

La enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva inclusiva y transformadora

Science teaching from an inclusive and transformative perspective

O ensino das ciências naturais a partir de uma perspectiva inclusiva e transformadora

 **Efraín David Medina Galindo**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
efrainmedinag@correo.udistrital.edu.co
Bogotá-Colombia

 **Carlos Javier Mosquera Suarez**

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-8640-0803>
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
cmosquera@udistrital.edu.co
Bogotá-Colombia

Diagramación e ilustración portada
Andrea Sarmiento Bohórquez

Corrección de estilo
Augusto Corredor



Encuentre este artículo en <http://revistas.uniminuto.edu/index.php/IYD>

Para citar este artículo | To cite this article | Para citar este artigo:

Medina, E. y Mosquera, C. (2025). La enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva inclusiva y transformadora. *Inclusión y Desarrollo*. 12(2), pp. 30-48

Recibido/Received/Recebido: 24 de mayo de 2025

Aceptado/Accepted/Aceito: 30 de marzo de 2026

Publicado/Published/Publicado: 30 de diciembre de 2025



RESUMEN

Este artículo analiza la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva inclusiva y de desarrollo humano, entendida como una práctica social transformadora. Se fundamenta en la necesidad de reconfigurar los procesos formativos de los docentes en ciencias naturales, vinculando los enfoques epistemológicos de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) con principios de equidad, sostenibilidad y justicia educativa.

A partir de una revisión sistemática de la literatura y del análisis de las experiencias formativas en distintos contextos, se identifican tensiones entre los modelos tradicionales de enseñanza y las prácticas pedagógicas que buscan integrar la dimensión social del conocimiento científico. Los resultados evidencian que la formación docente requiere superar visiones instrumentales de la ciencia, fortaleciendo la reflexión crítica sobre su función cultural, ética y política. Se concluye que la inclusión en la enseñanza de las ciencias debe concebirse como un proceso de diálogo entre saberes, donde la comprensión de la NdC actúa como eje articulador para promover una educación más democrática y significativa.

Palabras clave: inclusión, desarrollo, enseñanza de las ciencias, naturaleza de la ciencia, formación docente, práctica social, equidad.

ABSTRACT

This article analyzes science teaching from an inclusive and human development perspective, understood as a transformative social practice. It is based on the need to reconfigure the training processes of science teachers by linking epistemological approaches of the Nature of Science (NOS) with principles of equity, sustainability, and educational justice. Through a systematic review of the literature and the analysis of training experiences in different contexts, tensions were identified between traditional teaching models and pedagogical practices that seek to integrate the social dimension of scientific knowledge. The results show that teacher education must overcome instrumental views of science by strengthening critical reflection on its cultural, ethical, and political roles. It is concluded that inclusion in science education should be conceived as a process of dialogue between knowledge systems, where the understanding of NOS acts as an articulating axis to promote a more democratic and meaningful education.

Keywords: Inclusion, development, science education, nature of science, teacher training, social practice, equity.

SUMARIO

Este artigo analisa o ensino das ciências a partir de uma perspectiva inclusiva e de desenvolvimento humano, entendida como uma prática social transformadora. Fundamenta-se na necessidade de reconfigurar os processos formativos dos professores de ciências naturais, articulando as abordagens epistemológicas da Natureza da Ciência (NOS) com princípios de equidade, sustentabilidade e justiça educativa. A partir de uma revisão sistemática da literatura e da análise de experiências formativas em diferentes contextos, identificam-se tensões entre os modelos tradicionais de ensino e as práticas pedagógicas que buscam integrar a dimensão social do conhecimento científico. Os resultados evidenciam que a formação docente deve superar visões instrumentais da ciência, fortalecendo a reflexão crítica sobre sua função cultural, ética e política. Conclui-se que a inclusão no ensino das ciências deve ser concebida como um processo de diálogo entre saberes, no qual a compreensão da NOS atua como eixo articulador para promover uma educação mais democrática e significativa.

Palavras-chave: Inclusão, desenvolvimento, ensino de ciências, natureza da ciência, formação docente, prática social, equidade.

Introducción

La preparación de los docentes tiene un efecto significativo tanto en el aprendizaje de los estudiantes como en el fortalecimiento de las instituciones educativas. Quienes asumen el rol de educadores requieren un compromiso profesional y personal que debe ser respaldado por diversas instancias sociales. En este sentido, la calidad de la enseñanza constituye, más que cualquier otro factor, el principal determinante del desempeño estudiantil.

En este contexto, cuando el debate educativo se centra en la calidad de los aprendizajes vinculados a la formación docente en Colombia, se hace cada vez más necesario respaldar iniciativas que permitan evidenciar el impacto real de dicha formación en el rendimiento académico de los estudiantes en diversas instituciones de educación superior. En este escenario, la investigación sobre la enseñanza de las ciencias naturales ha cobrado creciente relevancia tanto en el ámbito nacional como internacional, dando lugar a múltiples propuestas e iniciativas que inciden en los distintos ciclos educativos.

La especialización de los docentes en áreas específicas permite una democratización de los saberes y configura una enseñanza que articula las dimensiones de Naturaleza y Sociedad como campos a explorar y problematizar. Bajo esta premisa, la formación docente se ve interpelada por la necesidad de resolver las tensiones e interacciones entre las distintas entidades y saberes que convergen en el espacio educativo. En coherencia con lo anterior, la reflexión sobre la formación docente no puede desligarse de la mirada del evaluador ni de las condiciones particulares en las que se desarrollan los procesos formativos.

Desde esta perspectiva, los resultados obtenidos en las evaluaciones reflejan las tensiones, avances y desafíos que enfrentan los nuevos docentes al momento de ejercer su práctica pedagógica, especialmente en los niveles de educación inicial y media. Tal como señala Vasco (2003), la formación del profesorado debe concebirse como una práctica investigativa e interdisciplinaria, capaz de responder críticamente a los retos del sistema educativo y de transformar los entornos escolares.

Para que la formación inicial y la actualización permanente del profesorado cumplan con este cometido, resulta indispensable que los futuros docentes profundicen en la comprensión de su rol frente a los contenidos científicos y el contexto educativo en el que desarrollarán su práctica, especialmente en lo relacionado con el diseño curricular y la mediación pedagógica del conocimiento científico. Al respecto, Duschl (2000) sostiene que los profesores requieren una preparación sólida en epistemología si se espera que logren mediar de manera eficaz la naturaleza del conocimiento científico en el aula y favorecer procesos de aprendizaje que permitan a los estudiantes comprender la ciencia como una actividad dinámica, histórica y social.

En este marco, el presente estudio desarrolla una revisión sistemática de la literatura orientada a analizar las principales investigaciones relacionadas con la naturaleza de la ciencia (NdC), la formación docente y la enseñanza de las ciencias naturales. Para ello se adoptan las orientaciones metodológicas propuestas por Snyder (2019) para revisiones sistemáticas en investigación educativa, y se emplean los principios del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) con el fin de garantizar la transparencia en los procesos de identificación, selección y análisis de los estudios revisados. A partir de este enfoque metodológico, se busca identificar tendencias de investigación, enfoques teóricos predominantes y desafíos presentes en la formación del profesorado en ciencias naturales, con el propósito de aportar elementos para su fortalecimiento.

