

PROYECTO DE TESIS DOCTORAL

PRACTICAS CIENTÍFICAS DE INDAGACIÓN, MODELIZACIÓN Y ARGUMENTACIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Doctorando:

Francis Moreno Otero

Directores:

Dra. Sandra Milena Forero Diaz

Dr. Yair Alexander Porras Contreras

Introducción

La formación inicial de profesores constituye uno de los pilares para el fortalecimiento de los sistemas educativos, debido a que en ella se configuran las concepciones, conocimientos y prácticas que orientarán el ejercicio profesional de quienes asumirán la enseñanza de las nuevas generaciones. En el campo de la educación en ciencias, y particularmente en la formación inicial de profesores de física, este proceso adquiere una relevancia especial, ya que demanda no solo el dominio de los contenidos disciplinares, sino también la comprensión de la ciencia como una actividad de construcción, validación y comunicación del conocimiento.

Durante las últimas décadas, la investigación en didáctica de las ciencias ha cuestionado los modelos de formación centrados exclusivamente en la transmisión de contenidos, proponiendo enfoques que reconocen la importancia de involucrar a los futuros docentes en prácticas propias de la actividad científica. En este contexto, la indagación, la modelización y la argumentación han sido identificadas como prácticas fundamentales para favorecer el desarrollo del pensamiento científico y para comprender la naturaleza del conocimiento desde una perspectiva dinámica, crítica y contextualizada.

La presente investigación doctoral se desarrolla en la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional y busca comprender cómo estas prácticas científicas se configuran, articulan y resignifican durante la formación inicial del profesorado. Su propósito es aportar elementos teóricos y metodológicos que contribuyan al fortalecimiento de los procesos formativos y a la consolidación de propuestas curriculares que integren de manera explícita las prácticas científicas como eje estructurante de la formación docente.

Contexto del problema

La formación inicial de profesores de física enfrenta actualmente el reto de superar modelos tradicionales de enseñanza que privilegian la transmisión de contenidos conceptuales por encima de la comprensión de los procesos mediante los cuales se produce el conocimiento científico. Aunque la investigación internacional reconoce que aprender ciencias implica participar en prácticas como la indagación, la modelización y la argumentación, diversos estudios muestran que estas suelen

incorporarse de forma fragmentada y desarticulada dentro de los programas de formación docente.

En el contexto colombiano, y particularmente en la Universidad Pedagógica Nacional, la Licenciatura en Física ha consolidado una trayectoria orientada a integrar componentes disciplinares, pedagógicos y didácticos. Sin embargo, persisten interrogantes acerca de la manera en que las prácticas científicas se desarrollan a lo largo del currículo y sobre el papel que desempeñan las concepciones de profesores formadores y profesores en formación en dicho proceso.

Un estudio exploratorio realizado con egresados del programa permitió identificar que, si bien reconocen una sólida formación disciplinar, también evidencian tensiones entre los componentes científicos, pedagógicos y epistemológicos del currículo. Los participantes señalaron que la indagación suele reducirse a prácticas experimentales de comprobación; la modelización se limita con frecuencia al uso de ecuaciones y formalismos matemáticos; y la argumentación aparece principalmente como sustentación de resultados, sin constituirse en un proceso de construcción colectiva del conocimiento. Estas situaciones dificultan posteriormente la transferencia de los aprendizajes universitarios a los escenarios reales de enseñanza.

En consecuencia, se identifica la necesidad de comprender cómo se configuran estas prácticas durante la formación inicial y qué factores favorecen o limitan su integración, con el propósito de aportar elementos que permitan fortalecer la formación de futuros profesores de física.

Problema de investigación

A pesar del reconocimiento que la literatura especializada otorga a las prácticas científicas como componente esencial de la alfabetización científica y de la formación docente, aún existe escasa evidencia sobre la forma en que estas se integran en los programas de formación inicial de profesores de física, especialmente en el contexto colombiano.

Las investigaciones disponibles muestran que las prácticas de indagación, modelización y argumentación suelen desarrollarse de manera aislada, subordinadas al aprendizaje de contenidos conceptuales y desvinculadas de los procesos de construcción del conocimiento científico. Adicionalmente, las concepciones epistemológicas y pedagógicas de profesores formadores y estudiantes influyen significativamente en la manera como dichas prácticas son comprendidas, implementadas y resignificadas durante la formación profesional.

En este escenario, la investigación se orienta por la siguiente pregunta:

¿Cómo se configuran, articulan y resignifican las prácticas científicas de indagación, modelización y argumentación en los procesos de formación inicial de profesores de física en la Universidad Pedagógica Nacional?

Para responder este interrogante se propone analizar la presencia de estas prácticas en el currículo, comprender las concepciones de profesores formadores y profesores en formación inicial, identificar las tensiones y potencialidades que emergen durante su implementación y aportar lineamientos que contribuyan al fortalecimiento de la formación inicial del profesorado de física.

