.
5. Ashby, P. y Moore Mensah, F. (2020). Critical chemistry education in a private, suburban high school. *Research in Science Education*. 50, 303-332. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9690-2>
6. Barrenechea, I. (2010). Evaluaciones Estandarizadas: Seis Reflexiones Críticas. *Archivos analíticos de políticas educativas*. 18(8), 1-27.
7. Bellino, M. y Adams, J. (2017). A critical urban environmental pedagogy: Relevant urban environmental education for and by youth, *The Journal of Environmental Education*, 48(4), 270-284. <http://dx.doi.org/10.1080/00958964.2017.1336976>
8. Bowers, C. A. (2001). Educating for eco-justice and community. Editorial University of Georgia Press.

9. Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
10. Brown, B. (2004). Discursive identity: assimilation into the culture of science and its implications for minority students. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(8), 810-834. <https://doi.org/10.1002/tea.20228>
11. Burawoy, M. (2009). The extended case method: Four countries, four decades, four great transformations, and one theoretical tradition. *Editorial University of California Press*. <https://doi.org/10.1525/california/9780520259003.001.0001>
12. Busquets, T., Silva, M. y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales. Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos*, 42, 117-135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
13. Castro Sánchez, A. y Ramírez Gómez, R. (2013). Enseñanza de las Ciencias Naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53.
14. DeBoer, G. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567-591. <https://doi.org/10.1002/tea.20421>
15. Fontana, A. y Frey, J. (2000). The interview: From structured questions to negotiated text. In N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 645-672). SAGE
16. Freire, P. (1970) *Pedagogy of the Oppressed*. Editorial Continuum.
17. Freire, P. (1998). *Pedagogy of freedom: Ethics, democracy, and civic courage*. Editorial Rowman y Littlefeld.
18. Freire, P (2005a). *Cartas a quien pretende enseñar*. Editorial Siglo XXI.
19. Freire, P. (2005b). *Pedagogy of the oppressed*. Editorial Continuum.
20. Freire, P. (2009). *La educación como práctica de la libertad*. Editorial Siglo XXI.
21. Freire, P. (2010). *Pedagogía del Oprimido*. Editorial Siglo XXI.
22. Fusco, D. y Barton, A. (2001). Representing student achievements in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 337-354. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3<337::AID-TEA1009>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3<337::AID-TEA1009>3.0.CO;2-0)

23. Gadotti, M. (2011). Adult education as a human right: The Latin American context and the ecopedagogic perspective. *International Review of Education*, 57(1), 9–25. <https://doi.org/10.1007/s11159-011-9205-0>
24. Giroux, H. (2013). GIROUX, Henry. La Pedagogía crítica en tiempos oscuros. *Praxis educativa*, 17(2), 13-26. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=153129924002>
25. Gruenewald, D. (2003). The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Educational Researcher*, 32(4), 3-12. <https://doi.org/10.3102/0013189X032004003>
26. Guelman, A., Cabaluz, F. y Salazar, M. (Ed.) (2018). Educación popular y pedagogías críticas en América Latina y el Caribe: corrientes emancipatorias para la educación pública del Siglo XXI. Editorial CLACSO.
27. Hennessy Elliott, C., Alcantara, K., Brito, Y. y Dua, P. (2023). Sociopolitical solidarity in STEM education: youth-centered relationships that resist learning as just achievement data. *Cultural Studies of Science Education*, 18, 57-79. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10161-8>
28. King, N. y Pringle, R. (2019). Black girls speak STEM: Counterstories of informal and formal learning experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 539–569. <https://doi.org/10.1002/tea.21513>
29. Klarin, A. (2024). How to conduct a bibliometric content analysis: Guidelines and contributions of content co-occurrence or co-word literature reviews. *International Journal of Consumer Studie*, 48(2), e13031. <https://doi.org/10.1111/ijcs.13031>
30. Madkins, T. y McKinney de Royston, M. (2019). Illuminating political clarity in culturally relevant science instruction. *Science Education*, 103(6), 1319-1346. <https://doi.org/10.1002/sce.21542>
31. Magana, J., Ferreira-pinto, J., Blair, M. y Mata Jr, A. (1992). A problem-posing educational methodology for the prevention of HIV/AIDS. *Revista latinoamericana de psicología*, 24(1-2), 97-108.
32. Martínez Pérez, L. (2010). A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e Dificuldades. [Tesis doctoral, Universidade Estadual Paulista]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/11449/102011>
33. Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E. y López-Cózar, E. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: A multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*, 126(1), 871–906. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
34. Morales-Doyle, D. (2017). Justice-centered science pedagogy: A catalyst for academic achievement and social transformation. *Science Education*, 101(6), 869-1088. <https://doi.org/10.1002/sce.21305>

