

Producción de Conocimiento con enfoque Transdisciplinar en el Escenario de la Mecánica Clásica: una Revisión Sistemática

Mónica Marcela Peña Cárdenas¹

monica.pena@usantotomas.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-5457-768X>

Universidad Santo Tomás
Colombia

Nelly Yolanda Céspedes Guevara

nellycespedes@usta.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-3490-342X>

Universidad Santo Tomás
Colombia

Rosa Nidia Tuay Sigua

rosatuay@usta.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-2040-2854>

Universidad Santo Tomás
Colombia

RESUMEN

Este artículo presenta una revisión sistemática sobre la producción de conocimiento en el campo de la Mecánica Clásica, destacando el enfoque transdisciplinario. El objetivo principal es explorar y analizar patrones emergentes que evidencian la integración de diversas disciplinas en la generación de conocimiento. La revisión se realiza entre los años 2001 y 2023, utilizando el método PRISMA. Los resultados muestran 24 artículos que cumplen los criterios de inclusión establecidos. Los hallazgos ofrecen una visión integral de las contribuciones transdisciplinarias en la Mecánica Clásica, proporcionando una comprensión profunda de su impacto en la construcción colectiva del saber.

Palabras clave: transdisciplinar; mecánica clásica; hermenéutica; modo 2; producción de conocimiento

¹ Autor principal

Correspondencia: monica.pena@usantotomas.edu.co

Knowledge Production with a Transdisciplinary Approach in the Context of Classical Mechanics: a Systematic Review

ABSTRACT

This article provides a systematic review on the production of knowledge in the field of Classical Mechanics, highlighting the transdisciplinary approach. The main objective is to explore and analyze emerging patterns that show the integration of different disciplines in the generation of knowledge. The review takes place between 2001 and 2023 using PRISMA method. The results display 24 articles that stick to the established inclusion criteria. The findings offer an integral vision of the transdisciplinary contributions in the Classical Mechanics, providing a deep understanding of its impact in the collective construction of knowledge.

Keywords: transdisciplinarity; classical mechanics; hermeneutics; mode 2; knowledge production

*Artículo recibido 18 noviembre 2023
Aceptado para publicación: 30 diciembre 2023*

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en la educación media se ha enfrentado históricamente a diversos desafíos (Martínez, 2013). El primero de ellos se asocia a la percepción que tienen los estudiantes de que esta disciplina es compleja, abstracta y alejada de su vida cotidiana (Freyte, et al., 2014).

Otro reto, radica en la manera en que se aborda la enseñanza de conceptos complejos de la física y la carencia de enfoques pedagógicos que estimulen una comprensión profunda y significativa de estos. En un estudio reciente realizado por García, se encontró que "los estudiantes muestran una falta de interés y motivación cuando no pueden relacionar los conceptos físicos con situaciones de la vida real" (García et al. 2022, p. 19). Esta investigación corrobora la afirmación de que la desconexión entre el contenido académico y la vida cotidiana contribuye al problema.

Se reconoce también, un componente que está asociado a la ineficacia de los enfoques educativos tradicionales, que a menudo se basan en la transmisión de información y la memorización de fórmulas sin una comprensión real de los conceptos físicos subyacentes (Céspedes, 2016). Según Smith y Johnson (2019), "la enseñanza basada en la transmisión de información y la memorización de fórmulas ha demostrado ser ineficaz en la promoción de una comprensión profunda de la física" (p. 3). Esto conduce a una desconexión entre el contenido académico, lo que desemboca en falta de interés y motivación en el aprendizaje en general (Stipcich, 2004, p. 13).

En el escenario de la mecánica clásica, para este caso particular de la newtoniana, rama de la física que se centra fundamentalmente en explicar cómo los objetos se mueven y responden a las fuerzas que actúan sobre ellos (Hinojosa & Puig, 2013), su enseñanza tiende a centrarse en un enfoque disciplinario, con poca atención a la transdisciplinariedad y las interacciones entre diferentes áreas del conocimiento (Hernández et al. 2018).

En la actualidad, la sociedad en su conjunto demanda un crecimiento constante en la competitividad y la obtención de resultados más eficientes, efectivos y con un enfoque innovador. En este contexto, la educación se destaca como un pilar fundamental en el avance de las comunidades, convirtiéndose en la herramienta principal para el progreso de las naciones. Por consiguiente, la mejora en la calidad de la educación se convierte en un compromiso no solo deseable, sino imperativo e ineludible para los

gobiernos (Martín, 2019). Esto respalda la idea de que se necesita una mayor atención a la transdisciplinariedad en el escenario de la mecánica clásica.

Este problema se agrava por las escasas investigaciones y propuestas pedagógicas que abordan de manera integral la relación entre la transdisciplinariedad, la hermenéutica y la enseñanza en el contexto educativo de la educación media (Cabrera, 2017). La necesidad de explorar y desarrollar enfoques pedagógicos efectivos que integren estos aspectos es evidente, ya que podría conducir a una mejora significativa en la comprensión y el interés de los estudiantes por la física y otras áreas del conocimiento (Velasco et al. 2009).

MARCO TEÓRICO

La transdisciplinariedad en el campo de la mecánica clásica

La transdisciplinariedad, acuñada por Jean Piaget en 1970 y posteriormente desarrollada por el autor en su libro "Manifiesto de la Transdisciplinariedad" en 1996, ha evolucionado y se ha extendido a nivel mundial en campos como la educación, la salud y el diálogo entre la ciencia y la religión (Versluis & Nicolescu, 2018). La transdisciplinariedad ha alcanzado la madurez como un movimiento internacional, y su aplicación en la educación es particularmente destacada (Luna et al. 2013).

El término "ser transdisciplinar" se refiere a la cualidad o característica de un sujeto, grupo de personas o enfoque que está involucrado en un trabajo o enfoque transdisciplinario. No se refiere necesariamente a un individuo específico, sino más bien a la capacidad de colaborar, trabajar o pensar de una manera que trasciende las fronteras tradicionales de las disciplinas académicas (Dravet et al. 2013). Cuando se describe a alguien como "ser transdisciplinario", significa que esa persona tiene la capacidad de integrar conceptos, métodos y enfoques de diferentes disciplinas para abordar problemas complejos que no pueden ser comprendidos adecuadamente desde una sola perspectiva disciplinaria (Luengo & Martínez, 2018).

