



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 2
Abril-Junio 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 2
abril-junio 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 2, abril-junio 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 abril 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 2, 2026, abril-junio

DOI: <https://doi.org/10.71112/g3p6y968>

**DE LA FORMACIÓN A LA PRÁCTICA: TENSIONES ENTRE LO DECLARADO Y LO
IMPLEMENTADO DE LA NOS EN DOCENTES NOVELES**

**FROM TRAINING TO PRACTICE: TENSIONS BETWEEN DECLARED AND
IMPLEMENTED NOS IN NOVICE TEACHERS**

Efraín David Medina Galindo

Colombia

De la formación a la práctica: tensiones entre lo declarado y lo implementado de la NOS en docentes noveles

From training to practice: tensions between declared and implemented NOS in novice teachers

Efraín David Medina Galindo

hxcbogota@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2774-622X>

***Autor de correspondencia:** hxcbogota@gmail.com, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar la incorporación de la Naturaleza de la Ciencia (NOS) en la formación inicial de docentes de ciencias naturales en tres universidades colombianas. Desde un enfoque cualitativo, se desarrolló un estudio de caso múltiple basado en el análisis documental de planes de estudio, modelos pedagógicos y resultados de aprendizaje. Para la sistematización de la información se utilizó la Matriz de Análisis Documental Categorical (MAD-C-NOS), que permitió identificar evidencias según las dimensiones histórica, filosófica y sociológica. Los resultados evidencian que la NOS está presente en los tres programas, aunque con niveles diferenciados de explicitud: mientras la dimensión sociológica predomina de manera transversal, la dimensión filosófica presenta mayor desarrollo en algunos casos y la histórica evidencia menor sistematicidad. Se concluye que, aunque existen avances en la comprensión de la ciencia como práctica social y contextual,

la NOS opera principalmente como un marco implícito más que como un eje estructural del currículo, lo que limita su evaluación y apropiación en la formación docente.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia; formación docente; Currículo; Didáctica de las ciencias; Análisis documental.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the incorporation of the Nature of Science (NOS) in the initial training of science teachers in three Colombian universities. From a qualitative approach, a multiple case study was conducted based on documentary analysis of curricula, pedagogical models, and learning outcomes. The Categorical Documentary Analysis Matrix (MAD-C-NOS) was used to systematize the information and identify evidence across historical, philosophical, and sociological dimensions. The results show that NOS is present in the three programs, although with different levels of explicitness: while the sociological dimension predominates across contexts, the philosophical dimension shows greater development in some cases, and the historical dimension presents lower systematicity. It is concluded that, despite advances in understanding science as a social and contextual practice, NOS mainly operates as an implicit framework rather than an explicit structural axis of the curriculum, limiting its evaluation and appropriation in teacher education.

Keywords: Nature of Science; teacher education; curriculum; science education; document analysis.

Recibido: 11 mayo 2026 | Aceptado: 8 junio 2026 | Publicado: 9 junio 2026

INTRODUCCIÓN

La formación inicial de docentes de ciencias naturales constituye actualmente uno de los principales escenarios de debate dentro de la didáctica de las ciencias, particularmente en lo relacionado con la manera en que los futuros profesores comprenden la ciencia, su producción de conocimiento y sus implicaciones sociales, culturales y educativas. En las últimas décadas, la enseñanza de las ciencias ha transitado desde enfoques centrados exclusivamente en la transmisión de contenidos disciplinares hacia perspectivas que reconocen la necesidad de formar ciudadanos científicamente alfabetizados, capaces de interpretar críticamente los fenómenos científicos y tecnológicos presentes en la sociedad contemporánea (Lederman, 2007; Osborne, 2014; García-Carmona, 2021). En este contexto, la Naturaleza de la Ciencia (NOS) ha adquirido un papel central, al permitir comprender la ciencia no solo como un cuerpo acumulativo de conocimientos, sino como una actividad humana dinámica, histórica, social y epistemológicamente situada.

Diversos estudios internacionales han señalado que la comprensión de la NOS constituye un componente fundamental en la formación del profesorado de ciencias, dado que influye directamente en las concepciones pedagógicas, en la selección de estrategias didácticas y en la manera en que los docentes presentan el conocimiento científico en el aula (Abd-El-Khalick, 2012; Allchin, 2022; McComas, 2020). Desde esta perspectiva, enseñar ciencias implica también enseñar cómo se construye, valida, transforma y comunica el conocimiento científico, reconociendo aspectos como el carácter tentativo de la ciencia, la influencia de factores socioculturales, la creatividad científica y la pluralidad metodológica (Lederman, 2007; Matthews, 1994). En consecuencia, la incorporación de la NOS en los programas de formación inicial se ha convertido en una preocupación prioritaria dentro de las agendas contemporáneas de investigación en educación científica.

No obstante, aunque existe un amplio consenso acerca de la relevancia de la NOS en la alfabetización científica y en la formación docente, investigaciones recientes advierten que su presencia en los currículos universitarios continúa siendo limitada, fragmentaria o implícita (Deng et al., 2021; Kaya & Erduran, 2020). En muchos casos, los programas de licenciatura priorizan la enseñanza disciplinar sobre la reflexión epistemológica, reduciendo la NOS a menciones transversales o subordinadas a asignaturas específicas sin lograr una articulación estructural dentro de los procesos formativos (García-Carmona, 2021). Esta situación genera tensiones entre los discursos institucionales que promueven una educación científica crítica y las prácticas curriculares reales que continúan reproduciendo modelos tradicionales de enseñanza centrados en contenidos conceptuales.

En el contexto latinoamericano, esta problemática adquiere particular relevancia debido a las características históricas, culturales y sociales que atraviesan los sistemas educativos de la región. La formación docente en ciencias naturales ha incorporado progresivamente discursos asociados a la educación crítica, la interculturalidad, la formación ciudadana y la relación ciencia-tecnología-sociedad (CTS), reconociendo la necesidad de contextualizar la enseñanza científica en función de las realidades locales y regionales (Quintanilla, 2012; Martínez-Pérez et al., 2022). Sin embargo, la integración explícita de las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS dentro de los currículos universitarios continúa presentando importantes vacíos, especialmente en lo relacionado con su operacionalización pedagógica y su evaluación formativa.

Autores latinoamericanos como Agustín Adúriz-Bravo (2012) han insistido en que la NOS debe entenderse como una categoría estructural dentro de la didáctica de las ciencias, en tanto articula los contenidos científicos con sus fundamentos epistemológicos, históricos y sociales. Del mismo modo, Mercè Izquierdo ha señalado que la enseñanza de las ciencias requiere reconocer la ciencia escolar como una reconstrucción didáctica del conocimiento

científico, atravesada por factores culturales, sociales y pedagógicos que condicionan la manera en que dicho conocimiento es apropiado por los estudiantes. Estas perspectivas cuestionan los enfoques tradicionales de formación docente que reducen la enseñanza científica a la transmisión de teorías y conceptos descontextualizados, invisibilizando los procesos históricos y epistemológicos que configuran la producción científica.