Marco teórico

El término “Naturaleza de las Ciencias” (NdC) reviste cierta complejidad teórica dentro de la teoría de la ciencia, la filosofía de la ciencia y la educación en ciencias. Este concepto alude a los fundamentos epistemológicos y sociológicos de la empresa científica; es decir, remite a las dinámicas de la comunidad de investigadores que lleva a cabo su quehacer en diversos entornos de indagación. Asimismo, hace referencia a las formas de interpretar la obra científica que posee la comunidad académica, abarcando los conceptos, posturas, ideologías y normas de trabajo respecto al ejercicio profesional y la praxis científica.

Esta noción aborda las concepciones que las personas construyen sobre la ciencia, incluyendo su relación con la tecnología y las formas específicas de comunicación que caracterizan al ámbito científico. De igual manera, comprende las nociones que los estudiantes estructuran acerca de cómo sus profesores de ciencias naturales comprenden y explican el conocimiento científico. En este sentido, Jiménez-Aleixandre y Puig (2012) plantean que la argumentación constituye un elemento clave para enseñar ciencias desde una perspectiva crítica y epistemológica.

Existen diferentes perspectivas teóricas acerca de la NdC, entre las que destacan la psicología cognitiva, el constructivismo, la pragmática lingüística, la filosofía de la ciencia y la educación en ciencias. Cada una de estas vertientes plantea definiciones diversas sobre el significado de la NdC. Sin embargo, en términos generales, este constructo contribuye sustancialmente a áreas como la estructuración del currículo, la formación del profesorado y la implementación de modelos didácticos específicos en la educación.

Por lo tanto, resulta relevante analizar la manera en que la NdC incide en la formación del futuro profesor de ciencias, especialmente si se considera que, históricamente, la educación científica ha estado fraccionada y centrada en disciplinas específicas. Al respecto, Soler (2018) indica que los docentes en formación tienden a interpretar la ciencia desde una postura positivista si no se realiza una intervención pedagógica explícita.

Definición de la naturaleza de las ciencias

El concepto de NdC se concibe como un conjunto de nociones epistémicas relacionadas con el conocimiento científico que deben formar parte del currículo en la educación básica y media, situándose como un componente relacional e imperativo de la enseñanza. En el contexto nacional, se ha evidenciado que para los docentes es fundamental que los estudiantes estructuren sus ideas sobre la naturaleza de la ciencia.

No obstante, el lenguaje técnico sobre este tema suele presentar barreras de comprensión. Ciertos análisis de textos escolares de secundaria confirman que, aunque estos manuales se elaboran a partir de diversos tópicos que engloban el concepto de NdC, la terminología empleada resulta compleja para los alumnos. Pese a ello, se concluye que para el profesorado es indispensable que los estudiantes comprendan y apliquen los fundamentos de la NdC para desarrollar capacidades de indagación y de interpretación científica dentro de sus propuestas educativas. En consonancia, Martínez-Bernal (2015) propone que el lenguaje y las narrativas influyen decisivamente en cómo los docentes entienden la ciencia.

Importancia de la NdC en la educación

La educación formal ha comenzado a abordar la NdC mediante variadas estrategias, orientadas tanto a que el estudiante construya conceptos rectores falsables como al análisis de casos históricos y al estudio de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Sin embargo, el interés predominante al definir esta área de estudio, tanto en la formación inicial como en la continua, se ha centrado tradicionalmente en los contenidos conceptuales empleados para la descripción de los fenómenos naturales.

Esto se ha realizado mediante el diseño de unidades didácticas que, con frecuencia, omiten las dimensiones social, cultural y filosófica de la actividad científica. En contraposición, Segarra (2015) propone que el currículo debe integrar las dimensiones sociales de la ciencia para promover un pensamiento científico complejo.

Es muy posible que la atención educativa otorgada por los docentes haya descuidado tanto el desarrollo del potencial investigativo como los aspectos personales y valorativos de los alumnos. Estos factores han recibido menor consideración a pesar de que se ha demostrado una correlación positiva entre el desarrollo intelectual del estudiante, su capacidad de resolución de problemas y la consolidación de actitudes críticas y analíticas. Al respecto, Bravo-Torija (2020) afirma que los textos escolares suelen simplificar la NdC y excluir sus aspectos controversiales o sociales.

Perspectivas epistemológicas

Las diversas perspectivas epistemológicas convergen en la tarea de unificar distintas concepciones sobre la NdC, lo que permite establecer propuestas teóricas con una clara intención formativa respecto a la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos científicos. Algunas corrientes interpretan la ciencia desde un enfoque epistemológico que resalta la valoración del conocimiento científico, mientras que otras sostienen que la ciencia se construye a partir de consideraciones de orden cognitivo.

Existen posturas que privilegian determinados aspectos del conocimiento científico, en contraste con aquellas que conciben la ciencia como una actividad orientada a la construcción del conocimiento, la cual presenta representaciones filosóficas parcialmente válidas y condicionadas. Asimismo, se identifican enfoques que asocian los constructos científicos con orientaciones epistemológicas concretas, así como perspectivas que integran de manera articulada elementos epistémicos y cognitivos del saber científico. En este sentido, Pérez y Suárez (2015) señalan que la actitud del docente frente a la ciencia influye directamente en la percepción que los estudiantes desarrollan sobre su valor.

Las propuestas que centran su enfoque en el aspecto cognitivo sostienen que los métodos científicos se ajustan a la naturaleza particular de cada disciplina. Estas perspectivas plantean que el conocimiento se genera a partir de procesos fiables, imaginativos o causales, los cuales permiten establecer normas, puntos de acceso o estrategias válidas para discernir el conocimiento surgido de la investigación de los fenómenos del mundo físico.

Por otra parte, algunas versiones sobre la NdC basadas en consideraciones epistemológicas restrictivas han evitado formular propuestas didácticas claras y han tendido, en cambio, a fomentar el dogmatismo en los estudiantes. Cada norma propuesta pretendió clasificar teorías y métodos, omitiendo que el dogmatismo en los contextos reales no representa una cualidad uniforme del conocimiento que producen la ciencia y las disciplinas, tal como se evidencia en sus desarrollos historiográficos.

Así, cada concepción se aproxima a objetos de conocimiento distintos que, aunque pertenezcan a un mismo fenómeno cognitivo, se orientan hacia dimensiones epistémicas variadas. En esta línea, Toulmin (1958) ya advertía que los argumentos científicos deben entenderse como estructuras que justifican creencias.

Estado del arte nacional

El estado de una misma disciplina científica suele analizarse en función de alguna de sus múltiples naturalezas. En este caso, el interés se centra en aquella que permite comprender cómo se interpretan las ciencias desde los procesos de formación que ofrecen las universidades a los futuros docentes, así como en el predominio de enfoques tradicionales o de propuestas alternativas que buscan responder a las tensiones de la enseñanza científica en contextos contemporáneos. En muchos casos, las propuestas formativas en ciencias naturales oscilan entre enfoques innovadores y modelos pedagógicos anclados en perspectivas tradicionales de enseñanza.