35. Morrison, K., Robbins, H. y Gregory Rose, D. (2008). Operationalizing culturally relevant pedagogy: A synthesis of classroom-based research. *Equity and Excellence in Education*, 41(4), 433–452. <https://doi.org/10.1080/10665680802400006>
36. Mueller, M. (2009). Educational reflections on the “ecological crisis”: EcoJustice, environmentalism, and sustainability. *Science and Education*, 18(8), 1031-1056. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9179-x>
37. Noddings, N. (1992). The challenge to care in schools: An alternative approach to education. Editorial Teachers College Press.
38. Orozco Marín, Y. (2021). Caminos didácticos para la enseñanza de la biología y la lucha antirracista: una deuda histórica y una necesidad urgente. Voces y Silencios. *Revista Latinoamericana de Educación*, 12(1), 200-228. <https://doi.org/10.18175/VyS12.1.2021.9>
39. Page, M., Moher, D., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C. y McKenzie, J. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
40. Piernagorda Peña, I. (2024). Secuencia didáctica en torno a conceptos de luz y ondas basados en el aprendizaje deductivo-dialéctico desarrollado en un proceso de educación popular. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19(2), 219-233. <https://doi.org/10.14483/23464712.20204>
41. Powell, R., Cantrell, S., Correll, P., Malo-Juvera, V., Ross, D. y Bosch, R. (2012). Culturally responsive instruction observation protocol (Rev ed.). University of Kentucky.
42. Puig de la Bellacasa, M. (2017). Matters of care: Speculative ethics in more than human worlds. Editorial University of Minnesota Press.
43. Rendón-Rivas, M. y Martínez-Pérez, L. (2016). Enseñanza de las Ciencias a partir de una perspectiva Freireana. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 241-257. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.19.2.256481>
44. Rodríguez, A. (2014). A Critical Pedagogy for STEM Education. In J. Bencze y S. Alsop, (Eds.), *Activist Science and Technology Education. Cultural Studies of Science Education* (pp. 55-66). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_4)
45. Rodríguez, A. (2015). What about a dimension of engagement, equity, and diversity practices? A critique of the next generation science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 1031-1051. <https://doi.org/10.1002/tea.21232>
46. Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación*, 11(15), 103-124. <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2013.011.015.005>

47. Sandoval, C. (2000). *Methodology of the oppressed*. Editorial University of Minnesota Press.
48. Schindel Dimick, A. (2016). Exploring the potential and complexity of a critical pedagogy of place in Urban Science Education. *Science Education*, 100(1), 814-836. <https://doi.org/10.1002/sce.21233>
49. Scocuglia, A. C. (2024). Paulo Freire: An educator of the present and the future. *International Review of Education*, 70(2), 359-370. <https://doi.org/10.1007/s11159-024-10083-9>
50. Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences*. Editorial Teachers College Press.
51. Smith, H. y Segbers, T. (2018). The impact of transculturality on student experience of higher education. *Journal of Experiential Education*, 41(1), 75-89. <https://doi.org/10.1177/1053825917750406>
52. Solórzano, D. y Yosso, T. (2002). Critical race methodology: Counter-storytelling as an analytical framework for education research. *Qualitative Inquiry*, 8(1), 23-44. <https://doi.org/10.1177/107780040200800103>
53. Spradley, J. (1979). *The ethnographic interview*. Editorial Harcourt Brace Jovanovich College Publisher.
54. Spradley, J. (1980). *Participant observation*. Editorial Holt, Rinehart, y Winston.
55. Srivastava, H., Gupta, A. y Raveendran, A. (2022). Examining the discourse on waste in school education from the standpoint of marginalized communities in Mumbai. *Cultural Studies of Science Education*, 17(2), 301-330. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10049-5>
56. Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Editorial SAGE.
57. Strauss, A. y Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Editorial SAGE.
58. Torre, M., Fine, M., Alexander, N., Billups, A., Blanding, Y., Genao, E., Marboe, E., Salah, T. y Urdang, K. (2008). Participatory action research in the contact zone. In J. Cammarota y M. Fine, (Eds.), *Revolutionizing education youth participatory action research in motion*. Routledge (pp. 23-44).
59. Upadhyay, B., Atwood, E. y Tharu, B. (2021). Antiracist pedagogy in a high school science class: A case of a high school science teacher in an indigenous school. *Journal of Science Teacher Education*, 32(5), 518-536. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1869886>
60. Van Eck, N. y Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84, 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

61. Visser, M., Jan van Eck, N. y Waltman, L. (2021). Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic. *Quantitative Science Studies*, 2(1), 20-41. [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00112](https://doi.org/10.1162/qss_a_00112)
62. Wang, C. y Burris, M. (1997). Photovoice: Concept, methodology, and use for participatory needs assessment. *Health Education y Behavior*, 24(3), 369-387. <https://doi.org/10.1177/109019819702400309>
63. Yin, R. (2003). Case study research: Design and methods. Editorial SAGE.
64. Yin, R. (2006). Case study research: Design and methods. Editorial SAGE.
65. Zocher, J. y Hougham, R. (2020). Implementing Ecopedagogy as an Experiential Approach to Decolonizing Science Education. *Journal of Experiential Education*, 43(4), 105382592090861. <https://doi.org/10.1177/105382592090861>