A pesar de los avances conceptuales en torno a la NOS, persisten importantes desafíos relacionados con su incorporación efectiva en los programas de formación inicial del profesorado. Diversas investigaciones evidencian que muchas instituciones educativas reconocen discursivamente la importancia de la epistemología y de la reflexión sobre la ciencia, pero no desarrollan mecanismos curriculares explícitos que permitan integrar dichas dimensiones de manera sistemática en los procesos formativos (Allchin, 2022; Deng et al., 2021). Como resultado, la NOS suele operar como un componente implícito del currículo, dificultando su apropiación crítica por parte de los futuros docentes y limitando su impacto en las prácticas pedagógicas escolares.

En este sentido, emerge una tensión significativa entre lo declarado institucionalmente y lo efectivamente implementado en los currículos de formación docente. Mientras numerosos programas universitarios afirman promover perspectivas críticas e integradoras sobre la ciencia, los documentos curriculares no siempre evidencian una articulación clara de las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS. Esta situación plantea interrogantes sobre el tipo de conocimiento científico que se está promoviendo en la formación inicial de docentes y sobre las posibilidades reales de construir una educación científica orientada hacia la reflexión crítica y la alfabetización científica contemporánea. Estas tensiones curriculares coinciden con los planteamientos de Apple (2008), Sacristán (1998) y Bernstein (1990), quienes sostienen que el currículo constituye una construcción social atravesada por relaciones de poder, procesos de selección cultural y mecanismos de legitimación del conocimiento escolar.

A partir de estas consideraciones, el presente estudio tiene como propósito analizar cómo los programas de formación inicial de docentes de ciencias naturales incorporan la Naturaleza de la Ciencia (NOS) en sus estructuras curriculares, específicamente en relación con las dimensiones histórica, filosófica y sociológica. Para ello, se desarrolla un estudio comparado en tres universidades colombianas, mediante el análisis documental de planes de estudio, modelos pedagógicos y resultados de aprendizaje. El interés central de esta investigación radica en comprender el nivel de explicitud con el que la NOS aparece en los currículos universitarios y las implicaciones que ello tiene para la configuración del conocimiento profesional docente.

La investigación parte de la siguiente pregunta orientadora: ¿Cómo incorporan los programas de formación inicial de docentes de ciencias naturales las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la Naturaleza de la Ciencia en sus estructuras curriculares? A partir de esta pregunta, se busca aportar elementos teóricos y metodológicos que permitan fortalecer la incorporación explícita de la NOS en la formación docente, contribuyendo a la consolidación de propuestas curriculares más coherentes con las perspectivas contemporáneas de la didáctica de las ciencias y de la alfabetización científica crítica.

Estado del arte

Las investigaciones sobre la Naturaleza de la Ciencia (NOS) han experimentado un crecimiento significativo durante las últimas décadas, particularmente en el campo de la didáctica de las ciencias y de la formación inicial del profesorado. Este interés surge de la necesidad de comprender cómo las concepciones epistemológicas de los docentes influyen en las prácticas de enseñanza, en la construcción del conocimiento científico escolar y en los procesos de alfabetización científica desarrollados en los sistemas educativos contemporáneos (Lederman, 2007; McComas, 2020). En este marco, la NOS ha dejado de ser considerada un componente accesorio de la enseñanza de las ciencias para consolidarse como un eje

fundamental en la comprensión de la ciencia como actividad humana, social e históricamente situada.

A nivel internacional, uno de los campos más consolidados de investigación se relaciona con el análisis de las concepciones docentes sobre la NOS y su impacto en la enseñanza de las ciencias. Estudios desarrollados por Abd-El-Khalick (2012), Lederman (2007) y Allchin (2022) coinciden en señalar que la comprensión epistemológica del profesorado condiciona significativamente las decisiones pedagógicas tomadas en el aula, especialmente en relación con la manera en que se presentan los contenidos científicos y se promueve el pensamiento crítico. Desde esta perspectiva, se ha evidenciado que los docentes que poseen visiones reduccionistas o positivistas de la ciencia tienden a desarrollar prácticas centradas en la transmisión de conocimientos acabados, mientras que aquellos con una comprensión más contextualizada de la NOS favorecen enfoques investigativos, reflexivos y problematizadores.

Paralelamente, investigaciones recientes han centrado su atención en la incorporación curricular de la NOS dentro de los programas de formación inicial del profesorado. En este ámbito, Kaya y Erduran (2020) sostienen que uno de los principales desafíos de la educación científica contemporánea consiste en integrar explícitamente la epistemología de las ciencias en los procesos de formación docente, evitando que la NOS permanezca relegada a contenidos marginales o implícitos. En concordancia, Deng et al. (2021), a partir de una revisión crítica de investigaciones internacionales, concluyen que la mayoría de programas de formación continúan privilegiando los contenidos disciplinares por encima de las reflexiones epistemológicas, históricas y sociológicas sobre la ciencia.

De igual manera, Osborne (2014) plantea que la alfabetización científica requiere superar modelos tradicionales de enseñanza centrados exclusivamente en conceptos y teorías, incorporando discusiones sobre cómo se produce el conocimiento científico, cuáles son sus límites y de qué manera intervienen factores sociales, políticos y culturales en su construcción.

Esta perspectiva ha fortalecido el interés por desarrollar propuestas curriculares orientadas a integrar la NOS como componente transversal de la enseñanza de las ciencias, especialmente en programas de formación docente. De manera complementaria, Driver et al. (1996) destacan que las concepciones sobre la ciencia condicionan los procesos de aprendizaje científico, mientras que Hodson (2009) y Fourez (2008) enfatizan la necesidad de promover una alfabetización científica crítica orientada hacia la reflexión ética, social y democrática del conocimiento científico.

Otro grupo importante de investigaciones ha analizado las dificultades relacionadas con la operacionalización curricular de la NOS. En este sentido, Allchin (2022) advierte que muchas propuestas formativas reconocen discursivamente la importancia de la epistemología científica, pero carecen de mecanismos concretos que permitan evaluar su apropiación en los futuros docentes. Esta situación genera una brecha entre los principios teóricos promovidos institucionalmente y las prácticas formativas efectivamente desarrolladas en las universidades. Asimismo, García-Carmona (2021), en una revisión sistemática sobre enseñanza de la NOS, concluye que uno de los problemas persistentes en la educación científica radica en la ausencia de estrategias explícitas que articulen los componentes epistemológicos con los procesos didácticos y curriculares.

En el caso específico de la formación inicial docente, diversos estudios evidencian que la NOS suele aparecer integrada de manera fragmentaria o transversal dentro de los currículos universitarios. Matthews (1994) ya advertía que la enseñanza de las ciencias había privilegiado históricamente los contenidos conceptuales por encima de las discusiones históricas y filosóficas sobre la ciencia, limitando así la comprensión crítica del conocimiento científico. Décadas después, esta problemática continúa presente en numerosos programas de formación docente, donde la epistemología permanece subordinada a enfoques disciplinares y técnicos de enseñanza.