El término "Ser transdisciplinar" tiene varios significados. En primer lugar, se refiere al concepto filosófico de ser la unidad de naturaleza y conocimiento, que trasciende las resistencias en diferentes niveles de realidad de objetos y sujetos a través del tercero incluido. Esto se logra mediante una metodología transdisciplinaria que une lo real y la realidad a través de una interconexión de ontología, lógica y epistemología (Morin, 1999).

En su obra "El método. Vol. 1: La naturaleza de la naturaleza" (2022), Morin propone una visión de la investigación transdisciplinaria que destaca la importancia de la participación activa del investigador en el proceso de conocimiento. Morin (2022) argumenta que la objetividad completa y la neutralidad son ilusiones, y que los investigadores siempre están influenciados por su perspectiva y contexto. Por lo tanto, aboga por una forma de investigación que reconozca esta subjetividad y busque una mayor participación en la comprensión de los fenómenos estudiados (Morin, 2022).

Por otra parte, la noción de la transdisciplinariedad y sus supuestos ontológico, lógico y etimológico, así como la distinción entre "niveles de realidad" y la unificación de estos niveles a través del "tercero incluido", están respaldados por la obra de Basarab Nicolescu, defensor de la transdisciplinariedad y autor de "Manifiesto de la Transdisciplinariedad" (2002).

En su obra, Nicolescu (2002) explica detalladamente los fundamentos de la transdisciplinariedad y cómo estos se basan en la física cuántica y otras disciplinas científicas. Él desarrolla la idea de los "niveles de realidad" como una forma de abordar la complejidad y la interconexión de objetos y sujetos en el conocimiento. Nicolescu también enfatizó la importancia del "tercero incluido" como un concepto central en la transdisciplinariedad, que actúa como un puente que une diferentes niveles de realidad.

En el escenario de la enseñanza de la física, los contenidos se presentan con enfoque tradicional y tienden a ser disciplinarios (Fischer & Girwidz, 2021), los ejercicios y problemas que se abordan en este campo de conocimiento reflejan una ciencia aislada, con pocas conexiones y explicada a través de relaciones matemáticas (Covián 2004). Sin embargo, la física tiene la capacidad de explicar una amplia gama de fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas, y está relacionada con diversas disciplinas, como la Biología, Química, Geología, Filosofía, Música, Arte y otras áreas (Fischer & Girwidz, 2021). Esto ha llevado al surgimiento de disciplinas interdisciplinarias como la Biofísica, la Químico-Física y la Geofísica (Pirozhkova, 2018).

Otro referente en la enseñanza de la física son los libros de texto, pues desempeñan un papel crucial, ya que traducen los contenidos prescritos en el currículo en presentaciones didácticas (Hidalgo, 2013). Son ampliamente utilizados por los profesores en la planificación de clases, el apoyo a actividades y el aprendizaje de los estudiantes (Piedrahíta et al. 2005).

Dino Segura (1989) en su trabajo sobre una alternativa curricular en la enseñanza de las ciencias, frente

a los libros de texto afirma:

Usualmente el texto se organiza como una exposición rectilínea: verdad sobre verdad. Y culmina su tratamiento temático con problemas de aplicación de resultados (fórmulas y algoritmos), no a situaciones reales sino a situaciones imaginadas y además idealizadas, supuestamente para facilitar el aprendizaje. (p.17)

En este escenario, es importante destacar que el aprendizaje de las ciencias no se centra en la comprensión sino en la repetición de conceptos (Segura, 1989).

Por lo mencionado anteriormente, la transdisciplinariedad en los libros de texto no debe limitarse a una mera decoración visual o a la inclusión de información sin contexto; debe ser significativo y relacionable con la estructura cognitiva de los estudiantes (De Pro Bueno et al. 2008). Esto les permitirá comprender la física como parte de una red más amplia de conocimiento y actividades que tienen un impacto en la sociedad y el entorno (Cruz et al, 2003; Segura, 1989). La enseñanza de la física en el contexto de situaciones del mundo real promueve la idea de que la ciencia se preocupa por los problemas de la sociedad y motiva a los estudiantes al mostrar conexiones con otros aspectos de su vida cotidiana (Fischer et al., 2021).

Aspectos hermenéuticos relacionados con la interacción entre diferentes disciplinas

Otro aspecto relevante para la discusión en este artículo es la hermenéutica, un enfoque filosófico y metodológico, que ha desempeñado un papel significativo en la historia del pensamiento occidental (Morales, 2011). En la actualidad, se ha convertido en una herramienta esencial para abordar una amplia gama de disciplinas. También se presenta como una alternativa valiosa para las ciencias humanas, como la educación, ofreciendo una resistencia al enfoque positivista que promueve una visión científica empírico-matemática como la única válida (Toro, 2008).

Para comprender plenamente la hermenéutica, es esencial explorar sus orígenes históricos. Etimológicamente, la palabra "hermenéutica" proviene del griego "hermeneutikós", que significa interpretación (Martínez, 2006). En la filosofía antigua, se encuentran precursores de la hermenéutica en autores como Filón de Alejandría, quien aplicó la alegoría en la interpretación de textos bíblicos (López, 2013).

Orígenes, a su vez, desarrolló la doctrina de los tres estratos en la interpretación de las Escrituras

(Flamarique, 2000).

En la filosofía moderna, autores como Friedrich Schleiermacher y Wilhelm Dilthey contribuyeron al desarrollo de la hermenéutica (López, 2013). Schleiermacher afirmó que todo acto de comprensión es la inversión del acto de hablar y que entender un discurso implica comprenderlo tal como lo hace su autor. Dilthey, por su parte, dividió las ciencias en ciencias del espíritu y ciencias de la naturaleza y buscó establecer una metodología hermenéutica para las ciencias del espíritu (Grodin, 2011).

Según Gadamer y Grodin (2002), el pensamiento de Heidegger coloca a la hermenéutica en el centro de la reflexión filosófica. La hermenéutica de Heidegger se percibe como la intensificación de la tendencia interpretativa intrínseca al acto de comprender. En este contexto, la hermenéutica se concibe como la interpretación en sí misma, en lugar de ser simplemente una teoría de la interpretación. Específicamente, su objetivo es lograr una claridad intrínseca a la existencia, la cual debe ser alcanzada a través de un proceso continuo de interpretación que la existencia entendida siempre está llevando a cabo (Gadamer & Grodin, 2002).

