

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**TENSIONES DIDÁCTICAS EN LA
FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES: UN
ENFOQUE DESDE LAS COMPETENCIAS
MODELIZADORAS**

**PEDAGOGICAL TENSIONS IN INITIAL TEACHER
EDUCATION: A COMPETENCE MODELING APPROACH**

Bibiana Carolina González Ruiz
Universidad Santo Tomas

Rosa Nidia Tuay Sigua
Universidad Santo Tomas

Nelly Yolanda Céspedes Guevara
Universidad Santo Tomas



DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15570

Tensiones Didácticas en la Formación Inicial de Docentes: Un Enfoque desde las Competencias Modelizadoras

Bibiana Carolina González Ruiz¹

bibianacarolinagonzal@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2108-7451>

Universidad Santo Tomás

Colombia

Rosa Nidia Tuay Sigua

rosatuay@usta.edu.co

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

Universidad Santo Tomás

Colombia

Nelly Yolanda Céspedes Guevara

nellycespedes@usta.edu.co

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

Universidad Santo Tomás

Colombia

RESUMEN

El presente artículo analiza las tensiones didácticas que emergen en la formación inicial de docentes en ciencias naturales y educación ambiental, al implementar prácticas científicas modelizadoras. Estas tensiones fueron identificadas a partir de un análisis cualitativo de las respuestas a un cuestionario aplicado a futuros docentes que participaron en una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) diseñada bajo este enfoque. Se reconocieron cinco tensiones principales: la necesidad de contextualización en las actividades didácticas, la desconexión entre teoría y práctica, las dificultades en la interacción estudiante-docente, la limitada integración de recursos tecnológicos, y los desafíos en el uso de la modelización como herramienta de aprendizaje activo. El análisis revela que estas tensiones, lejos de ser obstáculos insuperables, representan oportunidades para fortalecer competencias modelizadoras esenciales en los docentes en formación, como diseñar actividades didácticas significativas, interpretar y validar modelos, y aplicar estos modelos en contextos educativos. Se discuten estrategias para superar estas tensiones, incluyendo la integración de tecnologías inmersivas, el diseño de experiencias participativas y contextualizadas, y el fortalecimiento de la interacción horizontal entre estudiantes y docentes. Este estudio aporta criterios pedagógicos y metodológicos que buscan transformar la formación inicial docente, promoviendo una enseñanza de las ciencias más relevante, crítica y conectada con las necesidades educativas contemporáneas.

Palabras clave: tensiones didácticas, formación inicial docente, competencias modelizadoras, modelización científica, enseñanza de ciencias

¹ Autor principal.

Correspondencia: bibianacarolinagonzal@gmail.com



Pedagogical Tensions in Initial Teacher Education: A Competence Modeling Approach

ABSTRACT

This article analyzes the didactic tensions that emerge in the initial training of teachers in natural sciences and environmental education when implementing scientific modeling practices. These tensions were identified through a qualitative analysis of responses to a questionnaire administered to prospective teachers who participated in a Teaching-Learning Sequence (TLS) designed under this approach. Five main tensions were recognized: the need for contextualization in teaching activities, the disconnect between theory and practice, difficulties in student-teacher interaction, the limited integration of technological resources, and challenges in using modeling as a tool for active learning. The analysis reveals that these tensions, far from being insurmountable obstacles, represent opportunities to strengthen essential modeling competencies in trainee teachers, such as designing meaningful teaching activities, interpreting and validating models, and applying these models in educational contexts. Strategies to overcome these tensions are discussed, including the integration of immersive technologies, the design of participatory and contextualized experiences, and the strengthening of horizontal interaction between students and teachers. This study provides pedagogical and methodological criteria aimed at transforming initial teacher training, promoting science teaching that is more relevant, critical, and connected to contemporary educational needs.

Keywords: didactic tensions, initial teacher training, modeling competencies, scientific modeling, science teaching

Artículo recibido 02 diciembre 2024

Aceptado para publicación: 28 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

Para la presente investigación se tomó como referencia el artículo “Formación inicial de docentes de ciencia: posibles aportes y tensiones de la modelización” de Espeja et al. (2022). Este estudio se llevó a cabo con futuros docentes de primaria (en Cataluña) y de secundaria (en Chile) y permitió identificar cuatro tensiones emergentes derivadas de las percepciones de los docentes en formación participantes.

El interés por abordar esta temática surge de la identificación de retos significativos que enfrenta la formación inicial de docentes en ciencias naturales en un contexto educativo cada vez más complejo. Este contexto está marcado por la necesidad de preparar ciudadanos críticos y reflexivos capaces de abordar problemáticas globales como el cambio climático, las desigualdades sociales y el avance tecnológico. En este escenario, las prácticas científicas modelizadoras han emergido como herramientas potentes para transformar la enseñanza tradicional en un proceso activo y reflexivo que conecta el conocimiento científico con aplicaciones prácticas.

Se comparte la idea de que la implementación de estas prácticas en la formación inicial docente no está exenta de tensiones. Entre los principales desafíos se encuentran las barreras metodológicas, la necesidad constante de articular la teoría con la práctica, y la limitada contextualización en las actividades didácticas, factores que dificultan su integración efectiva en los programas formativos. Estos desafíos reflejan vacíos en el conocimiento y la práctica pedagógica que esta investigación busca abordar.