En América Latina, la discusión sobre la NOS ha estado estrechamente vinculada a las perspectivas críticas de la educación científica y a los enfoques de ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Autores como Quintanilla (2012) han insistido en la necesidad de comprender la enseñanza de las ciencias desde marcos culturales y sociales contextualizados, reconociendo la pluralidad de formas de conocimiento y cuestionando visiones universalistas de la ciencia. Desde esta perspectiva, la alfabetización científica no se limita al dominio conceptual, sino que implica también la comprensión de las implicaciones sociales, políticas y éticas del conocimiento científico.

En concordancia con estas perspectivas, Adúriz-Bravo (2012) ha desarrollado importantes aportes relacionados con la integración de la epistemología y de la historia de la ciencia en la formación del profesorado. Sus investigaciones plantean que la NOS debe constituirse en un componente estructural de la didáctica de las ciencias, permitiendo articular los contenidos escolares con reflexiones sobre la producción, validación y transformación del conocimiento científico. De igual manera, Mercè Izquierdo y Adúriz-Bravo (2013) sostienen que la enseñanza de las ciencias requiere reconocer el conocimiento científico escolar como una reconstrucción didáctica condicionada por factores epistemológicos, sociales y culturales.

En el contexto latinoamericano reciente, Martínez-Pérez et al. (2022) identifican importantes tensiones entre los discursos institucionales asociados a la formación crítica del profesorado y las estructuras curriculares efectivamente implementadas en las universidades. Sus hallazgos muestran que muchos programas de licenciatura incorporan referencias generales a la reflexión epistemológica y a la relación ciencia-sociedad, pero no desarrollan estrategias explícitas que permitan operacionalizar dichas perspectivas en la formación docente. Esta situación coincide con lo planteado por Mora Penagos y Gallego Badillo, quienes advierten que la enseñanza de las ciencias en América Latina continúa enfrentando dificultades relacionadas con la integración curricular de perspectivas históricas y epistemológicas.

En Colombia, las investigaciones sobre NOS y formación docente han aumentado progresivamente, especialmente desde el campo de la didáctica de las ciencias naturales. Sin embargo, gran parte de los estudios se han concentrado en analizar concepciones de estudiantes o docentes sobre la ciencia, dejando relativamente poco explorado el análisis curricular de programas universitarios y la manera en que la NOS se incorpora estructuralmente en los documentos formativos. Esta situación evidencia un vacío investigativo importante, particularmente en estudios comparativos que permitan comprender cómo diferentes instituciones configuran curricularmente las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la ciencia.

En consecuencia, aunque existe una amplia producción investigativa sobre la Naturaleza de la Ciencia y su relevancia en la alfabetización científica, persisten vacíos relacionados con la explicitación curricular de la NOS en programas de formación inicial del profesorado. Asimismo, son escasas las investigaciones que abordan comparativamente la incorporación de estas dimensiones desde metodologías documentales sistemáticas y categoriales. A partir de este panorama, el presente estudio busca aportar al campo mediante el análisis comparado de tres programas colombianos de formación docente en ciencias naturales, utilizando la Matriz de Análisis Documental Categorical de la Naturaleza de la Ciencia (MAD-C-NOS) como instrumento para identificar niveles de presencia, explicitud y organización curricular de las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS.

Naturaleza de la Ciencia: aproximaciones conceptuales y epistemológicas

La Naturaleza de la Ciencia (NOS, por sus siglas en inglés) constituye uno de los campos de mayor desarrollo dentro de la didáctica contemporánea de las ciencias, debido a su relevancia en la comprensión de cómo se construye, valida y transforma el conocimiento científico. Más allá de una definición única o cerrada, la NOS se entiende como un conjunto de reflexiones epistemológicas, históricas, sociológicas y culturales acerca de la actividad

científica, sus métodos, sus formas de validación y sus relaciones con la sociedad (Lederman, 2007; McComas, 2020). Desde esta perspectiva, la ciencia deja de concebirse como un cuerpo neutral y acumulativo de conocimientos para reconocerse como una práctica humana condicionada por contextos históricos, intereses sociales, debates epistemológicos y procesos culturales.

Uno de los principales referentes internacionales en este campo es Norman Lederman, quien plantea que la comprensión de la NOS constituye un componente esencial de la alfabetización científica, dado que permite a los ciudadanos interpretar críticamente los discursos científicos y tecnológicos presentes en la sociedad contemporánea (Lederman, 2007). Para este autor, la enseñanza de las ciencias no debe limitarse al aprendizaje de conceptos disciplinares, sino incluir reflexiones sobre el carácter tentativo del conocimiento científico, la influencia de la creatividad, la diversidad metodológica y la incidencia de factores socioculturales en la producción científica. En este sentido, comprender la NOS implica reconocer que la ciencia no opera mediante un único método universal, sino a través de múltiples procesos de construcción y validación del conocimiento.

En concordancia con esta perspectiva, McComas (2020) sostiene que la NOS permite problematizar las visiones simplificadas y positivistas de la ciencia presentes en muchos sistemas educativos. Según este autor, una comprensión reduccionista de la actividad científica genera procesos de enseñanza centrados exclusivamente en resultados y teorías acabadas, invisibilizando los conflictos, incertidumbres y transformaciones que caracterizan históricamente la construcción del conocimiento científico. Por ello, la integración de la NOS en la formación docente resulta fundamental para promover prácticas pedagógicas más críticas, reflexivas y contextualizadas.

Las discusiones sobre la NOS también han estado profundamente influenciadas por los aportes de la filosofía e historia de las ciencias. Thomas Kuhn (1971), por ejemplo,

cuestionó las visiones lineales y acumulativas del progreso científico al introducir la noción de paradigmas y revoluciones científicas, evidenciando que el desarrollo de la ciencia está atravesado por rupturas conceptuales, tensiones teóricas y transformaciones históricas. De manera similar, Lakatos (1983) propuso la idea de programas de investigación científica, mostrando que la ciencia avanza mediante procesos complejos de debate y reconstrucción teórica. Estas perspectivas contribuyeron a superar modelos tradicionales de enseñanza que presentaban la ciencia como un conjunto estable y definitivo de verdades universales.

En el campo de la didáctica de las ciencias, Matthews (1994) ha insistido en la importancia de incorporar la historia y la filosofía de la ciencia en los procesos educativos, argumentando que ello favorece una comprensión más auténtica y humanizada del conocimiento científico. Para este autor, la enseñanza de las ciencias debe permitir que los estudiantes comprendan las controversias, errores, obstáculos epistemológicos y transformaciones históricas que han configurado el desarrollo científico. Esta visión se distancia de enfoques tradicionales centrados exclusivamente en la memorización de conceptos, promoviendo una educación científica orientada hacia la comprensión crítica y contextualizada de la ciencia. Esta perspectiva resulta coherente con los aportes epistemológicos de Bachelard (2000), quien sostiene que el conocimiento científico avanza mediante rupturas y superación de obstáculos epistemológicos que transforman las formas de comprender la realidad.