Precisamente, esta coexistencia de perspectivas constituye una de las principales características de los programas de formación docente en ciencias naturales. Algunas propuestas se orientan hacia la incorporación de enfoques epistemológicos y pedagógicos alternativos que buscan transformar la enseñanza de las ciencias, mientras que otras introducen modificaciones más limitadas sobre los modelos formativos predominantes. En este contexto, analizar la manera en que las universidades conciben la enseñanza de las ciencias resulta fundamental para comprender las tendencias actuales en la formación del profesorado.

A partir de esta problemática, en el presente capítulo se desarrolla un estado del arte nacional orientado a examinar cómo se perciben las ciencias naturales en los programas de formación docente ofrecidos por diversas universidades del país. Para guiar este análisis, se formularon tres preguntas de investigación: ¿Qué modos de concebir las ciencias naturales predominan en el contexto colombiano?, ¿Cómo estas concepciones median o determinan los procesos de formación que ofrecen las universidades a sus futuros docentes?, ¿Y de qué manera estas premisas epistemológicas responden a las problemáticas propias de la formación docente en ciencias naturales?. En este sentido, Acevedo-Díaz et al. (2012) recuerdan que el conocimiento científico está condicionado cultural y políticamente, lo cual implica que su enseñanza debe analizarse en relación con los contextos sociales y educativos en los que se produce.

Procedimiento metodológico para la revisión

Con el propósito de desarrollar el estado del arte presentado en este estudio, se realizó una revisión sistemática de la literatura orientada a identificar investigaciones relevantes sobre la NdC, la formación docente y la enseñanza de las ciencias naturales. Este tipo de revisión permite analizar de manera estructurada la producción académica existente en un campo específico, facilitando la identificación de tendencias teóricas, enfoques metodológicos y vacíos de investigación. Para la organización de la revisión, se siguieron las orientaciones metodológicas propuestas por Snyder (2019), quien plantea que las revisiones sistemáticas constituyen una estrategia rigurosa para sintetizar el conocimiento científico disponible.

El proceso de identificación y selección de los documentos se llevó a cabo siguiendo los principios del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), ampliamente utilizado para garantizar la transparencia en la selección de los estudios analizados. En una primera fase, se identificaron los documentos potencialmente relevantes mediante búsquedas en bases de datos académicas especializadas como Scopus, Web of Science, ERIC, RedALyC y Dialnet, además de repositorios institucionales de universidades colombianas. Posteriormente, se realizó un proceso de depuración que incluyó la eliminación de registros duplicados y la revisión de títulos y resúmenes para determinar su pertinencia con los objetivos del estudio.

En una etapa posterior, se procedió a la lectura completa de los textos seleccionados, aplicando criterios de inclusión y exclusión relacionados con la calidad académica de las publicaciones, su relación con la enseñanza de las ciencias y su relevancia para el análisis de la naturaleza de la ciencia en la formación docente. Finalmente, los documentos analizados fueron examinados mediante un proceso de análisis de contenido cualitativo, con el propósito de identificar tendencias temáticas, enfoques epistemológicos y aportes relevantes para la comprensión del campo de la educación científica.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de los estudios revisados

Criterio	Descripción
Inclusión	Artículos científicos, capítulos de libro y tesis relacionadas con enseñanza de las ciencias y naturaleza de la ciencia
Inclusión	Publicaciones en español e inglés
Inclusión	Estudios publicados principalmente en los últimos diez años
Inclusión	Investigaciones relacionadas con formación docente en ciencias
Exclusión	Documentos sin revisión académica
Exclusión	Estudios centrados exclusivamente en contenidos disciplinares
Exclusión	Registros duplicados en bases de datos

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de identificación y selección de los estudios revisados se organizó siguiendo las fases del modelo PRISMA.

“Los textos escolares suelen simplificar la NdC y excluir sus aspectos controversiales o sociales.”

Tabla 2. Proceso de selección de estudios según el modelo PRISMA

Fase	Descripción	Registros
Identificación	Registros encontrados en bases de datos	160
Depuración	Registros después de eliminar duplicados	132
Cribado	Registros analizados por título y resumen	132
Elegibilidad	Artículos revisados en texto completo	64
Inclusión	Estudios incluidos en la revisión	30

Fuente: Elaboración propia.

Revisión de la literatura

En esta revisión de la literatura se pretende dar cuenta de las propuestas y estudios más recientes centrados en los actores de la enseñanza de las ciencias naturales, con énfasis en los docentes que desempeñan su labor en la formación inicial y en el perfeccionamiento del profesorado. Para tal fin, se consultaron artículos indexados en bases de datos especializadas como Scopus, Web of Science, ERIC (Education Resources Information Center) y el Repositorio Institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, además de tesis de grado y de maestría localizadas en RedALyC, Dialnet y el Repositorio Nacional de Colciencias (MinCiencias).

Asimismo, se incluyeron ponencias presentadas en congresos nacionales e internacionales de educación en ciencias y capítulos de manuales de referencia, tales como el International Handbook of Research on Science Education (Lederman & Abell, 2014) y el Handbook of College Science Teaching (Gess-Newsome & Lederman, 2009), que orientan las tendencias contemporáneas en la investigación sobre formación del profesorado en ciencias.

Los estudios revisados que problematizan los procesos formativos en ciencias naturales evidencian que la información relacionada con la formación inicial de los docentes, especialmente en programas de educación básica, ha sido poco explorada. Como tendencia general, los trabajos de maestría se enfocan en el diseño de propuestas didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales o en procesos de rediseño curricular orientados a mejorar los proyectos educativos institucionales. Otra tendencia recurrente es el análisis de las creencias y concepciones de los docentes sobre temas relacionados con las ciencias naturales mediante entrevistas en profundidad.

Los resultados de estas investigaciones evidencian una capacidad limitada del profesorado para distinguir entre narración, evidencia, opinión e hipótesis, y muestran que, desde el inicio de su formación, la comprensión sobre qué son las ciencias naturales resulta difusa. Solo un número reducido de docentes manifestó tener una noción clara de ciencia, mientras que la mayoría manifestó dificultad para diferenciar conceptos como dato, hipótesis e incertidumbre, así como para establecer la evidencia empírica adecuada para el trabajo científico.

Tabla 3. Principales tendencias identificadas en la literatura revisada

Tendencia identificada	Descripción
Concepciones docentes sobre ciencia	Estudios centrados en creencias, representaciones y comprensión epistemológica del profesorado
Diseño de propuestas didácticas	Investigaciones orientadas al desarrollo de estrategias para la enseñanza de las ciencias
Reformas curriculares	Estudios sobre rediseño curricular en programas de formación docente
Naturaleza de la ciencia en la formación docente	Investigaciones que analizan la incorporación explícita de la NdC en los procesos formativos

Fuente: Elaboración propia.

En las observaciones en el aula se identificó que los discursos docentes incluían expresiones que generaban incertidumbre respecto al contenido y al método científico. En particular, la presentación social de un concepto hipotético facilitó la comprensión de que el proceso científico no sigue un camino lineal ni completamente

definido. Como señalan Roth y Barton (2004), las experiencias culturales moldean la manera en que los sujetos se relacionan con la ciencia, una idea que subraya la necesidad de integrar la dimensión sociocultural en la enseñanza de las ciencias naturales.