El presente estudio se sustenta en el marco teórico de la modelización científica, entendida como el proceso de construir, analizar y validar modelos para representar fenómenos naturales (Gilbert & Justi, 2016). Diversos autores, como Chamizo (2013) y Schwarz et al. (2009), destacan que la modelización no solo fomenta habilidades científicas, sino que también promueve un aprendizaje significativo al permitir la construcción activa del conocimiento.

En este sentido, se reconoce que "los modelos y la modelización proporcionan rutas didácticas para la contextualización de fenómenos, conducentes a la explicación de los procesos de adquisición del conocimiento científico" (Tuay & Céspedes, 2017, p. 4325). Este enfoque permite a los estudiantes resignificar conceptos científicos en contextos reales, estableciendo conexiones significativas entre teoría y práctica.



Además, estudios como el de González et al. (2016) destacan la importancia de involucrar a los estudiantes en actividades prácticas que vinculen conceptos abstractos con aplicaciones concretas. Así mismo, Furci y Adúriz-Bravo (2023) plantean que "la configuración didáctica se define como la manera particular que despliega el docente para favorecer los procesos de construcción del conocimiento, implicando una construcción elaborada que articula teoría y práctica" (p. 160). Este enfoque enfatiza la relevancia de diseñar estrategias didácticas que no solo aborden contenidos disciplinares, sino que también integren prácticas reflexivas.

En este contexto, este trabajo analiza las tensiones didácticas que emergen en la formación inicial docente durante la implementación de prácticas modelizadoras. Basado en un enfoque cualitativo, el estudio identifica desafíos clave en las interacciones estudiante-docente, la integración de tecnologías y la conexión entre teoría y práctica. Asimismo, propone criterios que orienten la formación docente hacia una enseñanza de las ciencias más reflexiva, contextualizada y efectiva.

El objetivo principal de esta investigación es aportar estrategias que permitan superar las tensiones identificadas, fortaleciendo competencias modelizadoras esenciales para que los futuros docentes puedan diseñar e implementar prácticas pedagógicas que conecten los contenidos científicos con las necesidades y realidades de sus estudiantes. Este análisis no solo busca enriquecer la didáctica de las ciencias, sino también contribuir a una formación docente alineada con los desafíos educativos del siglo XXI.

METODOLOGÍA

El presente estudio adoptó un enfoque cualitativo, basado en un diseño exploratorio-descriptivo, con el propósito de identificar y analizar las tensiones didácticas emergentes en la formación inicial de docentes en ciencias naturales y educación ambiental tras la implementación de prácticas científicas modelizadoras. Este enfoque permite explorar las experiencias y percepciones de los participantes, aportando profundidad al análisis de los desafíos enfrentados.

La población del estudio estuvo compuesta por 53 estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de dos universidades colombianas, seleccionados de manera intencional. Estos participantes estaban cursando seminarios de Práctica Docente II y Práctica Pedagógica e Investigativa Disciplinar, correspondientes a los octavo y noveno semestres respectivamente. La muestra incluyó



únicamente a quienes participaron activamente en una Secuencia Enseñanza-Aprendizaje (SEA) diseñada bajo el enfoque de la modelización científica.

La SEA se diseñó con el objetivo de fomentar competencias modelizadoras en docentes en formación inicial, centrándose en el impacto ambiental asociado al uso de la energía (López-Simó & Couso, 2022). Las etapas de la SEA, basadas en el ciclo de modelización propuesto por Couso Lagarón (2020), incluyeron:

Reconocer la necesidad de un modelo: Reflexión inicial mediante imágenes, frases clave y textos sobre el impacto ambiental.

Expresar y usar un modelo inicial: Elaboración de modelos gráficos y textuales relacionados con el Fracking, evaluando ventajas, desventajas e impactos ambientales.

Evaluar el modelo: Análisis de textos y afirmaciones clave para ajustar el modelo inicial.

Revisar el modelo: Discusión colaborativa para identificar mejoras.

Consensuar un modelo final: Creación de un modelo grupal integrado

Aplicar el modelo: Uso del modelo final para analizar fenómenos relacionados con energías renovables.

Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario semiabierto adaptado de Soto Alvarado (2019), orientado a indagar sobre las actividades más útiles, dificultades percibidas y sugerencias de mejora. Las respuestas fueron analizadas mediante codificación y categorización temática, lo que permitió identificar patrones y tensiones recurrentes en las experiencias reportadas.

En cuanto a las consideraciones éticas, se garantizó el consentimiento informado de los participantes, asegurando la confidencialidad de sus respuestas, codificadas como DFI1, DFI2, DFI3, etc. Como limitaciones, se identificó el reducido tamaño de la muestra y su restricción a un único contexto educativo, limitando la generalización de los hallazgos.

El rigor metodológico se sustentó en la triangulación de datos y el análisis reflexivo de las experiencias reportadas, proporcionando una comprensión robusta de las tensiones didácticas y sus implicaciones en la formación inicial docente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en los cuestionarios permitió identificar cinco tensiones didácticas principales en la implementación de prácticas modelizadoras en la formación inicial docente.

Tensión 1: Necesidad de contextualización en actividades

La contextualización de las actividades es esencial para promover un aprendizaje significativo y desarrollar competencias modelizadoras en los futuros docentes de ciencias naturales. Estas competencias, que incluyen la capacidad de interpretar, construir, evaluar y aplicar modelos científicos (Chiu & Lin, 2019), son fundamentales para conectar conceptos complejos, como la energía y su impacto ambiental, con situaciones concretas y cercanas a los estudiantes.