La NOS en la formación del profesorado de ciencias

La incorporación de la NOS en la formación inicial docente ha sido ampliamente discutida dentro de la investigación en educación científica, especialmente debido a la relación existente entre las concepciones epistemológicas del profesorado y sus prácticas pedagógicas. Diversos estudios evidencian que las ideas que los docentes poseen sobre la ciencia influyen directamente en la manera en que enseñan, seleccionan contenidos y desarrollan experiencias de aprendizaje en el aula (Abd-El-Khalick, 2012; Allchin, 2022).

Desde esta perspectiva, la formación del profesorado de ciencias no puede reducirse al dominio disciplinar, sino que debe incluir procesos de reflexión epistemológica que permitan comprender la ciencia como una construcción social e histórica. Adúriz-Bravo (2012) plantea que la NOS constituye una categoría estructural dentro de la didáctica de las ciencias, dado que articula los contenidos científicos con sus fundamentos epistemológicos y con las formas de enseñanza desarrolladas en los contextos escolares. En consecuencia, la formación docente requiere integrar explícitamente dimensiones históricas, filosóficas y sociológicas que permitan problematizar la producción del conocimiento científico y sus implicaciones educativas. En este sentido, Shulman (1987) plantea que el conocimiento profesional docente integra dimensiones pedagógicas, curriculares y disciplinares, mientras que Tardif (2004) y Perrenoud (2004) destacan la importancia de los saberes profesionales y de las competencias reflexivas en la configuración de las prácticas de enseñanza.

En concordancia con ello, Izquierdo y Adúriz-Bravo (2013) sostienen que la ciencia escolar debe entenderse como una reconstrucción didáctica del conocimiento científico, en la cual intervienen procesos de selección, adaptación y contextualización condicionados por factores pedagógicos, culturales y epistemológicos. Esta perspectiva reconoce que el conocimiento enseñado en la escuela no corresponde directamente al conocimiento científico producido en las comunidades académicas, sino que constituye una elaboración específica orientada a fines educativos.

Investigaciones recientes muestran que uno de los principales desafíos en la formación docente radica en la dificultad para operacionalizar la NOS dentro de los currículos universitarios. Kaya y Erduran (2020) señalan que muchas instituciones reconocen la importancia de la epistemología y de la reflexión sobre la ciencia, pero continúan privilegiando enfoques disciplinares tradicionales que limitan la integración curricular de la NOS. Como consecuencia, los futuros docentes desarrollan concepciones fragmentadas sobre la ciencia y

enfrentan dificultades para incorporar perspectivas epistemológicas en sus prácticas pedagógicas.

De igual manera, Allchin (2022) advierte que la enseñanza de la NOS suele centrarse en definiciones abstractas o descontextualizadas, sin desarrollar estrategias pedagógicas que permitan evidenciar su apropiación en escenarios reales de enseñanza. Esto genera una tensión entre los discursos institucionales asociados a la formación crítica y las prácticas curriculares efectivamente implementadas en los programas de licenciatura.

Perspectivas latinoamericanas sobre NOS y educación científica

En América Latina, la discusión sobre la Naturaleza de la Ciencia ha estado estrechamente relacionada con las perspectivas críticas de la educación científica y con los enfoques de ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Estas aproximaciones cuestionan modelos tradicionales de enseñanza basados en visiones universalistas y descontextualizadas de la ciencia, promoviendo en cambio una comprensión situada y socialmente comprometida del conocimiento científico (Quintanilla, 2012).

Desde esta perspectiva, Quintanilla (2012) plantea que la educación científica debe reconocer la pluralidad de formas de conocimiento y sus relaciones con los contextos culturales, sociales y políticos en los que se producen. En consecuencia, la alfabetización científica implica no solo el dominio conceptual de teorías y principios, sino también la capacidad de interpretar críticamente las implicaciones éticas, sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico.

En el contexto latinoamericano, estas discusiones adquieren especial relevancia debido a las desigualdades sociales, las tensiones interculturales y los desafíos educativos presentes en la región. Autores como Martínez-Pérez et al. (2022) han señalado que los programas de formación docente en ciencias naturales incorporan crecientemente discursos asociados a la ciudadanía, la sostenibilidad y la transformación social; sin embargo, muchas

veces dichas perspectivas no logran consolidarse curricularmente en procesos formativos explícitos sobre la NOS.

Asimismo, Mora Penagos y Gallego Badillo han insistido en la necesidad de fortalecer la dimensión epistemológica en la formación del profesorado de ciencias, particularmente en relación con la comprensión histórica y sociológica del conocimiento científico escolar. Sus aportes destacan la importancia de construir propuestas curriculares que permitan integrar la reflexión epistemológica con las prácticas pedagógicas desarrolladas en los escenarios escolares.

En este marco, la presente investigación asume la NOS como una categoría analítica fundamental para comprender la formación inicial de docentes de ciencias naturales, particularmente en relación con las tensiones existentes entre los discursos curriculares institucionales y la explicitación efectiva de las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la ciencia en los programas universitarios. Desde esta perspectiva, el análisis documental de los currículos constituye una vía pertinente para identificar cómo se configura la enseñanza de la ciencia y qué tipo de conocimiento profesional docente se promueve en la formación inicial del profesorado.

METODOLOGÍA

Enfoque y diseño de investigación

La presente investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, orientado a comprender cómo la Naturaleza de la Ciencia (NOS) es incorporada en los programas de formación inicial de docentes de ciencias naturales. Este posicionamiento epistemológico parte del reconocimiento de que los documentos curriculares no constituyen únicamente instrumentos administrativos o normativos, sino construcciones sociales que expresan concepciones sobre la ciencia, la enseñanza y la formación del profesorado (Denzin

& Lincoln, 2018). En consecuencia, el análisis de dichos documentos requiere una aproximación comprensiva que permita interpretar los significados, tensiones y orientaciones presentes en las estructuras curriculares universitarias.

Desde esta perspectiva, se adoptó un diseño de estudio de caso múltiple, entendido como una estrategia metodológica que posibilita analizar comparativamente diferentes contextos institucionales para identificar patrones, similitudes y divergencias en torno a un fenómeno específico (Stake, 1999; Yin, 2014). La elección de este diseño respondió al interés de comprender cómo distintas universidades colombianas incorporan las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS en sus programas de formación docente, considerando las particularidades curriculares y pedagógicas de cada institución.

El estudio comparativo permitió no solo describir la presencia de la NOS en los documentos curriculares, sino también identificar tendencias comunes y configuraciones diferenciadas en la manera en que las universidades conceptualizan la formación epistemológica del profesorado de ciencias naturales. De esta forma, el diseño metodológico adoptado favoreció una comprensión más amplia y contextualizada del fenómeno investigado.

Selección de casos y contexto de estudio

Los casos seleccionados corresponden a tres programas de Licenciatura en Ciencias Naturales pertenecientes a universidades colombianas reconocidas por su trayectoria en formación docente y por la diversidad de sus enfoques curriculares: Universidad de Córdoba, Universidad Pedagógica Nacional y Universidad del Valle. La selección se realizó mediante muestreo intencional o teórico, siguiendo criterios de pertinencia académica, reconocimiento institucional y diversidad curricular (Patton, 2002).