Concepciones de la NdC en Colombia

La investigación sobre la NdC ha demostrado que existen diversas concepciones acerca de su significado y su papel en la enseñanza de las ciencias. En el contexto colombiano, estas concepciones constituyen un referente fundamental para analizar los procesos de formación de maestros, aunque aún existe escasa evidencia empírica sobre la forma en que estas perspectivas se integran en los programas de formación docente.

La NdC se relaciona con las reflexiones sobre el quehacer científico y se fundamenta en diversas teorías epistemológicas que buscan explicar cómo se construye el conocimiento científico. Entre ellas se encuentran las teorías del descubrimiento científico, del cambio conceptual, de la estructura lógica del conocimiento y de la resolución de problemas. Desde la perspectiva de McComas (2002), el conocimiento científico debe presentarse como tentativo, empírico y basado en inferencias argumentadas.

La dualidad entre el mundo de las prácticas científicas y el de la enseñanza de las ciencias constituye uno de los desafíos centrales de la educación científica. Las concepciones de los estudiantes que cursan programas de licenciatura en ciencias naturales muestran que la NdC es interpretada de diversas maneras, incluyendo su carácter cultural, empírico y sistemático.

Sin embargo, también se han identificado dificultades en los estudiantes para representar y aplicar estos conceptos durante su formación docente. En este sentido, Sanmartí (2002) sostiene que el enfoque constructivista resulta esencial para resignificar el lugar del conocimiento científico en el aula.

Investigaciones relevantes

La siguiente sección presenta investigaciones que han abordado la relación entre las concepciones de la NdC de los docentes en formación, su actitud frente a la enseñanza científica y su desempeño profesional. Asimismo, se examinan estudios sobre el papel de la NdC en los textos de didáctica de las ciencias, los postulados epistemológicos que sustentan distintos enfoques pedagógicos y las tendencias actuales en la formación del profesorado. Actualmente existen diversas investigaciones que han situado la NdC en el centro de sus análisis.

Los diagnósticos sobre la formación inicial docente en la mayoría de las carreras de licenciatura en ciencias naturales reflejan una preocupación recurrente por la ausencia de un tratamiento explícito de la NdC en los programas de formación. En muchos casos, su enseñanza aparece de forma implícita dentro de los contenidos disciplinares, sin una reflexión directa sobre sus fundamentos epistemológicos. En este sentido, Adúriz-Bravo (2021) enfatiza que la educación científica debe incluir explícitamente el análisis de modelos científicos como herramientas epistemológicas fundamentales.

Asimismo, investigaciones recientes han explorado las concepciones de los estudiantes de programas de licenciatura sobre problemas epistemológicos como el realismo, el instrumentalismo o el papel de los modelos científicos en la construcción del conocimiento. Estos estudios han demostrado que la comprensión de la NdC mejora cuando se aborda de forma explícita y reflexiva durante los procesos formativos. En esta línea, Abd-El-Khalick y Lederman (2000) argumentan que la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia contribuye significativamente al desarrollo de una comprensión más profunda de la actividad científica.

Análisis crítico

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se presenta un análisis crítico orientado a comprender la influencia de la teoría de la NdC en los procesos de formación inicial de docentes de ciencias naturales en el contexto colombiano. Este análisis se centra en tres aspectos fundamentales que permiten examinar las

relaciones entre la formación docente, las perspectivas epistemológicas de la ciencia y las prácticas pedagógicas desarrolladas en los programas de formación del profesorado.

El primer aspecto se relaciona con los desafíos que enfrentan las universidades en la formación de futuros docentes de ciencias. En particular, se destaca la necesidad de promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico que respondan a las demandas educativas contemporáneas y a las expectativas sociales respecto a la educación científica. Estas habilidades permiten fortalecer los procesos de razonamiento reflexivo, argumentativo y analítico, fundamentales para enfrentar problemáticas como el analfabetismo científico y para contribuir a la consolidación de una cultura científica orientada al desarrollo social.

El segundo aspecto está vinculado con las propuestas pedagógicas planteadas en el campo de la didáctica de las ciencias. Más que presentar un inventario exhaustivo de enfoques, el propósito es reconocer las potencialidades de diversas perspectivas pedagógicas que permiten interpretar la complejidad de la realidad del aula. En este sentido, la intención no es agotar el debate sobre estas propuestas, sino resaltar la importancia de continuar desarrollando investigaciones y reflexiones que contribuyan al fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva crítica y contextualizada. En esta línea, Izquierdo et al. (2008) subrayan la importancia de que los futuros docentes comprendan el carácter dinámico y debatido del conocimiento científico, aspecto fundamental para promover una educación científica crítica.

Desafíos en la formación docente

La formación inicial de docentes de ciencias naturales enfrenta múltiples desafíos relacionados con la diversidad de contextos educativos y la complejidad de las prácticas pedagógicas contemporáneas. En este sentido, resulta necesario reconocer que las reacciones de los docentes ante las situaciones de enseñanza no se manifiestan de manera homogénea, sino que dependen de múltiples factores, entre los cuales se destaca la formación académica y profesional recibida durante su proceso formativo.

En diversos sistemas educativos, incluido el colombiano, las reformas dirigidas a la modernización de los programas de formación docente han buscado fortalecer la relación directa entre la práctica educativa y la investigación científica. Desde finales del siglo XX, se ha planteado la necesidad de que los programas de formación de profesores promuevan una comprensión más profunda de la ciencia y de los procesos mediante los cuales se construye el conocimiento científico, con el fin de que los futuros docentes puedan integrar estas perspectivas en su práctica pedagógica.

No obstante, la transformación de los programas de formación docente no siempre ha tenido la influencia esperada en las prácticas educativas. En muchos casos persisten tensiones entre los enfoques teóricos propuestos por las universidades y las realidades educativas que enfrentan los docentes en contextos escolares específicos. En este sentido, Justi y Gilbert (2002) señalan que los modelos científicos deben ser comprendidos como representaciones dinámicas y perfectibles del conocimiento, lo cual implica que su enseñanza requiere procesos formativos que promuevan la reflexión crítica sobre la naturaleza de la ciencia y su papel en la educación.

Perspectivas didácticas

Desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias, la formación de los docentes no puede limitarse a la transmisión de conceptos científicos aislados, sino que debe promover la comprensión de los procesos mediante los cuales dichos conceptos se construyen y evolucionan en el desarrollo del conocimiento científico. En este sentido, la enseñanza de las ciencias implica reconocer el origen histórico y epistemológico de los conceptos científicos, así como las condiciones sociales y culturales en las que estos se desarrollan.

En consecuencia, el trabajo pedagógico de los docentes debe orientarse no solo a la explicación de contenidos disciplinares, sino también a la reconstrucción de los procesos de elaboración conceptual que permitieron el avance de la ciencia. Esta estrategia didáctica busca que los estudiantes comprendan que los conceptos científicos no son definiciones estáticas, sino construcciones teóricas que se han desarrollado a partir de la interpretación de múltiples fenómenos del mundo natural. De acuerdo con Quintanilla (2006), comprender la ciencia desde

esta perspectiva contribuye al desarrollo del juicio racional y a la formación de ciudadanos capaces de participar críticamente en debates relacionados con el conocimiento científico.