Los resultados del cuestionario destacaron esta tensión como prioritaria. Las respuestas indicaron que, aunque las actividades de la Secuencia Escolar de Aprendizaje (SEA) son valiosas, los docentes en formación enfrentan dificultades para contextualizarlas en los entornos socioculturales y cotidianos de sus estudiantes. Esto resalta la necesidad de adaptar los modelos científicos a realidades locales, lo que permite analizar fenómenos específicos y diseñar estrategias didácticas efectivas.

Citas de los participantes:

“La actividad que más me sirvió fue la de ilustración, porque entender estos temas es mucho más sencillo cuando se relacionan con concepciones previas y contextos visuales” (DFI2).

“Hubiera sido interesante incluir dinámicas grupales que conectaran con situaciones del entorno local o problemáticas concretas” (DFI8).

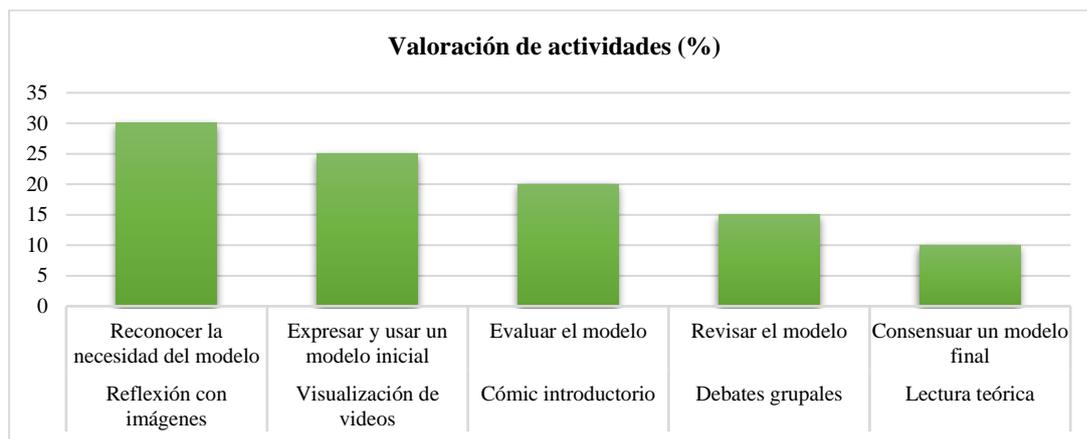
“Una actividad sobre energía podría resultar abstracta si no se vincula con situaciones concretas como el consumo energético en los hogares o problemas locales relacionados con el uso de recursos naturales” (DFI12).

“Diseñar actividades contextualizadas permite que los estudiantes relacionen los conceptos científicos con sus experiencias personales, lo que facilita el aprendizaje significativo y fortalece la competencia de representar fenómenos mediante modelos científicos” (DFI7).



El análisis mostró que más del 60% de los participantes valoraron positivamente actividades relacionadas con imágenes, cómics o discusiones grupales (Gráfica 1). En contraste, las actividades puramente teóricas o descontextualizadas fueron menos valoradas.

Gráfica 1. Análisis de las actividades de la SEA valoradas por los docentes en formación, alineadas con el ciclo de modelización.



Reflexión con imágenes (Reconocer la necesidad de un modelo): Esta actividad fue la más valorada por los participantes. Su objetivo principal es activar conocimientos previos y motivar la identificación de fenómenos o problemas que necesitan ser modelados. Este paso inicial en el ciclo de modelización permite contextualizar los conceptos científicos y establecer el propósito del modelo.

Visualización de videos (Expresar y usar un modelo inicial): La segunda actividad más valorada, enfocada en ayudar a los estudiantes a construir representaciones iniciales de fenómenos científicos a partir de recursos visuales. Los videos facilitan la interpretación de conceptos abstractos y el desarrollo de habilidades iniciales de modelización.

Cómic introductorio (Evaluar un modelo): Esta actividad, valorada por el 20% de los participantes, fomenta la evaluación crítica de modelos científicos. A través de narrativas visuales, los estudiantes reflexionan sobre las fortalezas y limitaciones de un modelo en relación con la realidad que representa.

Debates grupales (Revisar y ajustar un modelo): Los debates grupales permiten a los participantes revisar y mejorar modelos científicos basándose en discusiones colaborativas. Aunque menos valorada, esta actividad es esencial para fomentar el pensamiento crítico y la interacción activa entre estudiantes.

Lecturas teóricas (Consensuar un modelo final): La actividad con menor porcentaje de preferencia, asociada con la etapa final del ciclo de modelización. Aunque proporciona una base teórica sólida, los participantes percibieron que requiere complementarse con actividades más dinámicas para fortalecer su utilidad en la práctica.

Para que los futuros docentes desarrollen plenamente competencias como la construcción y aplicación de modelos, es necesario fortalecer su habilidad para contextualizar los aprendizajes. Esto implica identificar problemáticas locales, como el impacto ambiental en su región, y utilizarlas como base para construir modelos científicos relevantes.