La Universidad Pedagógica Nacional fue seleccionada debido a su tradición histórica en la formación de docentes y a su énfasis en perspectivas pedagógicas y epistemológicas relacionadas con la enseñanza de las ciencias. Por su parte, la Universidad del Valle

representa un modelo curricular caracterizado por enfoques interdisciplinarios y por la articulación entre ciencia, contexto y formación investigativa. Finalmente, la Universidad de Córdoba permitió incorporar una perspectiva regional asociada a procesos de formación docente vinculados con dimensiones sociales, comunitarias y territoriales de la educación científica.

La inclusión de estos tres programas permitió construir un panorama comparativo de la incorporación curricular de la NOS en diferentes contextos universitarios colombianos, fortaleciendo la validez interpretativa del estudio y posibilitando la identificación de tendencias convergentes y divergentes en la formación inicial del profesorado.

Corpus documental

La recolección de información se realizó mediante análisis documental, entendido como un procedimiento sistemático de revisión, selección, organización e interpretación de documentos relevantes para la investigación (Bowen, 2009). En este caso, los documentos curriculares fueron asumidos como fuentes fundamentales para comprender las concepciones institucionales sobre ciencia, enseñanza y formación docente.

Tabla 1

Corpus documental utilizado en la investigación.

Tipo de documento	Descripción dentro del análisis
Planes de estudio	Permitieron identificar la organización curricular general de los programas y la distribución de espacios formativos asociados a la enseñanza de las ciencias y la NOS.
Proyectos Educativos de Programa (PEP)	Facilitaron el análisis de las orientaciones epistemológicas, pedagógicas y formativas declaradas institucionalmente.

Tipo de documento	Descripción dentro del análisis
Modelos pedagógicos institucionales	Permitieron reconocer las concepciones educativas y didácticas que sustentan la formación docente en cada universidad.
Syllabus	Posibilitaron identificar contenidos, metodologías, competencias y referencias explícitas relacionadas con la Naturaleza de la Ciencia.
Perfiles de egreso	Permitieron analizar las capacidades, competencias y concepciones científicas esperadas en los futuros docentes.
Resultados de aprendizaje	Facilitaron la identificación de evidencias asociadas al desarrollo de dimensiones históricas, filosóficas y sociológicas de la NOS.
Documentos curriculares asociados a la formación pedagógica y disciplinar	Permitieron complementar el análisis sobre la articulación entre formación científica, pedagógica y epistemológica en los programas estudiados.

Nota. Elaboración propia a partir de los documentos institucionales analizados.

La selección de documentos se desarrolló mediante un procedimiento adaptado de la metodología PRISMA, utilizada tradicionalmente en revisiones sistemáticas, pero ajustada a las características del análisis documental cualitativo. Este procedimiento permitió garantizar criterios de transparencia, trazabilidad y rigurosidad en la construcción del corpus investigativo.

En la fase de identificación se recopilaron documentos oficiales disponibles en repositorios institucionales y páginas web universitarias. Posteriormente, en la fase de selección, se establecieron criterios de inclusión relacionados con:

- Pertinencia curricular,

- Relación con formación docente,
- Presencia de elementos asociados a la NOS,
- Vigencia institucional de los documentos.

En la fase de elegibilidad, los documentos fueron revisados detalladamente para determinar su correspondencia con las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS, excluyendo aquellos que no aportaban información relevante para los objetivos del estudio. Finalmente, en la fase de inclusión, se consolidó el corpus documental definitivo utilizado en el análisis comparativo.

Instrumento de análisis: MAD-C-NOS

Para la sistematización y análisis de la información se diseñó y aplicó la Matriz de Análisis Documental Categorical de la Naturaleza de la Ciencia (MAD-C-NOS), instrumento construido específicamente para esta investigación. La matriz se fundamentó en aportes teóricos provenientes de la didáctica de las ciencias, la epistemología y la investigación cualitativa en educación científica.

El instrumento organizó la información en tres dimensiones analíticas principales:

- Dimensión histórica,
- Dimensión filosófica,
- Dimensión sociológica de la NOS.

Cada dimensión fue desagregada en subcategorías orientadas a identificar evidencias curriculares específicas relacionadas con:

- Historia de la ciencia,
- Evolución del conocimiento científico,
- Epistemología,
- Argumentación científica,
- Pluralidad metodológica,

- Relaciones ciencia-tecnología-sociedad,
- Responsabilidad ética,
- Contexto sociocultural,
- Construcción colectiva del conocimiento.

En total, la matriz integró 18 subcategorías analíticas, permitiendo realizar un proceso de codificación e interpretación sistemática de los documentos revisados. Cada unidad de análisis incluyó: documento fuente, fragmento textual identificado, dimensión NOS asociada, interpretación analítica, nivel de presencia categorizado como alto, medio, bajo o ausente.

La construcción de la MAD-C-NOS buscó superar aproximaciones descriptivas limitadas, permitiendo desarrollar un análisis más profundo sobre el nivel de explicitud curricular de la NOS en los programas universitarios.

Procedimiento de análisis

El análisis de la información se desarrolló mediante un proceso iterativo de lectura, categorización, comparación e interpretación. Inicialmente, se realizó una lectura comprensiva de los documentos curriculares para identificar unidades de significado relacionadas con las dimensiones de la NOS. Posteriormente, dichas unidades fueron organizadas en la matriz categorial y clasificadas según las subcategorías establecidas previamente.

El proceso analítico se apoyó en los principios del análisis de contenido propuestos por Bardin (2011), particularmente en lo relacionado con la inferencia sistemática y la construcción interpretativa de categorías. Este enfoque permitió no solo identificar frecuencias o presencias temáticas, sino también interpretar las orientaciones epistemológicas subyacentes en los documentos curriculares.

Posteriormente, se realizó una comparación transversal entre los tres casos estudiados, identificando: similitudes curriculares, diferencias en los niveles de explicitud, tendencias predominantes, tensiones entre discurso institucional y organización curricular.

Esta comparación permitió construir interpretaciones relacionadas con las formas en que cada universidad configura la formación epistemológica del profesorado de ciencias naturales.

Criterios de rigor metodológico

La rigurosidad de la investigación se garantizó mediante criterios de credibilidad, consistencia, trazabilidad y coherencia interpretativa (Lincoln & Guba, 1985). La credibilidad se fortaleció mediante la revisión sistemática del corpus documental y la triangulación entre diferentes tipos de documentos curriculares. La consistencia analítica se aseguró a través de la aplicación uniforme de la matriz categorial en los tres casos estudiados.

Por su parte, la trazabilidad metodológica se evidenció en el registro detallado de los procedimientos de selección documental, categorización y análisis, permitiendo reconstruir las decisiones investigativas desarrolladas durante el estudio. Finalmente, la coherencia interpretativa se garantizó mediante la articulación constante entre los referentes teóricos, las categorías analíticas y los hallazgos obtenidos.

De este modo, la metodología adoptada permitió comprender no solo la presencia de la NOS en los currículos universitarios, sino también las tensiones existentes entre los discursos formativos y la explicitación curricular de las dimensiones histórica, filosófica y sociológica en la formación inicial de docentes de ciencias naturales.