Marco referencial

La investigación se fundamenta en dos ejes conceptuales estrechamente relacionados, la formación inicial de profesores de ciencias y las prácticas científicas de indagación, modelización y argumentación.

Desde la perspectiva de la formación docente, se asume que aprender a enseñar ciencias implica construir conocimiento profesional que articule saberes disciplinares, pedagógicos y didácticos (Shulman, 1986; Tardif, 2004). En este sentido, las concepciones que los futuros profesores desarrollan durante su formación influyen directamente en las prácticas educativas que posteriormente implementarán.

El concepto de prácticas científicas se aborda desde los planteamientos del *National Research Council* (2012), Kelly (2008), Osborne (2014) y Erduran y Dagher (2014), quienes entienden la ciencia como una actividad social y epistémica caracterizada por la formulación de preguntas, la elaboración de modelos, el análisis de evidencias y la construcción de argumentos. Esta perspectiva supera visiones centradas exclusivamente en el método científico y reconoce que el conocimiento se construye mediante procesos colectivos de interpretación y validación.

La indagación se comprende como un proceso de formulación de problemas, búsqueda de evidencias y construcción de explicaciones; la modelización como la elaboración, utilización y revisión de representaciones que permiten explicar fenómenos físicos; y la argumentación como la capacidad de justificar afirmaciones utilizando evidencias y razonamientos científicos. Estas tres prácticas son entendidas como procesos complementarios que, al articularse, favorecen el desarrollo del pensamiento científico y de competencias profesionales para la enseñanza de las ciencias.

Finalmente, la investigación incorpora el estudio de las concepciones de profesores formadores y profesores en formación inicial, entendidas como estructuras cognitivas que orientan la interpretación de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, influyendo en la configuración de las prácticas educativas.

Metodología

La investigación adopta un enfoque mixto mediante un estudio de caso múltiple de carácter exploratorio y descriptivo, desarrollado en la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Este diseño permite comprender de manera contextualizada cómo se integran las prácticas científicas en diferentes escenarios académicos del programa y cómo dicha integración contribuye a la formación de los futuros profesores.

Las unidades de análisis corresponden a distintos espacios curriculares de la licenciatura, seleccionados mediante muestreo intencional por su relevancia en la formación disciplinar y didáctica. Participarán profesores formadores, estudiantes de diferentes niveles de formación y diversos cursos representativos del plan de estudios.

La recolección de información combinará entrevistas semiestructuradas, observaciones de clase, análisis documental de programas y materiales curriculares, así como cuestionarios dirigidos a profesores y estudiantes. La utilización de múltiples fuentes de información permitirá realizar procesos de triangulación metodológica que fortalezcan la validez de los resultados.

El análisis integrará procedimientos cualitativos y cuantitativos. La información cualitativa será organizada mediante procesos de codificación deductiva e inductiva y análisis temático, orientados a identificar categorías relacionadas con la integración de las prácticas científicas y las concepciones de los participantes. La información cuantitativa será analizada mediante estadística descriptiva para complementar la interpretación de los resultados.

Como aporte metodológico, la investigación propone una categorización de tres niveles (básico, moderado y alto) para valorar el grado de desarrollo de las prácticas de indagación, modelización y argumentación durante la formación inicial. Esta clasificación permitirá reconocer tanto la presencia como el nivel de articulación de dichas prácticas en los diferentes escenarios formativos.

Referencias

Astudillo, C., Bermúdez, G., Cano-Iglesias, M. J., Cebrián Robles, D., D'Alosio, F., España Naviera, P., et al. (2024). *Prácticas científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias*. Universidad Nacional de Córdoba.

Castiblanco, O. (2023). *La dimensión sociocultural de la didáctica de las ciencias: Desde la formación de profesores de física*. Editorial Universidad Distrital.

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Aique.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

Duschl, R. A., Schweingruber, H., & Shouse, A. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K–8*. National Academies Press.

Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Springer.

Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., & Torres de Gallego, L. N. (2004). Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: Un estudio a partir de programas acreditados. *Ciência & Educação*, 10(2), 219–234.

García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices. *Science & Education*, 29, 443–463.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., & Martínez-Terrades, F. (2000). La didáctica de las ciencias: Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En F. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 11–34). Marfil.

Giordan, A., & de Vecchi, G. (1995). *Los orígenes del saber: De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Díada.

Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Association for Science Education.

Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27–43.

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. En K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education: An International Course Companion* (pp. 69–80). Sense Publishers.

National Research Council. (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196.

Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2022). Educating critical citizens to face post-truth: The time is now. En B. Puig & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Critical Thinking in Biology and Environmental Education*. Springer.

Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudio de casos*. Morata.

Universidad Pedagógica Nacional. (2020). *Proyecto Educativo Institucional*. Universidad Pedagógica Nacional.

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). SAGE.