Promover estas habilidades durante la formación inicial docente contribuye a preparar a los futuros educadores para abordar los retos de la enseñanza de las ciencias en un mundo globalizado, pero con un enfoque situado y crítico.

La necesidad de contextualización coincide con la literatura previa, que enfatiza la importancia de conectar conceptos científicos con la vida cotidiana para facilitar el aprendizaje significativo (Chamizo, 2013). Este estudio refuerza que la contextualización es clave para desarrollar competencias modelizadoras, permitiendo a los docentes representar fenómenos en escenarios concretos y fomentar la transferencia del conocimiento al mundo real.

Tensión 2: Relación insuficiente entre teoría y práctica:

La integración entre teoría y práctica es fundamental para la enseñanza de las ciencias y el desarrollo de competencias modelizadoras en los docentes en formación. Estas competencias, que incluyen la capacidad de construir, evaluar y aplicar modelos científicos, dependen de actividades que conecten los conceptos abstractos con experiencias concretas y situadas. Sin embargo, los resultados del cuestionario reflejan que los futuros docentes perciben desafíos a la hora de establecer esta relación en su proceso formativo.

Citas de los participantes:

“La teoría y la práctica deben ir de la mano, no separadas” (DFI1).

“Las dinámicas deberían estar más conectadas con problemas del territorio para ayudarnos a explicar mejor” (DFI 42).



Las respuestas obtenidas muestran que, aunque las actividades abordadas permitieron profundizar en los conceptos teóricos, algunos participantes sintieron la necesidad de contar con más espacios para aplicar y reflexionar sobre estos conocimientos en contextos reales. Esto no solo consolida el conocimiento científico, sino que también fomenta la construcción y aplicación de modelos en escenarios diversos, como el análisis de problemáticas ambientales regionales o actividades de campo. A partir de los resultados del cuestionario, se puede observar la valoración de actividades que integran en mayor o menor medida la teoría y la práctica (Gráfica 2) (Tabla 1).

Gráfica 2: valoración de actividades que integran en mayor o menor medida la teoría y la práctica

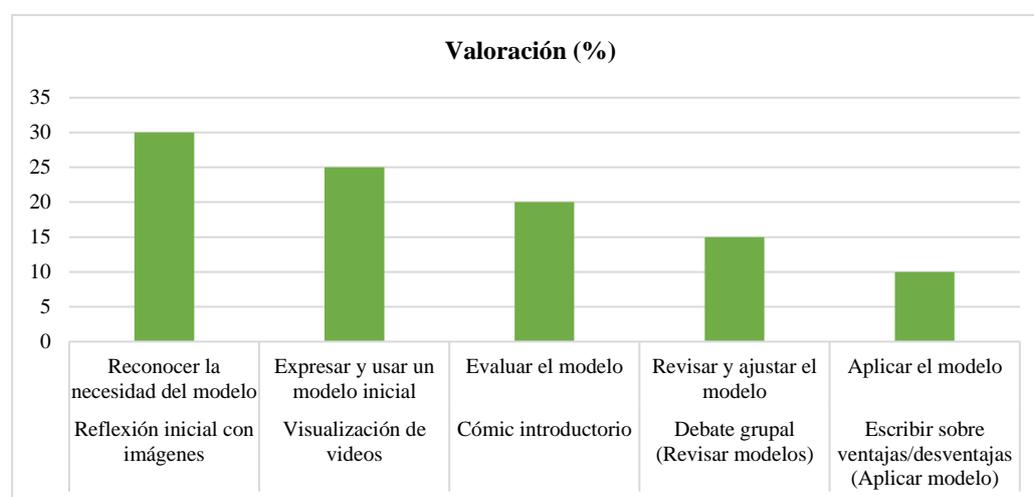


Tabla 1. Valoración de actividades en la Secuencia Escolar de Aprendizaje (SEA) según su contribución al desarrollo del ciclo de modelización científica y su nivel de relación teoría-práctica."

Actividad de la SEA	Nivel de Relación Teoría-Práctica	Fase del Ciclo de Modelización
Reflexión inicial con imágenes	Media	Reconocer la necesidad del modelo
Visualización de videos	Media-Alta	Expresar y usar un modelo inicial
Cómic introductorio	Baja-Media	Evaluar el modelo
Debate grupal	Alta	Revisar y ajustar el modelo
Escribir sobre ventajas/desventajas	Alta	Aplicar el modelo

Relación con el ciclo de modelización

Reflexión inicial con imágenes (Reconocer la necesidad del modelo): Esta actividad permite que los estudiantes identifiquen un problema o fenómeno que requiere ser modelado, generando preguntas iniciales y activando conocimientos previos. Su valoración del **30%** y nivel de relación **media** destaca su utilidad para conectar el contexto con el contenido teórico.

Visualización de videos (Expresar y usar un modelo inicial): A través de recursos visuales, los docentes en formación comienzan a proponer representaciones iniciales de los fenómenos. Su valoración del **25%** y relación **media-alta** reflejan su capacidad para conectar los conceptos teóricos con representaciones visuales aplicables.

Cómic introductorio (Evaluar el modelo): Esta actividad fomenta una reflexión inicial y permite evaluar los modelos construidos, identificando fortalezas y debilidades. Su valoración del **20%** y relación **baja-media** señalan la necesidad de un mayor vínculo práctico.