RESULTADOS

El análisis documental realizado en los programas de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de Córdoba, la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad

del Valle permitió identificar diferentes formas de incorporación de la Naturaleza de la Ciencia (NOS) en las estructuras curriculares analizadas. A partir de la aplicación de la Matriz de Análisis Documental Categorical de la Naturaleza de la Ciencia (MAD-C-NOS), se evidenció que las tres instituciones incluyen elementos asociados a las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS, aunque con niveles diferenciados de explicitud, profundidad y sistematicidad curricular.

De manera general, los resultados muestran que la dimensión sociológica constituye el componente de mayor presencia en los tres programas analizados. Las referencias relacionadas con la articulación entre ciencia, sociedad, ciudadanía, ética y contexto aparecen de manera transversal en perfiles de egreso, modelos pedagógicos y resultados de aprendizaje. En contraste, la dimensión histórica presenta menor desarrollo estructural y suele aparecer asociada a referencias generales sobre evolución del conocimiento científico o contextualización histórica de las ciencias, sin consolidarse como un eje explícito de formación epistemológica. Por su parte, la dimensión filosófica evidencia niveles intermedios y diferenciados entre universidades, particularmente en relación con la presencia de contenidos epistemológicos y reflexiones sobre la construcción del conocimiento científico.

Presencia general de las dimensiones de la NOS

El análisis comparativo permitió establecer niveles de presencia diferenciados entre las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la NOS en cada programa universitario. Como se observa en la Tabla 1, la dimensión sociológica presenta niveles altos en las tres universidades, mientras que la dimensión histórica

Tabla 2*Nivel de presencia de la Naturaleza de la Ciencia por dimensiones y universidad*

Dimensión	Universidad de	Universidad Pedagógica	Universidad del
NOS	Córdoba	Nacional	Valle
Histórica	Medio	Alto	Medio
Filosófica	Medio	Alto	Alto
Sociológica	Alto	Alto	Alto

Nota. Elaboración propia a partir de la aplicación de la Matriz de Análisis Documental Categorical (MAD-C-NOS).

Estos resultados evidencian una tendencia común en los tres programas hacia la incorporación de perspectivas asociadas a la relación ciencia-sociedad y a la formación ciudadana. Sin embargo, también muestran diferencias importantes en la manera en que cada institución configura curricularmente la reflexión epistemológica y la historicidad del conocimiento científico.

Universidad de Córdoba: predominancia sociológica y transversalidad implícita

En el caso de la Universidad de Córdoba, la dimensión sociológica de la NOS presenta el mayor nivel de presencia dentro de los documentos analizados. Esta tendencia se evidencia particularmente en los perfiles de egreso y en los modelos pedagógicos institucionales, donde aparecen referencias relacionadas con la formación ética, la responsabilidad social y la articulación entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

Los documentos curriculares enfatizan la necesidad de formar docentes comprometidos con las problemáticas sociales y ambientales de sus contextos regionales, promoviendo una visión de la ciencia asociada al desarrollo comunitario y a la transformación social. No obstante, aunque estas referencias evidencian una comprensión contextualizada de la ciencia, la NOS no aparece estructurada como una categoría explícita dentro del currículo. En consecuencia, la

incorporación de las dimensiones epistemológicas ocurre principalmente de manera transversal e implícita.

En relación con la dimensión filosófica, se identificaron referencias moderadas vinculadas con la argumentación científica, la reflexión pedagógica y la comprensión del conocimiento científico como construcción dinámica. Sin embargo, dichas referencias suelen encontrarse dispersas en resultados de aprendizaje o en asignaturas específicas, sin consolidarse como un componente sistemático de formación epistemológica.

Por su parte, la dimensión histórica presenta menor nivel de desarrollo curricular. Aunque algunos documentos mencionan la evolución histórica de las ciencias y la contextualización de conceptos científicos, estas referencias aparecen de forma fragmentaria y sin articulación explícita con procesos de enseñanza de la NOS.

Universidad Pedagógica Nacional: explicitud epistemológica y formación reflexiva

La Universidad Pedagógica Nacional presenta el mayor nivel de explicitud en la incorporación de la NOS, especialmente en la dimensión filosófica. Los documentos analizados evidencian una fuerte presencia de contenidos relacionados con epistemología, historia de las ciencias, reflexión pedagógica y construcción del conocimiento profesional docente.

En los syllabus y planes de estudio se identificaron espacios formativos orientados explícitamente al análisis epistemológico de las ciencias naturales, incluyendo discusiones sobre producción del conocimiento, diversidad metodológica y relaciones entre ciencia y sociedad. Esta organización curricular permite evidenciar una mayor sistematicidad en la incorporación de la NOS dentro de la formación inicial docente.

Asimismo, los perfiles de egreso y proyectos educativos del programa destacan la importancia de formar docentes con capacidad crítica y reflexiva frente a la ciencia y su enseñanza. Esta perspectiva se articula con enfoques pedagógicos que reconocen la enseñanza de las ciencias como una práctica contextualizada y socialmente situada.

La dimensión histórica también presenta niveles altos de presencia, particularmente en asignaturas relacionadas con historia y epistemología de las ciencias. Los documentos curriculares incorporan referencias explícitas a procesos históricos de construcción científica, cambios paradigmáticos y debates epistemológicos asociados al desarrollo de las ciencias naturales.

No obstante, aunque la Universidad Pedagógica Nacional evidencia una incorporación más estructurada de la NOS, persisten tensiones relacionadas con la operacionalización práctica de estas perspectivas dentro de las experiencias pedagógicas concretas desarrolladas durante la formación docente.

Universidad del Valle: articulación interdisciplinaria e integración curricular

En la Universidad del Valle se evidencia un modelo curricular caracterizado por la articulación interdisciplinaria y la integración transversal de las dimensiones de la NOS. Los documentos analizados muestran una presencia significativa de referencias asociadas a epistemología, investigación educativa y relaciones ciencia-contexto.

La dimensión filosófica presenta niveles altos de explicitud, especialmente en relación con la comprensión crítica del conocimiento científico y con la formación investigativa del profesorado. Los syllabus revisados incluyen contenidos relacionados con epistemología de las ciencias, argumentación científica y reflexión sobre la producción del conocimiento.

De igual manera, la dimensión sociológica evidencia una fuerte presencia curricular, particularmente en referencias asociadas a sostenibilidad, ciudadanía, educación ambiental y problemáticas sociocientíficas contemporáneas. Esta tendencia permite identificar una comprensión de la ciencia vinculada con procesos sociales y culturales amplios.

Sin embargo, al igual que en la Universidad de Córdoba, la dimensión histórica presenta niveles más moderados de incorporación. Aunque existen referencias a historia de las ciencias

y obstáculos epistemológicos, dichas perspectivas no alcanzan el mismo nivel de profundidad y sistematicidad observado en las dimensiones filosófica y sociológica.

En términos generales, la Universidad del Valle configura una propuesta curricular integradora en la que las dimensiones de la NOS aparecen articuladas de manera transversal, aunque con diferentes niveles de consolidación interna.