En la actualidad, la hermenéutica se utiliza en diversas disciplinas para analizar y comprender textos y contextos. Ha desempeñado un papel crucial al resistir la imposición del positivismo en las ciencias sociales y humanas (Martínez, 2006). Este enfoque interpretativo sigue siendo relevante y valioso para abordar cuestiones complejas en diversas áreas del conocimiento.

En el contexto educativo, se propone que los educandos puedan alcanzar su realización personal a través de la comprensión del ser, mediada por los objetivos académicos. Aunque no es posible abarcar la totalidad del ser, se motiva a los educandos a emprender la búsqueda de la comprensión del ser basada en su propia experiencia (López, 2013).

Según Pring (2003), los procesos educativos presentan ocho características fundamentales. En primer lugar, la educación se revela como un pilar esencial para la formación de reformas en ámbitos sociales, económicos y morales. En segundo lugar, estos procesos educativos están orientados hacia el perfeccionamiento del individuo, permitiéndole alcanzar su verdadera potencialidad. En palabras de Nietzsche, al nacer, el ser humano no alcanza su máxima capacidad, la cual solo puede desarrollar a lo largo de su vida a través de su actividad (Pring, 2003).

Esta perspectiva abre la puerta para que los educandos sean quienes desarrollen los mecanismos y

modelos para comprender el objeto de estudio (Segura, 1989). Se reconoce que es imposible pensar en algo sin hacer referencia a lo existente en nuestro marco de significados. Por lo tanto, una forma efectiva de fomentar el aprendizaje es involucrar a los educandos en la identificación y profundización del conocimiento del ser utilizando sus propios recursos (Segura, 1989).

En la educación basada en la comprensión, los seres humanos tienen la oportunidad de comprenderse a sí mismos, ya que su propio ser se manifiesta tal como es. Se reconocen y valoran por su dimensión de ser y tienen la posibilidad de crecer y desarrollarse en relación con otros seres en un contexto temporal, cultural y dinámico que ofrece oportunidades para su desarrollo personal (Cruz et al, 2003).

METODOLOGÍA

En esta sección, se esboza el enfoque que dirige esta revisión sistemática. Se ha empleado el método descrito en la declaración PRISMA (Ciapponi, 2021). A continuación, se detalla el tipo de estudio, los criterios de inclusión/exclusión, las fuentes de información, las estrategias de búsqueda y los criterios de calidad metodológica y de selección de estudios.

Tipo de estudio

Este trabajo se sustenta en la realización de una revisión sistemática de literatura. Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicos, como Scopus, REDALYC y ERIC, utilizando palabras clave relacionadas con "Transdisciplinariedad", "Modo 2", "Producción de conocimiento", "Enfoque hermenéutico", "Educación" y "Mecánica clásica". Se aplicaron criterios de inclusión y de exclusión para seleccionar estudios que aborden la transdisciplinariedad en el contexto de la mecánica clásica y el modo dos de producción de conocimiento según Gibbons et al. (1997).

El análisis de los estudios incluidos es de carácter cualitativo y descriptivo, destacando tendencias, patrones y temas emergentes. Estos se agruparon según dimensiones relevantes, como la influencia de la transdisciplinariedad en la producción de conocimiento o las implicaciones hermenéuticas.

Criterios de inclusión/exclusión

Tabla 1. Criterios de inclusión

Criterios inclusión	Justificación
Estudios que aborden la transdisciplinariedad en el contexto de la mecánica clásica	Este criterio es fundamental ya que el objetivo principal de la investigación es analizar cómo la transdisciplinariedad se aplica en el ámbito de la mecánica clásica. Al incluir estudios que aborden específicamente esta relación, se garantiza que la información recopilada esté directamente relacionada con el tema de interés.
Investigaciones que exploren el modo dos de producción de conocimiento según Gibbons et al. (1997)	La inclusión de investigaciones que se centran en el modo dos de producción de conocimiento es relevante porque este enfoque se relaciona estrechamente con la transdisciplinariedad. Gibbons y cols. (1997) describen este modo como un enfoque más colaborativo y orientado a problemas en la producción de conocimiento. Al incluir investigaciones que exploren este concepto, se pueden identificar conexiones significativas con la transdisciplinariedad.
Publicaciones académicas en inglés, español o portugués	Este criterio se justifica porque limita el conjunto de estudios a idiomas que los investigadores puedan comprender y analizar con fluidez. Al incluir estos idiomas, se facilita la revisión y síntesis de la literatura, lo que contribuye a la calidad y comprensión de los resultados.
Estudios publicados en revistas científicas revisadas por pares	La inclusión de estudios publicados en revistas revisadas por pares garantiza la calidad y confiabilidad de los datos. Los estudios sometidos a revisión por expertos en el campo académico tienden a ser más rigurosos en términos de metodología y credibilidad. Esto asegura que los hallazgos extraídos de estos estudios sean más confiables y válidos para la investigación.

Fuente: Propia

Tabla 2. Criterios de exclusión

Criterios inclusión	Justificación
Estudios que no estén relacionados con la transdisciplinariedad en la mecánica clásica	Este criterio se establece para garantizar que solo se incluyan investigaciones que estén directamente relacionadas con el tema de interés, que es la transdisciplinariedad en el contexto de la mecánica clásica. Excluir estudios no relacionados ayuda a mantener la coherencia y relevancia de la revisión sistemática.
Investigaciones que no aborden aspectos hermenéuticos o el modo de producción de conocimiento	Dado que el enfoque de la investigación se centra en la comprensión hermenéutica y el modo de producción de conocimiento, se justifica la exclusión de investigaciones que no aborden estos aspectos. Esto garantiza que los estudios seleccionados estén alineados con los objetivos de la investigación y contribuyan a la comprensión de estos conceptos específicos.
Publicaciones en idiomas distintos a los que se tiene en los criterios de inclusión	Imitar la revisión a publicaciones en inglés, español o portugués se justifica por razones de accesibilidad y comprensión. Al excluir idiomas diferentes a los establecidos en los criterios de inclusión, se asegura que los investigadores puedan evaluar adecuadamente la literatura sin barreras lingüísticas significativas.
Estudios que no sean accesibles a través de bases de datos académicas	La exclusión de estudios que no sean accesibles a través de bases de datos académicos se basa en la necesidad de utilizar fuentes confiables y verificables. Las bases de datos académicos suelen albergar investigaciones revisadas por pares y de alta calidad. Al restringir la inclusión de estudios disponibles en estas bases de datos, se garantiza la confiabilidad de la información recopilada.