Debate grupal (Revisar y ajustar el modelo): Mediante la discusión, los futuros docentes revisan, ajustan y fortalecen sus modelos científicos, lo que favorece un aprendizaje colaborativo. Su valoración del **15%** y relación **alta** subraya su importancia en la integración entre teoría y práctica.

Escribir sobre ventajas/desventajas (Aplicar el modelo): Esta actividad culmina con la aplicación de los modelos en contextos específicos, permitiendo a los docentes validar sus representaciones y reflexionar sobre sus implicaciones. Aunque su valoración es del **10%**, su nivel de relación con la práctica es **alta**, lo que resalta su aporte al desarrollo de competencias modelizadoras.

Por tanto, los hallazgos evidencian una necesidad formativa: fortalecer las habilidades de los futuros docentes para contextualizar y aplicar la teoría en espacios prácticos, promoviendo el desarrollo pleno de sus competencias modelizadoras. La práctica, entendida como un espacio de construcción y validación de modelos, se convierte en una herramienta poderosa para acercar el conocimiento científico a la realidad y preparar a los futuros educadores para enfrentar los desafíos del aula y del contexto local.

La desconexión entre teoría y práctica es una barrera ampliamente documentada en la formación docente (Gilbert & Justi, 2016). Este trabajo destaca que las prácticas deben diseñarse de manera que

integren ambas dimensiones de forma equilibrada, fomentando el pensamiento crítico y la aplicación práctica de los conceptos científicos.

Tensión 3: Dificultades en la interacción estudiante-docente

La interacción entre estudiantes y docentes es un elemento clave en el aprendizaje significativo y en el desarrollo de competencias modelizadoras. Este tipo de interacción debe ir más allá de la transmisión unidireccional de conocimientos, transformándose en un espacio de diálogo horizontal donde ambas partes puedan reflexionar, construir y evaluar modelos científicos de manera colaborativa. Los resultados del cuestionario destacan que los participantes valoran las dinámicas de interacción como un componente esencial para potenciar el aprendizaje.

Citas de los participantes:

“Los estudiantes necesitan sentirse valorados para participar activamente” (DFI9).

“La interacción efectiva entre estudiantes y docentes es clave para construir un ambiente de aprendizaje participativo” (DFI22).

“Hace falta que las explicaciones se den de forma participativa, porque no siempre se logra expresar lo que se piensa o se entiende” (DFI28).

“En algunos momentos, la interacción es muy formal, lo que limita las discusiones abiertas entre compañeros y el docente” (DFI45).

“Es bueno que se den espacios de intercambio, donde los estudiantes podamos expresar nuestras ideas y debatirlas con los demás” (DFI46).

Relación con las competencias modelizadoras

Expresar modelos iniciales: La interacción es fundamental para que los estudiantes puedan verbalizar y representar sus ideas iniciales. Los espacios de intercambio fomentan que los futuros docentes compartan sus concepciones y generen propuestas colaborativas para construir modelos.



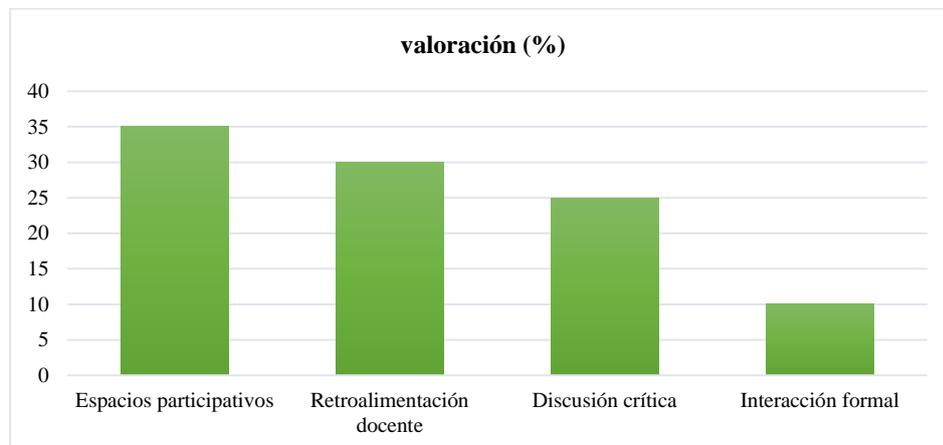
Revisar y ajustar modelos: La discusión crítica y la retroalimentación mutua entre estudiantes y docentes son esenciales para ajustar y fortalecer los modelos. Estos espacios de interacción reflexiva permiten evaluar las representaciones iniciales y transformarlas en modelos más robustos.

Evaluar modelos: El proceso de evaluar un modelo requiere diversidad de perspectivas, algo que se facilita mediante una interacción activa y plural. La integración de múltiples puntos de vista enriquece la comprensión y análisis de los fenómenos representados.

Aplicar modelos en contextos reales: La interacción activa permite que estudiantes y docentes identifiquen juntos cómo los modelos científicos pueden transferirse y aplicarse a problemas concretos del entorno, mejorando la relevancia y aplicabilidad del conocimiento adquirido.

La gráfica 3 representa cómo los DFI perciben la interacción entre estudiantes y docentes, distribuyendo las respuestas en cuatro categorías clave. Cada porcentaje indica la proporción de participantes que destacaron o valoraron cada tipo de interacción.