Tendencias comparativas en la incorporación de la NOS

El análisis transversal de los tres casos permitió identificar tendencias generales relacionadas con la incorporación curricular de la NOS en la formación inicial de docentes de ciencias naturales.

Tabla 3

Tendencias en la incorporación de la NOS en programas de formación docente

Universidad	Tendencia predominante	Característica clave
Córdoba	Sociológica	Ciencia como práctica social y comunitaria
UPN	Epistemológica	Formación explícita en epistemología
Valle	Integradora	Articulación interdisciplinaria

Nota. Elaboración propia con base en el análisis comparativo de los programas.

Estas tendencias evidencian que, aunque las tres universidades reconocen la importancia de la NOS en la formación docente, existen diferencias significativas en la manera en que las dimensiones histórica, filosófica y sociológica son organizadas curricularmente. Mientras algunas instituciones desarrollan procesos más explícitos de formación epistemológica, otras privilegian enfoques transversales asociados a ciudadanía, contexto y responsabilidad social.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la NOS se encuentra presente en los programas analizados, aunque predominantemente como un marco implícito y transversal más

que como un eje estructural explícitamente consolidado dentro de los currículos de formación inicial docente.

DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos permiten evidenciar tensiones importantes entre los discursos curriculares institucionales y la incorporación explícita de la Naturaleza de la Ciencia (NOS) en la formación inicial del profesorado de ciencias naturales. En términos generales, los resultados muestran que las universidades analizadas reconocen la importancia de promover perspectivas críticas sobre la ciencia; sin embargo, la integración curricular de las dimensiones histórica, filosófica y sociológica continúa desarrollándose principalmente de manera transversal e implícita. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que advierten dificultades persistentes en la operacionalización curricular de la NOS dentro de los programas de formación docente (Allchin, 2022; García-Carmona, 2021).

Asimismo, la predominancia de la dimensión sociológica identificada en los programas analizados sugiere una tendencia contemporánea hacia modelos de alfabetización científica centrados en las relaciones entre ciencia, sociedad y ciudadanía, tal como lo plantean Quintanilla (2012) y Osborne (2014). No obstante, la menor presencia de componentes históricos y filosóficos evidencia limitaciones curriculares para desarrollar comprensiones más complejas sobre la construcción y evolución del conocimiento científico. En este sentido, los hallazgos permiten reafirmar que la formación epistemológica del profesorado continúa siendo uno de los principales desafíos dentro de la didáctica contemporánea de las ciencias.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que la incorporación de la Naturaleza de la Ciencia (NOS) en los programas de formación inicial de docentes de ciencias naturales en Colombia continúa configurándose de manera heterogénea, fragmentaria y, en numerosos casos, predominantemente implícita. Aunque las universidades analizadas reconocen discursivamente la importancia de formar docentes con comprensión crítica de la ciencia y de sus implicaciones sociales, epistemológicas e históricas, dicha intención no siempre logra traducirse en estructuras curriculares explícitas y sistemáticas. Esta situación confirma las tensiones señaladas por diversos autores entre los discursos institucionales asociados a la alfabetización científica crítica y las prácticas curriculares efectivamente implementadas en los programas de formación docente (García-Carmona, 2021; Deng et al., 2021).

Uno de los hallazgos más significativos del estudio radica en la predominancia de la dimensión sociológica de la NOS en las tres universidades analizadas. La fuerte presencia de referencias relacionadas con ciudadanía, ética, sostenibilidad, responsabilidad social y relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS) evidencia una tendencia contemporánea en la educación científica orientada hacia la contextualización social del conocimiento científico. Este resultado coincide con las perspectivas desarrolladas por Quintanilla (2012) y Allchin (2022), quienes sostienen que la enseñanza de las ciencias ha comenzado a desplazar enfoques puramente conceptuales hacia modelos que reconocen las implicaciones sociales y culturales de la ciencia.

No obstante, aunque esta predominancia sociológica representa un avance importante frente a modelos tradicionales de enseñanza descontextualizada, también evidencia ciertos desequilibrios en la configuración curricular de la NOS. La menor sistematicidad observada en la dimensión histórica y las diferencias identificadas en la dimensión filosófica sugieren que la formación epistemológica del profesorado continúa siendo parcial y desigual entre instituciones.

En este sentido, la limitada presencia de contenidos relacionados con historia de las ciencias, revoluciones científicas, obstáculos epistemológicos y construcción histórica del conocimiento científico restringe las posibilidades de desarrollar comprensiones más complejas sobre la dinámica real de la ciencia.

Estos hallazgos permiten reafirmar los planteamientos de Matthews (1994) y Lederman (2007), quienes advierten que la enseñanza de las ciencias frecuentemente invisibiliza los procesos históricos y epistemológicos que caracterizan la producción científica. Como consecuencia, los futuros docentes pueden desarrollar visiones simplificadas de la ciencia, percibiéndola como un conjunto estable de conocimientos acabados más que como una construcción humana dinámica y socialmente condicionada. Esta situación resulta especialmente problemática en contextos de formación docente, dado que las concepciones epistemológicas del profesorado influyen directamente en las prácticas pedagógicas desarrolladas posteriormente en los escenarios escolares.

Por otra parte, el estudio evidencia diferencias institucionales relevantes en la manera en que la NOS es incorporada curricularmente. La Universidad Pedagógica Nacional presenta el mayor nivel de explicitud epistemológica, particularmente en relación con contenidos asociados a filosofía e historia de las ciencias. Este hallazgo sugiere una mayor consolidación de perspectivas reflexivas dentro de la formación docente, articuladas con enfoques pedagógicos críticos y con la construcción del conocimiento profesional del profesorado. En contraste, la Universidad de Córdoba configura una incorporación más transversal e implícita de la NOS, centrada especialmente en dimensiones sociocomunitarias y contextuales. La Universidad del Valle, por su parte, desarrolla una perspectiva integradora caracterizada por la articulación interdisciplinaria de las dimensiones epistemológicas, aunque con niveles diferenciados de profundidad entre categorías.

Estas diferencias permiten comprender que la incorporación curricular de la NOS no depende exclusivamente de lineamientos generales sobre formación científica, sino también de tradiciones institucionales, modelos pedagógicos y concepciones particulares sobre la enseñanza de las ciencias. En este sentido, el currículo universitario aparece como un espacio de disputa epistemológica en el que se definen las formas legítimas de comprender la ciencia y su enseñanza. Desde esta perspectiva, la NOS no constituye únicamente un contenido adicional dentro de la formación docente, sino una dimensión estructural que condiciona la manera en que los futuros profesores interpretan el conocimiento científico y construyen sus prácticas pedagógicas.

Asimismo, los hallazgos permiten identificar una tensión central entre la presencia discursiva de la NOS y su operacionalización curricular efectiva. Aunque los documentos institucionales analizados incluyen referencias frecuentes a pensamiento crítico, formación integral, ciudadanía y contextualización de la ciencia, dichas referencias no siempre se traducen en estrategias formativas explícitas orientadas al desarrollo epistemológico del profesorado. Esta situación coincide con los planteamientos de Kaya y Erduran (2020), quienes sostienen que muchas instituciones educativas reconocen conceptualmente la importancia de la NOS, pero continúan enfrentando dificultades para integrarla curricularmente de manera sistemática y evaluable.