Fuente: Propia

Fuente de información

La recopilación de información o datos de esta revisión fue consultada de manera electrónica a través de las siguientes bases de datos:

Tabla 3. Base de datos

Base de datos	Descripción
Scopus	Scopus es una de las bases de datos académicos más completas y respetadas a nivel mundial. Es gestionada por Elsevier y ofrece una amplia gama de contenidos académicos, que incluye revistas científicas, conferencias, libros y patentes. Scopus abarca diversas disciplinas académicas y es especialmente conocida por su extenso alcance en las ciencias naturales, sociales y la tecnología.
REDALYC	REDALYC, acrónimo de Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, es una base de datos que se centra en la difusión de investigaciones científicas y académicas en español y portugués. Su objetivo es promover y facilitar el acceso a la producción académica de América Latina y la Península Ibérica.
ERIC	ERIC es una base de datos educativos gestionada por el Instituto de Ciencias de la Educación del Departamento de Educación de los Estados Unidos. Se enfoca en la recopilación y difusión de literatura académica relacionada con la educación y las ciencias de la educación.

Fuente: Propia

Estrategia de búsqueda

Selección de Bases de Datos: Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicos ampliamente reconocidas y relevantes para la investigación científica. Entre las bases de datos seleccionadas se incluyen Scopus, REDALYC y ERIC, que abarcan diversas disciplinas académicas y ofrecen un extenso alcance geográfico.

Selección de Términos de Búsqueda: Dentro de la búsqueda se usaron términos de lenguaje controlados, en especial los términos MeSH palabras clave y lenguaje natural. Los términos de búsqueda se han elegido cuidadosamente para asegurar la captura de estudios pertinentes relacionados con el tema de investigación.

Tabla 4. Términos MeSH

Criterios inclusión	Justificación
Transdisciplinarity	<p>Definición: La transdisciplinarietà se refiere a un enfoque colaborativo y holístico para la investigación y la resolución de problemas que trasciende los límites tradicionales de las disciplinas académicas. Implica la integración de múltiples perspectivas y enfoques para abordar cuestiones complejas que no pueden ser comprendidas completamente desde una sola disciplina.</p> <p>Descripción: La transdisciplinarietà busca la cooperación entre diversas áreas de conocimiento, fusionando sus métodos y teorías para abordar desafíos interdisciplinarios y globales.</p>
Mode 2	<p>Definición: El "Modo 2" se refiere a un modelo de producción de conocimiento en el cual la investigación es realizada de manera colaborativa por equipos interdisciplinarios, en entornos no académicos y orientados hacia la solución de problemas prácticos. Este enfoque destaca la relevancia y aplicabilidad del conocimiento generado.</p> <p>Descripción: El "Mode 2" representa un cambio en la forma en que se realiza la investigación, alejándose de los enfoques tradicionales centrados en la academia hacia un proceso más orientado a la acción y al impacto en la sociedad.</p>
Knowledge production	<p>Definición: La producción de conocimiento se refiere al proceso mediante el cual se genera, organiza y comparte información y sabiduría. Involucra la investigación, la recopilación de datos, el análisis y la síntesis de información para crear nuevos conocimientos.</p> <p>Descripción: La producción de conocimiento es fundamental en la investigación académica y científica, así como en la toma de decisiones en diversos campos. Implica la creación de ideas y teorías que contribuyen al avance del entendimiento humano.</p>

Hermenutical approach

Definición: El enfoque hermenéutico es un método interpretativo que se utiliza para comprender y dar sentido a textos, símbolos, culturas y experiencias humanas. Se basa en la interpretación y la profunda comprensión de contextos y significados.

Descripción: El enfoque hermenéutico se aplica en campos como la filosofía, la teología, la literatura y las ciencias sociales. Se centra en la comprensión de las perspectivas y los significados subyacentes a través del análisis crítico y reflexivo.

Classical mechanics

Definición: La mecánica clásica es una rama de la física que se enfoca en el estudio del movimiento de objetos macroscópicos en condiciones no relativistas. Se basa en las leyes desarrolladas por Isaac Newton en el siglo XVII y comprende conceptos como la cinemática y la dinámica.

Descripción: La mecánica clásica es esencial para comprender y predecir el comportamiento de objetos cotidianos en el mundo físico. Aunque fue suplantada en algunas situaciones por la mecánica cuántica y la relatividad, sigue siendo relevante en numerosas aplicaciones prácticas y tecnológicas.

Fuente: Propia

Utilización de Operadores Booleanos: Se emplearon operadores booleanos, como "AND", "OR" y "NOT", de manera estratégica para combinar y refinar los términos de búsqueda. Esto permitió la inclusión de estudios que abordan múltiples aspectos de la investigación, al tiempo que excluyeron resultados no pertinentes.

Aplicación de Filtros de Fecha: Con el propósito de asegurar la relevancia y actualidad de los estudios incluidos, se aplicaron filtros de fecha. Se consideraron únicamente los estudios publicados desde el año 2001 hasta la fecha actual, lo que garantiza la inclusión de investigaciones recientes y relevantes.

Criterios de calidad metodológica y selección de estudios según criterios de inclusión/exclusión explicitados

Métodos de Extracción de Datos: Se implementó una matriz de extracción de datos que comprende los siguientes elementos clave de cada estudio seleccionado:

- Información sobre el autor(es).
- Año de publicación del estudio.
- Diseño del estudio.
- Enfoque metodológico utilizado.
- Principales hallazgos del estudio.
- Conclusiones relevantes.

Métodos de Evaluación de la Calidad: Se empleó el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) como herramienta para evaluar la calidad metodológica y la transparencia de los estudios que se incluyen en la revisión sistemática.

PRISMA establece directrices y una estructura estandarizada que simplifica la planificación, ejecución y presentación de resultados, lo que contribuye a la claridad y coherencia del proceso. Además, su enfoque en la transparencia y la reproducibilidad asegura que otros investigadores puedan replicar y verificar los pasos seguidos en la revisión, fortaleciendo la integridad de la investigación. La adhesión a PRISMA también facilita la identificación de sesgos potenciales en la selección y evaluación de estudios, mejorando así la calidad metodológica y, en última instancia, la confiabilidad de los resultados (Urrutia & Bonfill, 2010).