En este marco, la enseñanza de las ciencias impulsa el diseño de estrategias pedagógicas que favorezcan la problematización, la argumentación y el análisis crítico de los fenómenos naturales. El docente, en este sentido, asume un papel fundamental como mediador del conocimiento, orientando los procesos de aprendizaje que parten de las concepciones previas de los estudiantes y que buscan ampliar progresivamente sus marcos de interpretación del mundo natural. Como señala Cañal (2011), la integración de la NdC en el currículo contribuye a fortalecer la alfabetización científica y a promover una comprensión más compleja y contextualizada de la actividad científica.

Contextualización en el aula

En el campo de la educación científica, la contextualización se ha consolidado como una estrategia pedagógica orientada a conectar el conocimiento científico con las realidades sociales, culturales y ambientales en las que se desarrollan los procesos educativos. En particular, en países en desarrollo, este enfoque suele considerarse una alternativa para enfrentar las dificultades presentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

No obstante, la contextualización no debe limitarse únicamente al uso de ejemplos cotidianos o situaciones cercanas a la experiencia de los estudiantes. Desde una perspectiva didáctica más amplia, implica analizar las relaciones entre los conceptos científicos, los métodos de investigación propios de cada disciplina y los contextos sociales en los que se produce y utiliza el conocimiento científico. En este sentido, integrar la contextualización en la enseñanza de las ciencias permite fortalecer la comprensión de la naturaleza de la ciencia y su relación con los problemas contemporáneos de la sociedad.

Diversas investigaciones señalan que la contextualización favorece la articulación entre la teoría y la práctica en el proceso educativo, contribuyendo al desarrollo de aprendizajes significativos y al fortalecimiento del pensamiento crítico en los estudiantes. De acuerdo con Clough (2006), integrar explícitamente la naturaleza de la ciencia en las prácticas pedagógicas permite promover una alfabetización científica más profunda, al reconocer el carácter histórico, social y dinámico del conocimiento científico.

Contribuciones de autores clave

El desarrollo del campo de la educación científica y de la enseñanza de la NdC ha estado profundamente influido por diversas perspectivas epistemológicas, filosóficas y didácticas que han contribuido a consolidar un marco teórico sólido para la formación de docentes. Estas permiten comprender la ciencia no únicamente como un conjunto de conocimientos acumulados, sino como una práctica social, histórica y cultural en permanente construcción. En ella intervienen procesos de argumentación, debate y validación dentro de las comunidades científicas.

En este contexto, distintos autores han desarrollado planteamientos que enriquecen la reflexión sobre la relación entre epistemología de la ciencia, didáctica de las ciencias y formación del profesorado. Estos aportes han contribuido a revisar la manera en que se conciben los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, así como el papel que desempeñan los docentes en la mediación del conocimiento científico en el aula.

Desde la perspectiva de la historia y la filosofía de la ciencia, Matthews (1994) destaca la importancia de incorporar estos enfoques a la enseñanza científica con el propósito de promover una comprensión más profunda del desarrollo del conocimiento científico. Según este autor, integrar elementos históricos y

“En muchos casos persisten tensiones entre los enfoques teóricos propuestos por las universidades y las realidades educativas que enfrentan los docentes.”

filosóficos en la educación científica permite comprender la ciencia como un proceso dinámico, caracterizado por transformaciones conceptuales, controversias intelectuales y contextos socioculturales específicos que influyen en la producción del conocimiento.

Estas contribuciones han influido significativamente en el campo de la didáctica de las ciencias, especialmente en los debates contemporáneos sobre la incorporación de la NdC en la formación docente. En este sentido, el análisis de diferentes propuestas teóricas permite identificar diversas formas de abordar la relación entre la epistemología, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, aspecto que resulta fundamental para comprender los desafíos actuales de la educación científica y las posibilidades de la transformación pedagógica en contextos educativos diversos.

Adúriz-Bravo y su enfoque

Las contribuciones de Agustín Adúriz-Bravo han tenido una influencia significativa en el desarrollo contemporáneo de la didáctica de las ciencias, particularmente en lo relacionado con la comprensión epistemológica del conocimiento científico y su incorporación en los procesos de formación docente. Sus trabajos han buscado establecer puentes entre la filosofía de la ciencia, la epistemología y la educación científica, con el propósito de ofrecer marcos conceptuales que permitan comprender la ciencia como una práctica intelectual compleja y situada históricamente.

Desde esta perspectiva, Adúriz-Bravo propone que la enseñanza de las ciencias debe incorporar una reflexión explícita sobre la naturaleza del conocimiento científico, de modo que los estudiantes y futuros docentes puedan comprender cómo se construyen, validan y transforman las teorías científicas. En este sentido, la epistemología escolar se convierte en un componente fundamental de la formación del profesorado, ya que permite analizar los supuestos conceptuales que orientan tanto la producción del conocimiento científico como su enseñanza en los contextos educativos.

Uno de los aportes centrales de este autor consiste en la distinción entre diferentes enfoques epistemológicos que influyen en la comprensión de la ciencia en el ámbito educativo. Estos enfoques permiten identificar diversas formas de interpretar el conocimiento científico, desde perspectivas próximas al positivismo hasta encuadres contemporáneos que conciben la ciencia como una actividad social, histórica y cultural. En este marco, Adúriz-Bravo (2012, 2021) plantea que la educación científica debe promover una comprensión más crítica del conocimiento científico, reconociendo su carácter provisional, argumentativo y sujeto a revisión permanente.

Desde la perspectiva de la formación docente, estos planteamientos resultan de gran relevancia, ya que permiten cuestionar las visiones tradicionales de la ciencia que aún predominan en diversos programas de estudio. En particular, el enfoque propuesto por Adúriz-Bravo invita a repensar la enseñanza de las ciencias como un proceso en el que se articulan las dimensiones epistemológica, didáctica y cultural, favoreciendo el desarrollo de prácticas pedagógicas que promuevan la reflexión crítica sobre el conocimiento científico y su función en la sociedad.

Mercè Izquierdo y la didáctica de las ciencias

Al respecto, Chaves et al. (2017) recomiendan el uso de controversias científicas para abordar la Naturaleza de la Ciencia (NdC) en entornos universitarios. La didáctica de las ciencias constituye uno de los campos de investigación que ha permitido comprender con mayor profundidad los procesos de enseñanza y aprendizaje del conocimiento científico.

Las contribuciones de Mercè Izquierdo poseen una notable relevancia para el desarrollo de enfoques que integran la epistemología de la ciencia con las prácticas educativas, ofreciendo herramientas conceptuales para analizar cómo se construye y se comunica el conocimiento científico en los contextos escolares.

Izquierdo plantea que la enseñanza de las ciencias no debe limitarse a la transmisión de conceptos o teorías acabadas, sino que debe promover una comprensión más amplia de los procesos mediante los cuales se construye el conocimiento científico. Esto implica reconocer que las nociones científicas se desarrollan históricamente a

partir de procesos de modelización, discusión y validación dentro de las comunidades científicas, lo que exige que su enseñanza incorpore elementos vinculados con la historia, la epistemología y la práctica científica.