En consecuencia, la NOS parece operar principalmente como un currículo implícito dentro de los programas analizados. Es decir, aunque las dimensiones epistemológicas aparecen dispersas en diferentes componentes curriculares, no logran consolidarse plenamente como un eje estructural articulador de la formación docente. Esta característica limita las posibilidades de evaluación, seguimiento y apropiación crítica de la NOS por parte de los futuros profesores, reproduciendo en muchos casos modelos fragmentarios de comprensión científica.

Desde la didáctica de las ciencias, estos resultados refuerzan la necesidad de avanzar hacia modelos de formación docente que integren explícitamente las dimensiones histórica, filosófica y sociológica de la ciencia como componentes constitutivos del currículo. Tal como señalan Izquierdo y Adúriz-Bravo (2013), la enseñanza de las ciencias requiere reconocer que el conocimiento científico escolar constituye una reconstrucción didáctica condicionada por factores epistemológicos, culturales y pedagógicos. Por ello, fortalecer la presencia estructural de la NOS implica no solo incorporar contenidos epistemológicos aislados, sino transformar las formas en que se concibe la enseñanza científica en los programas universitarios.

En términos metodológicos, el estudio también aporta elementos relevantes para la investigación en educación científica. La aplicación de la Matriz de Análisis Documental Categorical de la Naturaleza de la Ciencia (MAD-C-NOS) permitió desarrollar una aproximación sistemática para identificar niveles de presencia, explicitud y organización curricular de la NOS en documentos universitarios. Este instrumento constituye una contribución potencial para futuras investigaciones orientadas al análisis curricular de programas de formación docente en ciencias naturales, especialmente en contextos latinoamericanos donde aún son limitados los estudios comparativos sobre epistemología y currículo.

Finalmente, se concluye que la Naturaleza de la Ciencia se encuentra presente en los programas analizados, aunque predominantemente como un marco transversal e implícito más que como un eje curricular explícitamente estructurado. Si bien las universidades evidencian avances importantes en la comprensión de la ciencia como práctica social y contextual, persisten desafíos relacionados con la sistematicidad de la formación epistemológica, particularmente en las dimensiones histórica y filosófica. En consecuencia, fortalecer la incorporación curricular de la NOS representa un desafío central para la formación inicial del profesorado de ciencias naturales, especialmente en escenarios educativos que buscan

promover alfabetización científica crítica, pensamiento reflexivo y comprensión contextualizada del conocimiento científico.

A partir de estos hallazgos, futuras investigaciones podrían ampliar el análisis hacia las prácticas pedagógicas desarrolladas por docentes en formación, permitiendo contrastar las estructuras curriculares declaradas con las dinámicas reales de enseñanza de las ciencias en contextos escolares. Asimismo, resulta pertinente profundizar en estudios orientados a evaluar cómo las concepciones epistemológicas construidas durante la formación inicial influyen posteriormente en las prácticas profesionales del profesorado de ciencias naturales.

Declaración de conflicto de interés

Yo, Efraín David Medina Galindo, declaro que no tengo ningún conflicto de interés financiero, académico, institucional ni personal relacionado con el desarrollo, análisis y publicación de la presente investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Efraín David Medina Galindo: conceptualización, diseño metodológico, curación de datos, análisis formal, investigación, administración del proyecto, validación, visualización de datos, redacción del borrador original y revisión final del manuscrito.

Carlos Javier Mosquera Suárez (asesor de tesis) : supervisión académica, validación conceptual y revisión crítica del manuscrito.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que utilizaron herramientas de inteligencia artificial únicamente como apoyo complementario en procesos de corrección de estilo, organización textual y revisión lingüística del manuscrito. No obstante, dichas herramientas no sustituyeron en ningún momento el proceso intelectual, analítico, interpretativo ni investigativo desarrollado durante la elaboración del artículo.

Asimismo, los autores manifiestan que la conceptualización de la investigación, el diseño metodológico, el análisis de la información, la interpretación de resultados y la construcción académica del manuscrito corresponden a un trabajo intelectual propio y original. De igual manera, después de realizar revisiones y verificaciones académicas pertinentes, se reconoce que el presente trabajo no constituye una reproducción automática generada por inteligencia artificial, ni ha sido publicado previamente en plataformas electrónicas o sistemas automatizados de generación de contenido.

REFERENCIAS

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353–374.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.629013>
- Adúriz-Bravo, A. (2012). La naturaleza de la ciencia y la enseñanza de las ciencias: Aportes de la epistemología y la historia de la ciencia a la didáctica de las ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 394–411.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i3.02
- Allchin, D. (2022). Evaluating knowledge of the nature of science. *Science Education*, 106(2), 234–256. <https://doi.org/10.1002/sce.21679>
- Apple, M. W. (2008). *Ideología y currículo* (3.ª ed.). Akal.
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI Editores.
- Bardin, L. (2011). *Análisis de contenido* (2.ª ed.). Akal.
- Bernstein, B. (1990). *Poder, educación y conciencia*. El Roure.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

- Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2021). Students' views of nature of science: A critical review. *Research in Science Education*, 51, 1143–1163.
<https://doi.org/10.1007/s11165-019-09900-1>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The Sage handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.
- Fourez, G. (2008). *Alfabetización científica y tecnológica*. Colihue.
- García-Carmona, A. (2021). The nature of science in the Spanish literature on science education: A systematic review covering the last decade. *Revista de Educación*, 394, 231–258. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-394-507>
- Gallego Badillo, R. (2004). *Discurso constructivista sobre las tecnologías*. Magisterio.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Sense Publishers.
- Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2013). Didáctica de las ciencias y naturaleza de la ciencia: Una relación necesaria para la formación del profesorado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 282–297.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i3.04
- Kaya, E., & Erduran, S. (2020). Integrating epistemology into science teacher education: The role of the nature of science. *Science & Education*, 29, 1009–1032.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. En S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Lawrence Erlbaum Associates.

Lederman, N. G. (2023). Nature of science: Past, present, and future. En S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Routledge.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE.

Martínez-Pérez, L. F., et al. (2022). Formación docente en ciencias en América Latina: Retos y perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1101

Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge.

McComas, W. F. (2020). Principal elements of nature of science: Informing science teaching while dispelling the myths. En W. F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction* (pp. 35–65). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_3

Mora Penagos, W. M. (2014). Educación en ciencias y formación docente: Reflexiones epistemológicas y didácticas. *Revista TED*, 36, 15–32.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). SAGE.

Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó.

Quintanilla, M. (2012). Enseñanza de las ciencias, naturaleza de la ciencia y alfabetización científica. *Revista de Educación en Ciencias*, 14(2), 7–20.

Sacristán, J. G. (1998). *El currículo: Una reflexión sobre la práctica*. Morata.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

<https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

Stake, R. E. (1999). *The art of case study research*. SAGE.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.

Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). SAGE.