Gráfica 3: Distribución de las categorías de interacción Estudiante-Docente



Categoría de Interacción

Espacios participativos: Este es el tipo de interacción más valorado por los participantes. Los cuales hacen referencia a actividades en las que los estudiantes pueden compartir ideas, reflexionar, y trabajar de manera colaborativa con sus compañeros y docentes.

Retroalimentación docente: Fue valorada como un aspecto importante de la interacción. Los participantes destacaron la necesidad de recibir comentarios constructivos del docente, que les permitan mejorar su comprensión y desempeño.

Discusión crítica: Este porcentaje refleja la importancia de las actividades donde se promueve el análisis crítico y el debate. Los participantes valoraron las oportunidades para intercambiar ideas y cuestionar conceptos.

Interacción formal: Este es el tipo de interacción menos valorado. Asociada con dinámicas unidireccionales.

Los hallazgos refuerzan la necesidad de diseñar ambientes educativos que promuevan el diálogo horizontal y participativo, permitiendo que los futuros docentes desarrollen competencias esenciales para su labor profesional. Esto se alinea con Schwarz et al. (2009), quienes argumentan que la interacción efectiva es esencial para el desarrollo de competencias científicas y reflexivas.

Tensión 4: Limitada integración de recursos tecnológicos

La tecnología desempeña un papel crucial en la enseñanza de las ciencias, especialmente en el desarrollo de competencias modelizadoras. Herramientas como simulaciones, plataformas interactivas y aplicaciones digitales no solo facilitan la representación y evaluación de fenómenos complejos, sino que también permiten conectar conceptos teóricos con experiencias visuales y manipulativas.

Los resultados del cuestionario reflejan que, aunque los participantes valoraron las actividades tecnológicas implementadas, consideran que el uso de recursos tecnológicos más avanzados podría potenciar significativamente las prácticas de modelización y enriquecer la experiencia de aprendizaje:

Citas de los participantes:

“Integrar simulaciones digitales, aplicaciones de realidad aumentada y plataformas de aprendizaje inmersivo que permitan visualizar fenómenos científicos complejos” (DFI25).

“La incorporación de tecnologías modernas puede hacer más atractivas y comprensibles las actividades de modelización, fortaleciendo la competencia de representar fenómenos mediante herramientas digitales” (DFI51).

“Las herramientas digitales usadas fueron interesantes, pero me hubiera gustado tener acceso a simulaciones más completas para entender mejor algunos conceptos” (DFI33).

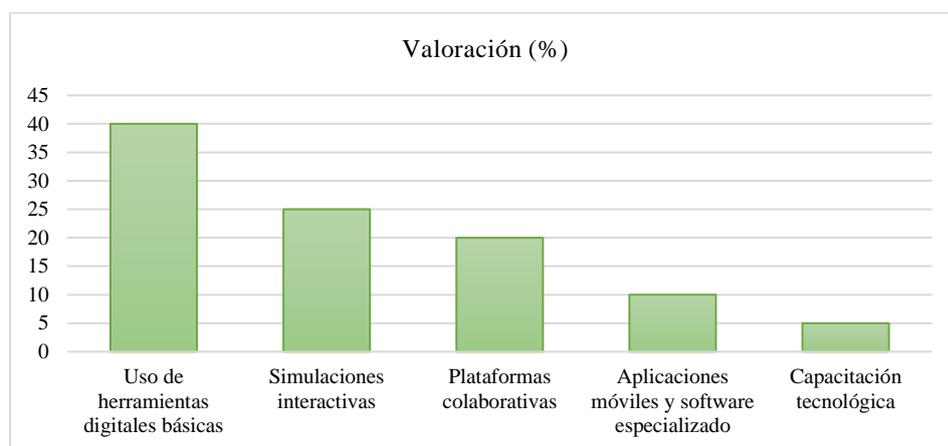
“Sería bueno incorporar plataformas donde podamos construir y probar modelos directamente, algo más práctico y visual” (DFI12).



"Los recursos tecnológicos ayudan mucho, pero siento que faltaron opciones interactivas para trabajar más en grupo" (DFI53).

En la gráfica 4 se muestra cómo los participantes perciben la **integración de recursos tecnológicos** en la formación docente, distribuyendo las respuestas en diferentes categorías. Cada porcentaje refleja la proporción de participantes que mencionaron o valoraron cada tipo de recurso tecnológico en el cuestionario.

Gráfica 4: valoración de la integración de recursos tecnológicos en la formación docente



Categoría de Recursos Tecnológicos

Uso de herramientas digitales básicas: Tecnologías básicas como presentaciones, videos y herramientas de búsqueda. Aunque valoradas, no son necesariamente innovadoras.

Simulaciones interactivas: Herramientas que permiten manipular variables y observar fenómenos en tiempo real, facilitando la comprensión de conceptos abstractos.

Plataformas colaborativas: Refleja el interés en herramientas que promuevan el aprendizaje colaborativo, como foros en línea, entornos de trabajo grupal y aplicaciones para compartir modelos o reflexiones.

Aplicaciones móviles y software especializado: Representa el uso de aplicaciones y programas diseñados para modelización o simulación científica. Aunque se valoran, su acceso o conocimiento podría ser limitado para los participantes.

Capacitación tecnológica: Señala la necesidad de una mayor formación en el uso de tecnologías avanzadas. Este porcentaje bajo sugiere que, aunque relevante, no es una prioridad inmediata para los participantes.

Relación con las competencias modelizadoras

Construcción de modelos: La tecnología permite a los docentes en formación crear representaciones dinámicas y precisas de fenómenos científicos. Herramientas como simuladores y software especializado facilitan que los estudiantes visualicen los efectos de variables en tiempo real, promoviendo una comprensión más profunda de los conceptos.

Evaluación y validación de modelos: Los recursos tecnológicos brindan espacios para evaluar modelos en escenarios virtuales, permitiendo comparar los resultados con datos reales o predicciones teóricas. Esto fomenta el análisis crítico y reflexivo en los futuros docentes.

Revisión y ajuste de modelos: Las plataformas digitales, al ofrecer entornos flexibles y colaborativos, permiten a los estudiantes realizar ajustes en sus modelos de manera rápida y eficiente, fortaleciendo su capacidad para revisar y optimizar representaciones científicas.

Aplicación de modelos en contextos reales: La integración de tecnologías inmersivas, como realidad aumentada o entornos virtuales, puede ayudar a los estudiantes a conectar sus modelos con situaciones reales, como la simulación de fenómenos ambientales o energéticos, reforzando la aplicabilidad del conocimiento adquirido.

La limitada integración de recursos tecnológicos en la formación inicial docente no refleja una carencia de intencionalidad, sino una oportunidad para enriquecer las experiencias de aprendizaje mediante herramientas avanzadas. La incorporación de tecnologías interactivas no solo potencia el desarrollo de competencias modelizadoras, sino que también prepara a los futuros docentes para enfrentar los desafíos de la enseñanza en un mundo cada vez más digitalizado y conectado. Al fortalecer este aspecto, se contribuye a una enseñanza más innovadora, reflexiva y contextualizada.

Tensión 5: Desafíos en el uso de la modelización para el aprendizaje activo

La modelización científica es una herramienta esencial en la enseñanza de las ciencias, ya que permite a los estudiantes construir, evaluar y aplicar modelos para interpretar fenómenos complejos. Sin embargo, las respuestas del cuestionario reflejan que los futuros docentes enfrentan desafíos para comprender y aplicar esta metodología, especialmente en actividades grupales. La falta de experiencia previa limita su capacidad para aprovechar el potencial de la modelización en el aprendizaje activo, sugiriendo la necesidad de mayor formación y guía en su implementación.



“La falta de formación en el uso de la modelización limita su potencial para promover el aprendizaje activo. Es necesario reforzar la capacitación docente en esta metodología, asegurando que puedan diseñar y guiar actividades donde los estudiantes construyan y evalúen modelos científicos de manera autónoma” (DFI20).

“Entender cómo funciona el proceso de modelización fue un reto, sobre todo cuando trabajábamos en equipo” (DFI11).

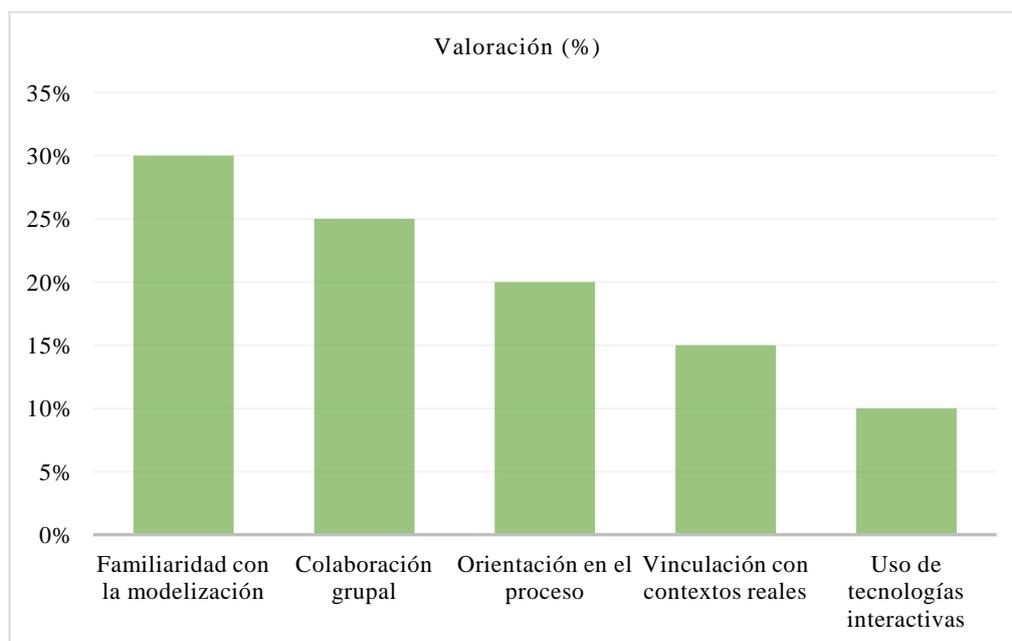
“Es interesante, pero hace falta más orientación para saber cómo usarla correctamente y aplicar los modelos a problemas reales” (DFI38).

“Hacer más dinámicas grupales que integren la modelización ayudaría mucho” (DFI3).

“Hubo momentos en los que no sabíamos cómo conectar nuestras ideas para construir un modelo grupal” (DFI48).