El enfoque propuesto por Izquierdo resalta la importancia de los modelos científicos como herramientas fundamentales para la comprensión de los fenómenos naturales. Los modelos permiten representar y explicar los diferentes aspectos de la realidad, lo que facilita la construcción de significados científicos en los estudiantes y favorece el desarrollo de procesos de argumentación y reflexión crítica. De acuerdo con Driver et al. (1996), las concepciones que los estudiantes poseen sobre la ciencia influyen directamente en su aprendizaje, lo que hace necesario abordar de manera explícita los procesos de construcción del conocimiento científico en el aula.

Los planteamientos de Izquierdo contribuyen a fortalecer el campo de la didáctica de las ciencias al promover una visión integradora entre la investigación científica, la enseñanza y el aprendizaje. Desde esta óptica, la educación científica debe orientarse hacia el desarrollo de ciudadanos capaces de comprender la naturaleza del conocimiento científico y de participar críticamente en los debates sociales relacionados con la ciencia y la tecnología. En esta línea, Hodson (2009) sostiene que enseñar ciencia no puede reducirse a la transmisión de hechos o conceptos aislados, sino que debe fomentar una comprensión crítica de la ciencia como actividad humana y social.

Carlos Vasco y la formación docente

Las contribuciones de Carlos Eduardo Vasco al pensamiento educativo colombiano han tenido una influencia significativa en la reflexión sobre la formación docente y el desarrollo de propuestas pedagógicas orientadas a fortalecer la enseñanza de las ciencias en el país. Sus proposiciones destacan la necesidad de comprender la educación como un proceso interdisciplinario en el que convergen las dimensiones epistemológicas, pedagógicas y sociales, especialmente en el contexto de la formación inicial y continua del profesorado.

Vasco insiste en la importancia de que la formación docente incorpore una reflexión crítica sobre la naturaleza del conocimiento científico y sobre el papel que desempeña la ciencia en la sociedad. En sus trabajos se plantea que los programas de formación de profesores deben promover una comprensión más profunda de los procesos de construcción del conocimiento, así como de las relaciones entre ciencia, cultura y educación. Tal como señala Vasco (2003), la formación del profesorado debe concebirse como una práctica investigativa e interdisciplinaria que permita a los docentes analizar críticamente su práctica pedagógica y responder a los desafíos educativos contemporáneos.

En el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales, estas proposiciones adquieren particular alcance, ya que permiten articular la reflexión epistemológica sobre la ciencia con los procesos de formación docente. Desde esta perspectiva, la educación científica no se limita a la transmisión de contenidos disciplinares, sino que implica el desarrollo de capacidades reflexivas que permitan a los futuros docentes comprender la naturaleza dinámica y provisional del conocimiento científico.

Estas reflexiones se relacionan con lo propuesto por Gil-Pérez et al. (2009), quienes advierten que una visión deformada de la ciencia puede perpetuar concepciones erróneas tanto en los docentes como en los estudiantes. De manera similar, Barajas y Ruiz (2017) evidencian que la formación docente en Colombia aún presenta limitaciones en relación con la incorporación explícita de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) en los procesos formativos. En este sentido, fortalecer los espacios académicos orientados a la reflexión epistemológica se convierte en una tarea fundamental para promover una enseñanza de las ciencias más crítica, inclusiva y contextualizada.

Implicaciones para la práctica docente

Los análisis desarrollados en este estudio permiten identificar diversas implicaciones para la formación docente y para la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva inclusiva. En particular, la incorporación de la NdC en los procesos de formación del profesorado representa una oportunidad para fortalecer la comprensión crítica del conocimiento científico y para promover prácticas pedagógicas que reconozcan la diversidad de

contextos educativos en los que se desarrolla la enseñanza de las ciencias.

Uno de los principales desafíos para la formación docente consiste en integrar de manera explícita la reflexión epistemológica sobre la ciencia en los programas de formación inicial y continua del profesorado. Esto implica que los futuros docentes no solo dominen los contenidos científicos, sino que también comprendan los procesos mediante los cuales se construyen y validan las teorías científicas, así como las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Tal como señalan Lederman et al. (2002), una comprensión adecuada de la naturaleza de la ciencia constituye un componente fundamental de la alfabetización científica.

Desde el punto de vista didáctico, la incorporación de la NdC en el aula puede desarrollarse mediante diversas estrategias pedagógicas que favorezcan la reflexión crítica sobre el conocimiento científico. Entre estas estrategias se destacan el uso de estudios históricos de la ciencia, el análisis de controversias científicas, la construcción de modelos explicativos y el desarrollo de actividades de argumentación científica en el aula. Estas prácticas permiten que los estudiantes comprendan la ciencia como un proceso dinámico y en permanente construcción, superando visiones simplificadas que la presentan únicamente como un conjunto de hechos o teorías acabadas.

La integración de la NdC en la enseñanza de las ciencias puede contribuir al desarrollo de enfoques educativos más inclusivos, en los que se reconozca la diversidad de experiencias, conocimientos y contextos culturales de los estudiantes. En este sentido, promover una educación científica inclusiva implica generar espacios de aprendizaje en los cuales los estudiantes puedan participar activamente en la construcción del conocimiento, desarrollando habilidades de argumentación, análisis crítico y toma de decisiones informadas frente a problemáticas científicas y sociales contemporáneas.

En consecuencia, fortalecer la formación docente en torno a la naturaleza de la ciencia se convierte en una estrategia clave para promover una enseñanza de las ciencias más reflexiva, crítica e inclusiva. Bajo esta perspectiva, se avanza hacia modelos educativos que no solo transmitan conocimientos científicos, sino que también fomenten la comprensión del papel de la ciencia en la sociedad y su relación con los desafíos sociales, culturales y ambientales del mundo contemporáneo.

Integración de la NdC en el currículo

Los programas formativos en ciencias naturales son interpretados socialmente a partir de determinados referentes epistemológicos que influyen en la manera en que se conciben las perspectivas pedagógicas y los procesos de enseñanza. En este sentido, el currículo puede entenderse como una construcción educativa que organiza de manera intencional los contenidos, métodos y estrategias didácticas mediante los cuales se promueve la formación científica de los estudiantes. Desde esta perspectiva, las rutas formativas no solo estructuran los contenidos disciplinares, sino que también reflejan determinadas concepciones sobre cómo se produce y se valida el conocimiento científico.

En el campo de la enseñanza de las ciencias, la NdC cumple un papel fundamental en la configuración del currículo, ya que permite comprender los fundamentos epistemológicos que orientan la organización del conocimiento escolar. Esto implica reconocer que la enseñanza de las ciencias no consiste únicamente en transmitir teorías científicas ya establecidas, sino en ofrecer a los estudiantes herramientas conceptuales que les permitan comprender cómo se construyen los saberes científicos y cuáles son los procesos de validación que caracterizan la actividad científica. En este sentido, la epistemología de la ciencia proporciona elementos clave para analizar cómo se estructuran los contenidos y cómo se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula.

La NdC puede incorporarse en el currículo tanto de manera explícita como implícita. Mientras que la incorporación implícita supone que los estudiantes desarrollan una comprensión de la ciencia a partir de la realización de actividades científicas, la incorporación explícita implica abordar directamente los aspectos epistemológicos del conocimiento científico en el proceso educativo. En este sentido, Vázquez y Manassero (2007) señalan que el tratamiento exclusivamente implícito de la naturaleza de la ciencia suele resultar insuficiente para promover aprendizajes significativos, por lo que es necesario desarrollar estrategias didácticas que permitan abordar de manera explícita la reflexión sobre la ciencia y sus procesos de construcción.