Enfoque Analítico: Se llevó a cabo un análisis cualitativo y descriptivo de los estudios seleccionados en la revisión sistemática. Se identificaron tendencias, patrones y temas emergentes presentes en los estudios analizados. Esto permitió comprender la evolución y el estado actual de la investigación en el campo de la transdisciplinariedad y la mecánica clásica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

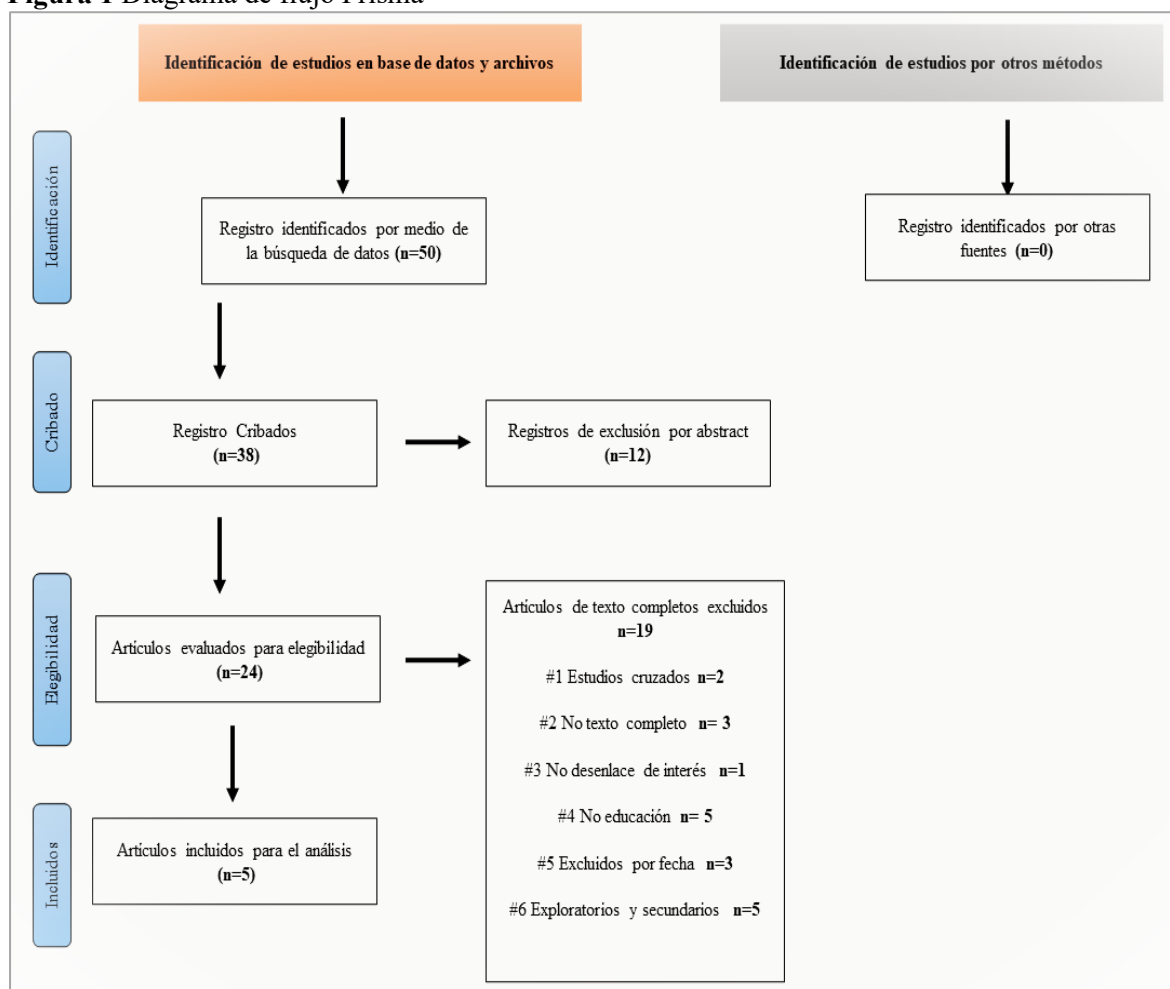
En este apartado se exponen los hallazgos, lo trascendente del estudio expresado con cierto detalle en la exposición que sostenga el porqué del trabajo: justificando las conclusiones a las que se arribó. Los resultados deben ser objetivos y claros demostrando que son la consecuencia lógica de la metodología utilizada.

Selección de artículos

Descripción de los resultados de la búsqueda: número de registros obtenidos, revisados y seleccionados.

Figura de Diagrama de flujo PRISMA.

Figura 1 Diagrama de flujo Prisma



Fuente: Propia

Descripción de los resultados obtenidos en la búsqueda

Tabla 5. Resumen de artículos seleccionados

Artículo	Estudio Incluido	Resultado
Stepping stone or stumbling block? Mode 2 knowledge production in sustainability science	El estudio es de enfoque empírico, se centró en el desarrollo de entrevistas a expertos o encuestas a profesionales y académicos involucrados en la ciencia de la sostenibilidad para	Los autores concluyen examinando el concepto de Modo 2 de producción de conocimiento en el contexto de la ciencia de la sostenibilidad, destacando sus beneficios potenciales y los desafíos asociados. Estos enfatizan en la importancia de evaluar el impacto y superar las barreras institucionales para promover una producción de

	recopilar datos empíricos y opiniones sobre el tema.	conocimiento más efectiva en el ámbito de la sostenibilidad.
Experiential pedagogical-didactic knowledge in colombia: From hermeneutical, abductive and narrative perspectives	El diseño del estudio está basado en un marco conceptual sobre la educación en Colombia y la importancia del conocimiento pedagógico-didáctico basado en la experiencia.	Se concluye que el conocimiento pedagógico-didáctico basado en la experiencia es fundamental en el contexto educativo colombiano y que su comprensión beneficia a los educadores al mejorar sus prácticas. Además, se enfatiza la importancia de la reflexión y la narración de experiencias educativas para enriquecer el diálogo y la colaboración en el ámbito educativo.
Hermenéutica simbólica, Jung y transdisciplinariedad: luces y sombras en la educación	El artículo es teórico y conceptual, ya que se mencionan términos como "hermenéutica simbólica" y "transdisciplinariedad".	El artículo sugiere que la hermenéutica simbólica y la incorporación de los conceptos de Jung pueden enriquecer la experiencia educativa al proporcionar herramientas para la interpretación profunda de los símbolos y la comprensión de la psicología humana en el proceso de aprendizaje. Además, la transdisciplinariedad se presenta como un enfoque prometedor para abordar los desafíos educativos contemporáneos al fomentar una visión más integral del conocimiento.
Transdisciplinarity and the New Production of Knowledge	El estudio desarrolla un diseño cualitativo y se basa en la revisión de la literatura.	El artículo apoya la adopción de la transdisciplinariedad como un enfoque valioso para la producción de conocimiento en un mundo caracterizado por problemas complejos y entrelazados. Se argumenta que la transdisciplinariedad puede mejorar la calidad y la relevancia del conocimiento al integrar una variedad de perspectivas y enfoques en la investigación.
Transdisciplinarity and Education	El artículo utiliza un enfoque discursivo hermenéutico para abordar	El artículo concluye que la transdisciplinariedad en la educación es fundamental para superar la fragmentación

el tema de la del conocimiento y fomentar la construcción transdisciplinaria y la creativa del conocimiento. Se argumenta que educación. la transdisciplinaria implica una mirada más allá de las disciplinas tradicionales y promueve la interconexión y el diálogo entre diferentes saberes. Se enfatiza que la transdisciplinaria no es solo una cuestión de conocimiento, sino también de libertad de acción y reflexión crítica. En última instancia, se sostiene que la transdisciplinaria en la educación contribuye a una comprensión más completa y enriquecedora de la realidad y fomenta la transformación de la cultura escolar hacia una pedagogía más abierta y participativa.

Fuente: Propia

Dentro del marco del objetivo establecido, los hallazgos resultan pertinentes, aunque se observa una notable reducción en la cantidad de artículos desde la primera fase de búsqueda. Inicialmente, se identificaron 50 registros, los cuales se sometieron a un proceso de selección y evaluación de elegibilidad, lo que resultó en la exclusión de 19 artículos. Este proceso culmina con la selección de 24 investigaciones para la revisión. Finalmente, se incluyeron 5 artículos para el análisis.

Las categorizaciones realizadas con los artículos encontrados reflejan la aplicación de criterios específicos para la inclusión y exclusión de los estudios. Estas categorías se utilizaron para refinar la selección y asegurar que los artículos cumplan con los requisitos del objetivo de la revisión. Entre las razones de exclusión se incluyen estudios cruzados, la falta de disponibilidad del texto completo, la carencia de un diseño de interés relevante para el objetivo, la falta de relevancia en el ámbito educativo y restricciones de fechas.

Los hallazgos de esta revisión sistemática destacan la producción de conocimiento con un enfoque transdisciplinario en el ámbito de la Mecánica Clásica. Se identificaron patrones y tendencias que resaltan la integración de diversas disciplinas en la generación de información, subrayando la importancia de la interconexión de conocimientos en este escenario específico.

El principal problema identificado es la ineficacia de los métodos educativos tradicionales que no promueven una comprensión profunda y significativa de los conceptos físicos, lo que resulta en una falta de interés y motivación por parte de los estudiantes. Esta situación plantea un desafío significativo que debe abordarse con urgencia para mejorar la educación científica en estos niveles.

En este contexto, se introduce la transdisciplinariedad como un enfoque pedagógico innovador que puede cambiar la forma en que los estudiantes abordan la física y la mecánica clásica. Es importante destacar que la transdisciplinariedad no se limita únicamente a la mecánica clásica, sino que puede aplicarse a todas las ramas de la física y, de hecho, a cualquier campo del conocimiento. Al adoptar un enfoque transdisciplinario, los estudiantes pueden ver cómo los principios de la física se relacionan con otros campos, como la biología, la química, la geología, la música, el arte y la filosofía. Esto no solo enriquece su comprensión de la física, sino que también les muestra la relevancia de esta ciencia en su vida cotidiana y en el mundo que les rodea.

Uno de los aspectos clave de la transdisciplinariedad es la noción de "niveles de realidad", que reconoce la existencia de múltiples niveles de comprensión de un fenómeno. Esto se relaciona directamente con la física cuántica, que ha demostrado que la realidad es mucho más compleja de lo que percibimos a simple vista. Al introducir a los estudiantes en esta perspectiva, se les alienta a explorar las profundidades de la física y a cuestionar las simplificaciones que a menudo se hacen en los enfoques educativos tradicionales.

La revisión sistemática realizada en este artículo se basa en criterios de inclusión específicos y utiliza el método PRISMA para evaluar la calidad de los estudios identificados. Este enfoque riguroso garantiza que las conclusiones y recomendaciones derivadas de la revisión estén respaldadas por evidencia sólida y confiable.

En cuanto a las implicaciones hermenéuticas, es esencial comprender cómo la transdisciplinariedad afecta la interpretación y el significado que los estudiantes atribuyen a los conceptos físicos. La transdisciplinariedad puede enriquecer la hermenéutica al proporcionar un marco más amplio para la interpretación y la contextualización de los conocimientos científicos. Esto significa que los estudiantes no solo comprenden los conceptos en un sentido abstracto, sino que también los relacionan con su propia experiencia y con el mundo que les rodea.

En última instancia, este artículo no solo identifica el problema de la enseñanza de la mecánica clásica, sino que también propone soluciones en forma de recomendaciones educativas. Estas sugerencias se basan en la aplicación de la transdisciplinariedad en el aula y en la selección de libros de texto que reflejen adecuadamente este enfoque. La integración de la transdisciplinariedad en la educación puede marcar una diferencia significativa en la forma en que los estudiantes perciben y aprenden la física, lo que a su vez puede impulsar un mayor interés y participación en las asignaturas que a ciencias se refieren.

CONCLUSIONES

El planteamiento del problema expone una serie de desafíos importantes asociados con la enseñanza de la mecánica clásica en el ámbito educativo de la educación media. La ineficacia de los enfoques educativos tradicionales, la falta de transdisciplinariedad y la ausencia de propuestas pedagógicas integrales son obstáculos que limitan una comprensión profunda y significativa de la física y la mecánica clásica por parte de los estudiantes.

La transdisciplinariedad emerge como un enfoque valioso que puede revitalizar la enseñanza de la mecánica clásica al superar las limitaciones de la educación tradicional. Al trascender las fronteras disciplinarias y promover una comprensión contextualizada de la física, este enfoque tiene el potencial de revivir el interés y la motivación de los estudiantes al mostrar las conexiones de la física con otros campos y aplicaciones en la vida cotidiana.

Además, la hermenéutica añade una dimensión enriquecedora al proceso educativo al enfocarse en la interpretación y construcción de significados, permitiendo a los estudiantes desarrollar una comprensión más profunda y personal de la física. Esta perspectiva fomenta la participación de los educandos en la construcción de conocimiento y promueve la reflexividad en el aprendizaje.

Por último, el modo dos de producción de conocimiento se presenta como una forma innovadora de abordar la mecánica clásica, al centrarse en la contextualización y la colaboración interdisciplinaria. Este enfoque promueve la producción de conocimiento colectivo y la resolución de problemas reales, lo que puede tener un impacto positivo en la forma en que los estudiantes comprenden y aplican la física en el diario vivir.

En resumen, esta revisión sistemática destaca la importancia de adoptar enfoques pedagógicos que

integren la transdisciplinariedad y la hermenéutica en la enseñanza de la mecánica clásica. Al hacerlo, se puede mejorar significativamente la comprensión y el interés de los estudiantes en la física, abriendo nuevas oportunidades para la investigación y el desarrollo en este campo tan importante del conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alonso, M. R., & Naidorf, C. J. (2019). La utilidad social del conocimiento como dimensión de análisis de los procesos de producción y uso del conocimiento científico.
- Arancibia, H. M. (2001). Reflexiones en torno a la aplicabilidad pedagógica de la informática: apuntes para un trabajo transdisciplinario en el currículo escolar. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, (27), 75-95. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052001000100006>
- Berker, T., & Bharathi, K. (2012). Energy and buildings research: Challenges from the new production of knowledge. *Building Research & Information*, 40(4), 473-480.
<https://doi.org/10.1080/09613218.2012.690954>
- Cárdenas, G. M. (2020). Modelo pedagógico transdisciplinario en las ciencias administrativas y económicas: Un cambio de paradigma. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(1), 76-85. <https://doi.org/10.15649/2346030X.701>
- Cabrera, C. V. L. (2017). Saberes relacionales: una experiencia transdisciplinar en un instituto de secundaria de Barcelona.
- Céspedes, G. N. Y. (2016). Análisis del fenómeno dualidad onda-partícula desde la producción de conocimiento.
- Chávez, P. N. G., Velducea, W. V., Díaz, P. F., Villavelázquez, T. D. J. B., & Valenzuela, M. C. S. (2022). Estrategias transdisciplinarias en un proceso de formación universitaria. *Revista Publicando*, 9(35), 98-105. <https://doi.org/10.51528/rp.vol9.id2334>
- Ciapponi, A. (2021). La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para reportar revisiones sistemáticas. *Evidencia, actualización en la práctica ambulatoria*, 24(3), e002139-e002139.
<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Colás Bravo, M. P. (2002). La investigación educativa en la (nueva) cultura científica de la sociedad del conocimiento. *En-clave pedagógica*, 4 (2), 77-94.

- Covián, E. (2004). *El proceso enseñanza-aprendizaje de la Mecánica de Newton en las carreras técnicas: evaluación de la utilidad y rendimiento académico de la simulación informática de fenómenos mecánicos en su aprendizaje y su influencia en la corrección de preconceptos*. Madrid: Doctoral dissertation, Agronomos. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.129>
- Cruz, J. C. O., Vargas, S. V., Núñez, O. M., & Gómez, G. J. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (14). <https://doi.org/10.17227/ted.num14-5574>
- Demon, J. G. H. (2013). La hermenéutica según Hans-Georg Gadamer y su aporte a la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de la educación*, (15), 33-84.
- De Pineda, M. E. F. (2018). Complejidad, Transdisciplinariedad y Transcomplejidad. *Revista Scientific*, 3(9), 337-347. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.9.18.337-347>
- De Pro Bueno, A., Sánchez, B. G., & Valcárcel, P. M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 193-210. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3675>
- Dravet, F., Pasquier, F., Collado, J., & Castro, G. (2020). Transdisciplinaridad y Educación del Futuro.
- Fischer, H. E. & Girwidz, R. (Eds.). (2021). *Physics Education*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Flamarique, L. (2000). Grondin, J.: "Introducción a la hermenéutica filosófica" (Book Review). *Anuario Filosófico*, 33(2), 682. <https://doi.org/10.15581/009.33.31477>
- Freyte, L. A., Carrascal, J. O., & Galvis, Y. G. (2014). Estrategias pedagógicas para un aprendizaje significativo de la física. *Plumilla Educativa*, 11-29. <https://doi.org/10.30554/plumillaedu.14.750.2014>
- Gadamer, H. G., & Grondin, J. (2002). *Les chemins de Heidegger* (pp. 26-27). Vrin. <https://doi.org/10.7202/011369ar>
- García, A. E. (2018). El pensamiento complejo y el desarrollo de competencias transdisciplinares en la formación profesional. *Runae*, 177-193.

- García, J. (2022). Informe sobre la juventud en España. Instituto de la Juventud. Lerko Print, S.A.
- Gericke, N., Högström, P., & Wallin, J. (2022). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in science education*, 1-41.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1997). La nueva producción del conocimiento. *La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, 20.
- Grondin, J. (2011). La hermenéutica como ciencia rigurosa según Emilio Betti (1890-1968). *Coherencia*, 8(15), 15-44.
- Hernández, S. C., López F. L., González D. A., & Tecpan F. S. (2018). Impacto de estrategias de aprendizaje activo sobre el conocimiento disciplinar de futuros profesores de física, en un curso de didáctica. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 55(1), 1-12. <https://doi.org/10.7764/PEL.55.1.2018.6>
- Hidalgo, C. R. (2013). El potencial curricular de los libros de texto para generar experiencias de aprendizaje. *Revista Educación*, 37(1), 119-129. <https://doi.org/10.15517/revedu.v37i1.10634>
- Hinojosa, J., & Puig, N. S. (2013). Dificultades en la transferencia del modelo de mecánica newtoniana. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1748-1753.
- Jansen, J. D. (2002). Mode 2 knowledge and institutional life: Taking Gibbons on a walk through a South African university. *Higher Education*, 43, 507-521.
- Jiménez, B. M., & Vielba, I. R. (2009). ¿Más allá de la ciencia académica?: modo 2, ciencia posnormal y ciencia posacadémica. *Arbor*, 185(738), 721-737.
<http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1048>
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). The horizon report 2011. *The New Media Consortium, Austin*.
- Knickel, M. Caniglia, G., Knickel, K., Tisenkopfs, T., Brunori, G. (2023). Lost in a haze or playing to partners' strengths? Learning to collaborate in three transdisciplinary European Living Labs. *Futures*, 152, 103219 <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103219>

- Lanz, R. (2010). Diez preguntas sobre transdisciplina. *Ret. Revista de estudios transdisciplinarios*, 2(1), 11-21.
- Luengo, N., & Martínez, F. (2018). La educación transdisciplinaria. *Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Comunidad Editora Latinoamericana*.
- López, L. (2013). La hermenéutica y sus implicaciones en el proceso educativo. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (15), 85-101.
- Luna, E. P., Moya, N. A., & Colón, A. C. (2013). Transdisciplinariedad y educación. *Educere*, 17(56), 15-26.
- Martín, P. J. Y. (2019). Aprendizaje transdisciplinar de las ciencias matemáticas mediado por realidad aumentada en programas de Ingeniería.
- Martínez A. F., Ortiz H. E., & González M. A. (2007). Hacia una epistemología de la transdisciplinariedad. *Humanidades Médicas*, 7(2).
- Martínez, J. D. (2013). La Enseñanza de la física en la educación secundaria en España: algunas propuestas desde una perspectiva histórica. *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 25-49.
- Martínez, M. (2009). Hacia una epistemología de la complejidad y transdisciplinariedad. *Utopía y Praxis latinoamericana*, 14(46), 11-31.
- Martínez, M. (2007). Conceptualización de la transdisciplinariedad. *Polis. Revista Latinoamericana*, (16).
- Martínez, M. (2006). Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa. 2da. Edición. México: Editorial Trillas.
- Morales, J. T. (2011). Fenomenología y hermenéutica como epistemología de la investigación. *Paradigma*, 32(2), 007-022.
- Morin, E. (2022). *El Método 1: La naturaleza de la naturaleza*. Ediciones Cátedra.
- Morin, E. (2000). El desafío del siglo XXI: unir los conocimientos. *La Paz (Bolivia): Plural*.
- Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta* (Vol. 22). Buenos Aires: Nueva Visión.
- Msomphora, M. R. (2016). The role of science in fisheries management in Europe: from Mode 1 to Mode 2. *Maritime Studies*, 15, 1-23.

- Navor, G. N. P., Calderón, M. M. G., & Saiz, S. M. (2020). Novos indicadores de produção e transferência de conhecimento: uma perspectiva em saúde pública. *Anais Do Congresso Internacional De Conhecimento E Inovação – Ciki*, 1(1). <https://doi.org/10.48090/ciki.v1i1.977>
- Nicolescu, B. (2002). We, the Particle and the World/Nous, la particule et le monde. *París, Le Mail*.
- Osorio, G. S. N. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 20(1), 269-291. <https://doi.org/10.18359/rfce.2196>
- Peñuela, C. D. M. (2021). Dinámicas de integración curricular escolar: interdisciplinariedad en la producción de conocimiento. *Praxis & Saber*, 12(30), 115-130. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n30.2021.11437>
- Perales, P. F. J., & Guerrero, G. (2017). Inter y transdisciplinariedad en textos escolares de física: un estudio de dos casos. *Apice*, 1(1), 74-89. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.1992>
- Piedrahíta, M. V. A., Gómez, M. C. A., Mendoza, M. Á. G., Loiza, F. R., Gallón, H., & Kennedy, I. (2005). Intervención, mediación pedagógica y los usos del texto escolar. *Revista iberoamericana de educación*, 37(3), 3. <https://doi.org/10.35362/rie3732709>
- Pirozhkova, S. V. (2018). The principle of participation and contemporary mechanisms of producing knowledge in science. *Epistemology & Philosophy of Science*, 55(1), 67-82. <https://doi.org/10.5840/eps20185519>
- Pring, R. (2003). La educación como “práctica educativa”. *Claves de la filosofía de la educación*, 29-48.
- Puentes, F. G. (2015). Los modos de producción del conocimiento y la investigación en la universidad. *Hojas de El Bosque*, 1(2). <https://doi.org/10.18270/heb.v1i2.3602>
- Saikat, S., Dhillon, J. S., Wan Ahmad, W. F., & Jamaluddin, R. A. D. (2021). A systematic review of the benefits and challenges of mobile learning during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 11(9), 459. <https://doi.org/10.3390/educsci11090459>
- Segura, D. (1989). Hacia una alternativa curricular en la enseñanza de las ciencias. *Educación y cultura. FECODE Bogotá*, (19).

- Socorro, M. A. (2018). Transdisciplinariedad: Una Mirada desde la Educación Universitaria. *Revista Scientific*, 3(10), 278–289.
<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.10.15.278-289>
- Stipich, M. S. (2004). *Significados del concepto de interacción gravitatoria en estudiantes de nivel polimodal y puesta en práctica de una propuesta didáctica respecto a dicho concepto*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Burgos.
- Tello, C. G. (2013). La producción de conocimiento en política educacional: entre los nuevos modos de producción de conocimiento y el EEPE. *Rev. Diálogo Educ*, 749-770.
- Thumala, S. V. M. (2005). Filosofía y transdisciplinariedad: un paso adelante para la educación.
- Toro, E. M. (2008). Positivismo, ciencias humanas y hermenéutica. *Poiésis*, (15).
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Brandão, G., & Morales, B. (2018). Metálogo como herramienta de colaboración transdisciplinaria. *Cinta de moebio*, (62), 182-198.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2018000200182>
- Van Hemert, P., Nijkamp, P., & Verbraak, J. (2009). Evaluating social science and humanities knowledge production: an exploratory analysis of dynamics in science systems. *Innovation—The European Journal of Social Science Research*, 22(4), 443-464.
<https://doi.org/10.1080/13511610903457589>
- Velasco, R. A., Mondragón, E., Suárez, H., & Osorio, M. D. P. (2009). *Universidad-escuela y producción de conocimiento pedagógico (Resultados de la investigación IDEP-Colciencias)*. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico IDEP.
- Versluis, A., & Nicolescu, B. (2018). Transdisciplinariedad y consciencia: hacia un modelo integrado. *Runae*, 17-36.
- Zamora, A. J. A. (2019). La transdisciplinariedad: de los postulados de Nicolescu al pensamiento complejo de Morin y su repercusión en el ámbito educativo. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(2), 65-82. <https://doi.org/10.15359/rep.14-2.4>

Zscheischler, J., & Rogga, S. (2015). Transdisciplinarity in land use science—a review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures*, 65, 28-44.

<https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.005>