La gráfica 5 muestra la percepción de los participantes sobre los principales desafíos que enfrentan al utilizar la modelización científica. Cada barra representa una categoría de desafío identificada en las respuestas del cuestionario, y su longitud indica el porcentaje de participantes que mencionaron o valoraron cada desafío.

Gráfica 5: valoración de los DFI sobre los principales desafíos que enfrentan al utilizar la modelización científica.



Categorías de Desafíos

Familiaridad con la modelización: Este desafío refleja la falta de experiencia previa de los futuros docentes con la modelización científica. Muchos participantes indicaron dificultades para comprender cómo iniciar el proceso de modelización o cómo estructurar los modelos en un contexto educativo.

Colaboración grupal: La colaboración entre estudiantes es un aspecto crítico en la modelización, pero los participantes enfrentaron retos para coordinar ideas, distribuir responsabilidades y consensuar decisiones en actividades grupales.

Orientación en el proceso: Esta categoría destaca la necesidad de recibir guías claras que expliquen cada etapa del ciclo de modelización. La falta de orientación puede llevar a confusiones o a un progreso limitado en las actividades.

Vinculación con contextos reales: Aunque la modelización se enfoca en representar fenómenos científicos, los participantes señalaron que resulta complejo conectar los modelos creados con problemas reales o prácticos que sean relevantes para su entorno local o educativo.

Uso de tecnologías interactivas: Los participantes identificaron que la integración de herramientas tecnológicas avanzadas, como simuladores o aplicaciones interactivas, podría facilitar significativamente el proceso de modelización. La falta de acceso o conocimiento sobre estas tecnologías fue vista como una limitación.

Finalmente, los desafíos en el uso de la modelización como herramienta pedagógica reflejan la necesidad de reforzar la formación docente en este enfoque. Este estudio sugiere que talleres prácticos y actividades guiadas pueden ser estrategias efectivas para mejorar la comprensión y aplicación de la modelización en el aula.

CONCLUSIONES

El análisis de las tensiones didácticas en la formación inicial de docentes en ciencias naturales pone de manifiesto desafíos significativos que impactan tanto en las prácticas pedagógicas como en el desarrollo de competencias modelizadoras esenciales. Estas tensiones, lejos de ser únicamente obstáculos, representan oportunidades para transformar la enseñanza de las ciencias en un proceso más contextualizado, crítico y relevante.



La necesidad de contextualización en las actividades educativas destaca como un eje crucial. Diseñar estrategias que conecten los conceptos científicos con las realidades cotidianas no solo facilita la comprensión, sino que también permite a los estudiantes desarrollar habilidades para interpretar y aplicar modelos en contextos locales. Esto exige una planificación intencionada y adaptada a las características culturales y sociales de los estudiantes.

La desconexión entre teoría y práctica sigue siendo una barrera persistente. Este estudio refuerza la importancia de integrar ambas dimensiones en un equilibrio que permita una comprensión holística y aplicativa de los conceptos científicos. Asimismo, se debe fomentar un ambiente participativo que mejore las dinámicas estudiante-docente, fortaleciendo el aprendizaje colaborativo y reflexivo.

La incorporación de tecnologías emergentes, como simulaciones interactivas o realidad aumentada, se perfila como una estrategia prometedora para enriquecer la enseñanza de la modelización. Sin embargo, su implementación requiere formación específica para garantizar su adecuada utilización en contextos educativos.

Finalmente, este trabajo plantea interrogantes para investigaciones futuras, como: ¿Cuáles son las mejores estrategias para formar a los futuros docentes en el uso de tecnologías para la modelización? ¿Cómo se pueden diseñar actividades que integren teoría y práctica de manera más efectiva? Estas preguntas abren la puerta a nuevas exploraciones que complementen y amplíen los hallazgos aquí presentados.

Abordar estas tensiones desde un enfoque práctico permitirá construir una educación científica que no solo forme en contenidos, sino que también promueva el pensamiento crítico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chamizo, J. A. (2013). Sobre la naturaleza de los modelos y la modelización en la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 184-198.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensn_divulg_cienc.2013.v10.i2.05

Couso Lagarón, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. *Fundación Lily*, 63-74.



- Espeja, A., Alvarado, M., & Lagarón, D. (2022). Formación inicial de docentes de ciencia: posibles aportes y tensiones de la modelización. *Revista Latinoamericana de Educación en Ciencias Naturales*, 14(3), 225-240.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>
- González, B. C., Prieto, D. A., & García, Á. M. (2016). Aprendizaje de la transformación de movimiento circular a lineal a partir del diseño de juguetes: Un estudio soportado en modelización con niños en primaria. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número Extraordinario, 457-464.
- López-Simó, V., & Couso, D. (2022). Un currículo operativo con 10 ideas clave sobre energía para construir a lo largo de la escolaridad. *Revista Eureka*, 19(3).
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Furci, V., & Adúriz-Bravo, A. (2023). Configuraciones didácticas y enseñanza de la física basada en modelos y modelización: Un estudio de casos en escuela secundaria técnica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 36(Extraordinario), 157-166.
- Soto Alvarado, J. M. (2019). Influencia de una propuesta formativa centrada en la modelización en la evolución del modelo científico escolar de energía en futuros docentes de física y matemáticas. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 1-474.
- Tuay, R. N., & Céspedes, N. Y. (2017). Modelos y modelización como estrategia didáctica para abordar la dualidad onda-partícula. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extraordinario, 4325-4330.