Desde esta perspectiva, la integración de la NdC en el currículo implica reconocer que los contenidos científicos escolares responden a procesos de selección y organización del conocimiento que reflejan determinadas concepciones sobre la ciencia, la sociedad y la educación. En consecuencia, el currículo se convierte en un espacio fundamental para promover una comprensión más crítica del conocimiento científico y para fortalecer la formación de estudiantes capaces de interpretar los fenómenos naturales desde una perspectiva reflexiva y contextualizada.

Formación continua de docentes

Para la organización de la formación didáctica de los docentes existen diversas perspectivas acerca de su relación con la formación académica inicial. Una de las modalidades de formación continua busca dar seguimiento al trabajo iniciado en los programas de educación docente, con el propósito de consolidar los procesos de desarrollo profesional que comienzan durante la etapa formativa universitaria y que posteriormente dejan de ser acompañados de manera directa por las instituciones.

Otra propuesta de instrucción plantea apartarse parcialmente del trabajo desarrollado en la formación inicial y concentrarse en las necesidades que emergen durante el ejercicio profesional de la docencia. Este enfoque parte del reconocimiento de que la práctica docente genera problemáticas y desafíos específicos que requieren procesos de formación contextualizados y vinculados con la experiencia profesional de los profesores.

Sin embargo, esta segunda modalidad también presenta dificultades cuando no se articulan adecuadamente los antecedentes formativos, las premisas pedagógicas y las necesidades reales que sustentan dichos procesos de formación continua. En este sentido, resulta necesario fortalecer la relación entre la formación inicial y la formación continua, con el fin de garantizar procesos de desarrollo profesional docente más coherentes y articulados con las demandas educativas contemporáneas.

Algunas investigaciones realizadas en el contexto colombiano analizan el nivel de formación académica del profesorado en ejercicio. Por ejemplo, estudios realizados con docentes de educación primaria en la ciudad de Barranquilla evidencian que aproximadamente el 34% de los maestros cuenta con formación universitaria, el 33% posee formación tecnológica o técnica, el 25% tiene formación de bachillerato técnico y cerca del 7% presenta estudios correspondientes a secundaria básica. Estos datos permiten reconocer la diversidad de trayectorias formativas presentes en el sistema educativo y ponen de manifiesto la importancia de fortalecer políticas de formación continua que contribuyan al desarrollo profesional del profesorado y a la mejora de la calidad de la enseñanza.

Discusiones y recomendaciones

Los resultados del análisis desarrollado a lo largo de este estudio permiten reflexionar sobre el papel que desempeña la naturaleza de la ciencia (NdC) en los procesos de formación docente y en la enseñanza de las ciencias naturales en los contextos educativos contemporáneos. A partir de la revisión de la literatura y del análisis de las contribuciones teóricas de autores como Adúriz-Bravo, Izquierdo y Vasco, se evidencia que la comprensión epistemológica del conocimiento científico constituye un componente fundamental para fortalecer la enseñanza de las ciencias desde perspectivas críticas e inclusivas. En particular, los aportes de estos autores permiten reconocer que la educación científica no puede limitarse a la transmisión de contenidos disciplinares, sino que debe promover una comprensión más profunda de los procesos mediante los cuales se construye, valida y transforma el conocimiento científico.

“Fortalecer la formación docente en torno a la naturaleza de la ciencia se convierte en una estrategia clave para promover una enseñanza de las ciencias más reflexiva, crítica e inclusiva.”

Los resultados del estudio muestran que uno de los principales desafíos para la educación científica contemporánea consiste en integrar de manera más explícita la reflexión epistemológica sobre la ciencia en los procesos de formación docente y en el desarrollo curricular de los programas educativos. Como se discutió en las secciones anteriores, la incorporación de la NdC en la formación del profesorado permite fortalecer la capacidad de los docentes para interpretar críticamente los fenómenos científicos y para desarrollar prácticas pedagógicas que promuevan el pensamiento crítico y la argumentación científica en los estudiantes. Asimismo, la integración de la NdC en el currículo contribuye a superar visiones reduccionistas de la ciencia que aún persisten en muchos contextos educativos, lo cual favorece una comprensión más compleja del conocimiento científico como una práctica social, histórica y cultural.

El análisis realizado pone de manifiesto la importancia de articular la enseñanza de las ciencias con enfoques educativos orientados a la inclusión. En este contexto, la educación científica debe reconocer la diversidad de experiencias, saberes y contextos culturales presentes en los procesos educativos, promoviendo estrategias pedagógicas que permitan a los estudiantes participar activamente en la construcción del conocimiento científico. La integración de la NdC en los procesos educativos no solo contribuye a mejorar la comprensión de la ciencia, sino que también permite desarrollar prácticas pedagógicas más reflexivas, participativas e inclusivas.

A partir de estas consideraciones, es posible identificar dos dimensiones fundamentales para fortalecer la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva inclusiva. En primer lugar, se evidencian implicaciones relacionadas con el diseño y desarrollo de políticas educativas que promuevan la incorporación de la NdC en los programas de formación docente. En segundo lugar, se destacan orientaciones pedagógicas dirigidas al desarrollo de prácticas educativas inclusivas que permitan integrar la reflexión sobre la ciencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estas dos dimensiones orientan las recomendaciones que se presentan a continuación.

Políticas educativas

El análisis desarrollado en este estudio pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las políticas educativas orientadas a la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva que integre de manera explícita la NdC en los procesos de formación docente. En muchos sistemas educativos, incluyendo el contexto colombiano, las orientaciones curriculares han privilegiado tradicionalmente la transmisión de contenidos científicos, dejando en un segundo plano la reflexión sobre los procesos mediante los cuales se construye el conocimiento científico. Esta situación limita la posibilidad de desarrollar una educación científica crítica que permita a los estudiantes comprender la ciencia como una práctica social, histórica y cultural.

Resulta necesario que las políticas educativas promuevan la incorporación de enfoques epistemológicos en los programas de formación inicial y continua del profesorado. La inclusión de la NdC en los marcos curriculares permite fortalecer la comprensión del conocimiento científico y favorecer el desarrollo de competencias relacionadas con el pensamiento crítico, la argumentación y la toma de decisiones informadas frente a problemáticas científicas y tecnológicas contemporáneas. Igualmente, la articulación entre políticas educativas, currículo y formación docente puede contribuir a generar procesos formativos más coherentes con las demandas educativas actuales.

El fortalecimiento de las políticas educativas en el campo de la educación científica requiere promover programas de formación docente que integren investigación educativa, reflexión pedagógica y desarrollo profesional continuo. Este enfoque permite que los docentes no solo actualicen sus conocimientos disciplinares, sino que también desarrollen herramientas conceptuales y didácticas para incorporar la naturaleza de la ciencia en sus prácticas pedagógicas. En consecuencia, avanzar hacia políticas educativas que reconozcan la importancia de la NdC en la formación docente constituye un paso fundamental para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias y para motivar una educación científica más crítica, reflexiva e inclusiva.

Prácticas pedagógicas inclusivas

Desde la perspectiva de la práctica pedagógica, la integración de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias naturales ofrece importantes oportunidades para promover enfoques educativos más inclusivos.

Comprender la ciencia como un proceso de construcción colectiva del conocimiento permite reconocer que el aprendizaje científico no se limita a la adquisición de conceptos, sino que implica el desarrollo de habilidades de argumentación, interpretación y análisis crítico de los fenómenos naturales. En este contexto, las prácticas pedagógicas orientadas por la NdC favorecen la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento científico.

El desarrollo de prácticas pedagógicas inclusivas en la enseñanza de las ciencias requiere la implementación de estrategias didácticas que promuevan la reflexión sobre los procesos de construcción del conocimiento científico. Entre estas estrategias se destacan el análisis de controversias científicas, el estudio de casos históricos de la ciencia, la modelización de fenómenos naturales y el desarrollo de actividades de argumentación científica en el aula. Estas estrategias permiten que los estudiantes comprendan la ciencia como una actividad dinámica y en permanente transformación, superando visiones simplificadas que la presentan como un conjunto de conocimientos acabados.

Las prácticas pedagógicas inclusivas deben reconocer la diversidad de contextos culturales, sociales y educativos en los que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, integrar la naturaleza de la ciencia en el aula permite construir puentes entre el conocimiento científico y las experiencias de los estudiantes, lo cual favorece procesos de aprendizaje más significativos. De esta manera, la enseñanza de las ciencias puede convertirse en un espacio de diálogo y reflexión en el que los estudiantes desarrollen una comprensión crítica del conocimiento científico y de su relación con los problemas sociales y ambientales contemporáneos.

Conclusiones

El presente estudio permitió analizar la relación entre la naturaleza de la ciencia (NdC), la formación docente y la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva inclusiva. A partir de la revisión sistemática de la literatura y del análisis de diversas contribuciones teóricas en el campo de la educación científica, se evidenció que la integración de la NdC constituye un elemento fundamental para fortalecer los procesos de formación docente y para promover prácticas pedagógicas más reflexivas y contextualizadas. En particular, los aportes de autores como Adúriz-Bravo, Izquierdo y Vasco permiten comprender que la enseñanza de las ciencias no debe limitarse a la transmisión de contenidos disciplinares, sino que debe promover una comprensión crítica de los procesos mediante los cuales se construye y se valida el conocimiento científico.

Los resultados del estudio evidencian que la incorporación de la NdC en los procesos educativos contribuye a superar visiones reduccionistas de la ciencia que aún persisten en muchos contextos escolares. Comprender la ciencia como una actividad social, histórica y cultural permite desarrollar enfoques educativos orientados al pensamiento crítico, la argumentación científica y la participación informada de los estudiantes en debates relacionados con la ciencia y la tecnología. La articulación entre formación docente, currículo y prácticas pedagógicas inclusivas constituye un eje central para la transformación de la enseñanza de las ciencias en contextos educativos contemporáneos.

No obstante, es importante reconocer que el presente estudio presenta algunas limitaciones. Al tratarse de una revisión sistemática de literatura, los resultados dependen de la disponibilidad y del alcance de las investigaciones analizadas, lo cual puede restringir la comprensión de ciertas experiencias educativas desarrolladas en contextos específicos. Por este motivo, el estudio no incluye investigación empírica directa, lo que abre la posibilidad de desarrollar investigaciones futuras que analicen la incorporación de la naturaleza de la ciencia en prácticas pedagógicas concretas dentro de los programas de formación docente.

En consecuencia, futuras investigaciones podrían profundizar en el análisis de experiencias educativas que integren explícitamente la naturaleza de la ciencia en la formación docente y en la enseñanza de las ciencias naturales en contextos escolares diversos. Por lo tanto, resulta pertinente desarrollar estudios que examinen cómo las políticas educativas, los programas de formación docente y las prácticas pedagógicas pueden articularse de manera más efectiva para promover una educación científica inclusiva y crítica.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Acevedo, J. A. (2004). La naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 3–16.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). *Una introducción a la epistemología de la ciencia para la enseñanza*. Editorial Paidós.
- Adúriz-Bravo, A. (2021). La epistemología escolar y la formación del profesorado de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3101–3119. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3101
- Ariza, A., & Moreno, J. (2011). El pensamiento del profesorado de ciencias sobre la naturaleza de la ciencia y su enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 33–44.
- Barajas, D., & Ruiz, M. (2017). Prácticas de enseñanza de las ciencias naturales y su relación con la inclusión educativa. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 95–120. <https://doi.org/10.17227/01203916.73rce95.120>
- Bravo-Torija, B. (2020). La enseñanza de las ciencias y el enfoque CTS en la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 91–108. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2813>
- Cañal, P. (2011). La educación científica y la alfabetización científica: nuevos desafíos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 1–16.
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science Education*, 90(5), 822–842. <https://doi.org/10.1002/sce.20128>
- De León-Casillas, C. E., Bermonti-Pérez, M., & Moreno-Torres, M. A. (2020). Guía metodológica para una revisión de literatura sistemática. *Revista Salud y Conducta Humana*, 7(1), 24–38.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Fensham, P. J. (2004). Defining an identity: The evolution of science education as a field of research. *Science Education*, 88(1), 3–16. <https://doi.org/10.1002/sce.10104>

- Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2002). La contribución de la historia y la filosofía de la ciencia al desarrollo de un pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 223–236.
- Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2009). Educación para la sostenibilidad: Un reto urgente para la formación del profesorado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 137–151.
- Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2013). Didáctica de las ciencias y naturaleza de la ciencia: relaciones y tensiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 33–50.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916–929. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199910\)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199910)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A)
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. En N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 593–613). Routledge.
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura: Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 91(3), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009>
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge.
- Moreno, J., & Soler, M. (2018). Formación docente e inclusión: prácticas y desafíos en educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 43–59. <https://doi.org/10.35362/rie7612963>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2019). *Educación inclusiva en América Latina y el Caribe: avances, desafíos y perspectivas*. UNESCO.
- Quintanilla, M. (2006). La naturaleza de la ciencia y la formación del profesorado: un enfoque epistemológico y didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 25–40.
- Rico, J. C., & Orozco, C. (2022). Naturaleza de la ciencia y prácticas docentes: revisión crítica latinoamericana. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 52(1), 1–25. <https://doi.org/10.48102/rlee.2022.52.1.382>
- Rodríguez, D. P. (2007). *Concepciones de los docentes sobre la naturaleza de la ciencia: estudio de caso múltiple (Tesis doctoral)*. Universidad Pedagógica Nacional, México.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis.
- Sanmartí, N., & Izquierdo, M. (2024). La enseñanza de la ciencia como práctica social: perspectivas epistemológicas contemporáneas. *Revista Colombiana de Educación*, 88, 33–56.

- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2007). Aspectos epistemológicos de la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 203–220.
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2021). Naturaleza de la ciencia y alfabetización científica en la educación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 45–61.
- Vilches, A., & Gil-Pérez, D. (2013). La educación científica como base de una cultura de sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 514–532.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica.