

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PEDAGÓGICO PARA FAVORECER LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE

IMPLEMENTATION OF A PEDAGOGICAL MODEL TO FOSTER THE CONSTRUCTION OF SPECIALIZED KNOWLEDGE FOR TEACHING MATHEMATICS IN PRESERVICE TEACHERS

Artículo recibido el: 10/23/2025

Artículo aceptado el: 1/26/2026

Rubén Esteban Escobar Sánchez*

*Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-1248-1093>

rescobar52@uan.edu.co

Mabel Alicia Rodríguez**

**Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8425-8572>

mrodri@campus.ungs.edu.ar

Diana Carolina Pérez***

***Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2168-1031>

dianacperez@uan.edu.co

The authors declare that there is no conflict of interest

Resumen

La formación inicial de profesores de matemáticas enfrenta el desafío de articular el conocimiento disciplinar con saberes didácticos y profesionales que permitan una enseñanza reflexiva y situada. En este contexto, el presente estudio analiza la implementación de un modelo pedagógico orientado a favorecer la construcción de conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas en maestros en formación inicial. El modelo integra el marco del Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK), la resolución de problemas como eje metodológico y un enfoque STEAM, y fue implementado en un programa de formación de maestros de educación básica primaria en una Escuela Normal del contexto colombiano. Desde un enfoque cualitativo, con características de investigación basada en el diseño, se examinan las decisiones pedagógicas del formador, la organización de las secuencias didácticas y las evidencias de aprendizaje profesional de los participantes. Los resultados muestran avances en la articulación entre conocimiento matemático y didáctico, particularmente en la anticipación de dificultades de aprendizaje, el uso intencional de representaciones y la reflexión sobre la

Abstract

Initial mathematics teacher education faces the challenge of articulating disciplinary knowledge with didactic and professional knowledge that enables reflective and situated teaching. In this context, this study analyzes the implementation of a pedagogical model aimed at fostering the construction of specialized knowledge for teaching mathematics in preservice teachers. The model integrates the Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK) framework, problem solving as a methodological axis, and a STEAM approach. It was implemented in a Colombian Normal School within a primary teacher education program. Using a qualitative design-based research approach, the study examines the pedagogical decisions of the teacher educator, the organization of didactic sequences, and evidence of participants' professional learning. Results show advances in the articulation between mathematical and didactic knowledge, particularly in anticipating learning difficulties, the intentional use of representations, and reflection on teaching. The scope and formative potential of the model in initial teacher education are discussed.



enseñanza. Se discuten los alcances del modelo como dispositivo formativo en la formación inicial docente.

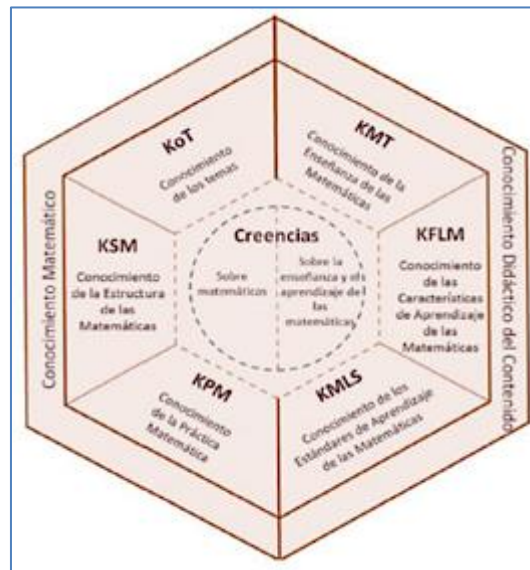
Keywords: *Preservice teacher education. Specialized Knowledge. MTSK. Pedagogical Implementation. Mathematics Education.*

Palabras clave: Formación Inicial Docente, Conocimiento Especializado, MTSK, Implementación Pedagógica, Educación Matemática.

1 INTRODUCCIÓN

La formación inicial de profesores de matemáticas constituye un campo de especial interés en la investigación en educación matemática, dada la complejidad del conocimiento profesional que los futuros docentes deben desarrollar para afrontar los retos de la enseñanza escolar. Diversos estudios han evidenciado que una de las principales dificultades en este ámbito radica en la fragmentación entre el conocimiento matemático y su enseñanza, lo cual suele derivar en prácticas formativas centradas en la transmisión de contenidos o en la aplicación de métodos pedagógicos descontextualizados (Shulman, 1987; Ball *et al.*, 2008).

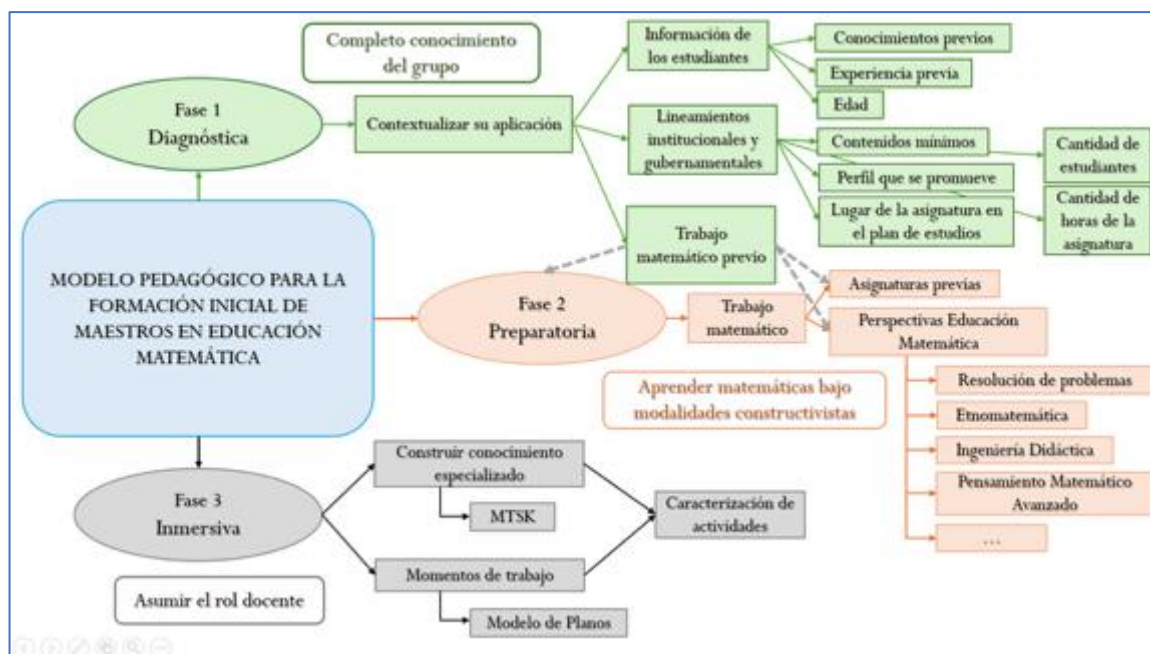
En respuesta a esta problemática, se han propuesto distintos modelos teóricos orientados a caracterizar el conocimiento profesional del profesor de matemáticas. Entre ellos, el Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK) ofrece un marco analítico que permite comprender la especificidad de dicho conocimiento, al distinguir subdominios relacionados con el contenido matemático, la enseñanza y los estudiantes (Carrillo *et al.*, 2014). Sin embargo, persiste el desafío de traducir estos referentes conceptuales en propuestas pedagógicas operativas que orienten de manera concreta la práctica formativa en contextos reales de formación inicial. La figura 1 representa esquemáticamente al MTSK.

Figura 1*Esquema del Modelo MTSK*Fuente: Montes *et al.*, 2014

En este escenario se diseñó un modelo pedagógico orientado a favorecer la construcción de conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas en maestros en formación inicial, articulando el MTSK con la resolución de problemas y el enfoque STEAM. Dicho modelo fue presentado y fundamentado en trabajos previos derivados de la misma investigación doctoral (Escobar & Rodríguez, 2025).

El propósito del presente artículo es analizar la implementación de este modelo, poniendo el énfasis en las dinámicas formativas, las mediaciones del formador y las evidencias de desarrollo de conocimiento especializado observadas durante su puesta en práctica en un contexto institucional específico. La figura 2, sintetiza la estructura del modelo pedagógico implementado y permite reconocer sus componentes, relaciones y principios orientadores.

Figura 2
Modelo Pedagógico



Fuente: Escobar & Rodríguez, 2025

2 MARCO TEÓRICO

El estudio se sustenta en el modelo del Mathematics Teacher’s Specialized Knowledge (MTSK), el cual concibe el conocimiento del profesor de matemáticas como un entramado de saberes especializados que exceden el dominio del contenido disciplinar. Este modelo distingue, entre otros, el conocimiento matemático especializado (SMK), el conocimiento del contenido y la enseñanza (KCT) y el conocimiento del contenido y los estudiantes (KCS), subdominios que permiten analizar la toma de decisiones didácticas en situaciones de enseñanza concretas (Carrillo *et al.*, 2014).

Desde esta perspectiva, el desarrollo del conocimiento especializado no se entiende como la acumulación de saberes teóricos, sino como un proceso progresivo y situado, estrechamente vinculado a la reflexión sobre la práctica docente. En este sentido, la resolución de problemas se asume como un eje metodológico privilegiado, en tanto favorece la construcción de significados matemáticos, la argumentación y el análisis crítico de las estrategias de enseñanza (Schoenfeld, 2010).

De manera complementaria, el enfoque STEAM se incorpora como una perspectiva integradora que promueve conexiones entre las matemáticas y otros campos del conocimiento, ampliando el sentido de las actividades escolares y formativas. No

obstante, la literatura advierte que dicha integración requiere una mediación pedagógica cuidadosa para evitar abordajes superficiales o meramente instrumentales (Yakman & Lee, 2012).

3 METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, con características de investigación basada en el diseño, coherente con el propósito de analizar la implementación de un modelo pedagógico en un contexto formativo real. El estudio se llevó a cabo en una Escuela Normal del contexto colombiano, con la participación de maestros en formación inicial inscritos en un curso orientado al desarrollo del pensamiento matemático.

La implementación del modelo se extendió a lo largo de un semestre académico y se organizó mediante secuencias didácticas diseñadas intencionalmente para promover la articulación entre el conocimiento matemático y su enseñanza. Como técnicas de recolección de información se emplearon registros de clase, producciones escritas de los participantes y observaciones sistemáticas del formador.

El análisis de la información se realizó mediante un proceso de categorización inductiva, tomando como referencia los subdominios del MTSK y los objetivos formativos del modelo pedagógico.

3.1 Implementación del modelo pedagógico

La implementación del modelo pedagógico se apoya en desarrollos previos derivados de la misma investigación doctoral, en los que se profundiza en la fundamentación y estructura general del modelo para la formación inicial de maestros en educación matemática (Escobar & Rodríguez, 2025). En el presente artículo, este marco se concreta y se amplía a través del análisis de su implementación en un contexto institucional específico, poniendo el énfasis en las dinámicas formativas y en las mediaciones pedagógicas del formador.

Las secuencias formativas se concibieron como unidades de análisis y reflexión profesional, organizadas en torno a problemas matemáticos contextualizados. Estos problemas fueron seleccionados tanto por su potencial conceptual como por las

oportunidades que ofrecían para analizar decisiones didácticas propias de la enseñanza en educación básica primaria.

Las secuencias se estructuraron en tres momentos interrelacionados. En un primer momento, los maestros en formación abordaban los problemas desde el rol de estudiantes, explicitando procedimientos, representaciones y argumentos. En esta fase se observaron resoluciones predominantemente algorítmicas, centradas en la obtención de resultados correctos, lo que permitió identificar concepciones implícitas sobre la matemática escolar.

En un segundo momento, se promovieron espacios de análisis colectivo orientados a problematizar dichas resoluciones. A través de preguntas del formador, los participantes comenzaron a examinar las decisiones tomadas, como la elección de representaciones o el tipo de razonamiento empleado, y a considerar sus implicaciones didácticas. Por ejemplo, en el análisis de tareas sobre fracciones, emergieron discusiones en torno a la tendencia a reducir su significado a “parte de un todo”, lo que condujo a replantear las actividades incorporando la recta numérica y comparaciones entre fracciones.

Finalmente, en un tercer momento, los maestros en formación asumieron el rol de docentes y diseñaron o adaptaron tareas para contextos escolares específicos. En el diseño de una secuencia sobre patrones numéricos, algunos participantes propusieron inicialmente introducir la regla de formación de manera directa; sin embargo, tras la discusión colectiva, reformularon la tarea para incluir una fase exploratoria que permitiera a los estudiantes identificar regularidades antes de la formalización. Este desplazamiento evidenció una toma de decisiones didácticas informada por la reflexión sobre el aprendizaje de los estudiantes.

4 RESULTADOS

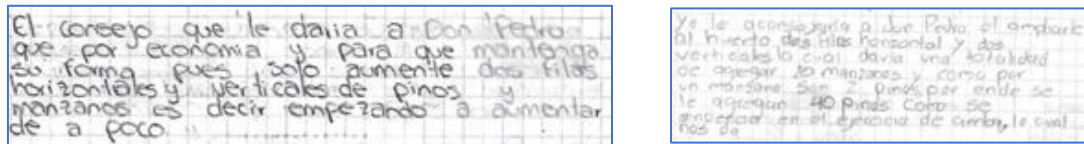
El análisis de la información recolectada a través de producciones escritas, registros de clase y observaciones sistemáticas permitió identificar avances diferenciados en los subdominios del conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas. Estos avances se evidenciaron tanto en el análisis cualitativo de los desempeños como en la descripción de tendencias cuantitativas derivadas del seguimiento al proceso formativo.

En una fase inicial de la implementación, se observó que una proporción mayoritaria de los maestros en formación centraba su atención en la resolución

procedimental de los problemas matemáticos. En las primeras secuencias, aproximadamente dos tercios de los participantes priorizaban la obtención de resultados correctos, con escasas referencias explícitas a consideraciones didácticas o al aprendizaje de los estudiantes. Este comportamiento se asoció principalmente al uso del conocimiento matemático común, con una presencia limitada de argumentos vinculados a la enseñanza.

Figura 3

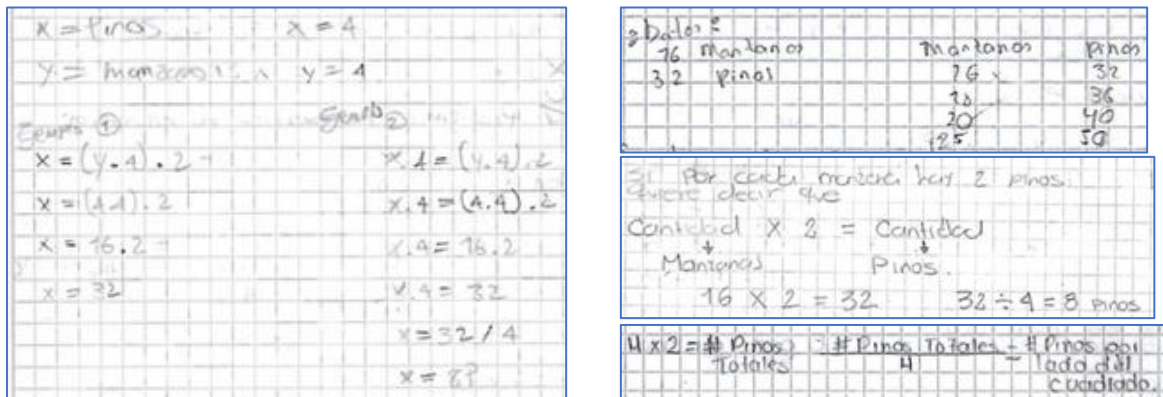
Solución puntual ofreciendo una respuesta parcial



Fuente: elaboración propia

Figura 4

Selección de representaciones adecuadas y/o reinterpretación del problema en otro lenguaje



Fuente: elaboración propia

A medida que avanzó la implementación del modelo, se evidenció un incremento progresivo en la movilización del conocimiento del contenido y la enseñanza (KCT). En las secuencias desarrolladas durante la segunda mitad del semestre, más del 70 % de los participantes incorporó de manera explícita la anticipación de errores frecuentes en sus análisis y diseños de tareas, particularmente en contenidos como fracciones y patrones. Asimismo, se registró un aumento en el uso intencional de representaciones matemáticas diversas, tales como diagramas, material concreto y representaciones en la recta numérica, utilizadas con fines didácticos claramente justificados.

Figura 5

Los futuros maestros reconocen heurísticas que los niños podrían poner en Juego

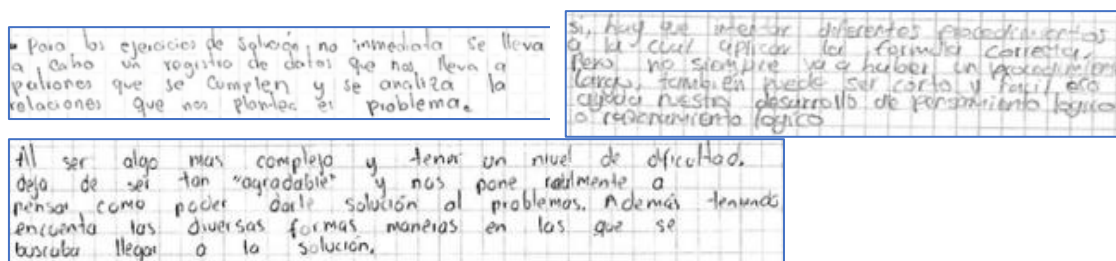


Fuente: elaboración propia

En relación con el conocimiento del contenido y los estudiantes (KCS), los datos muestran una tendencia creciente hacia la consideración de las trayectorias de aprendizaje y la diversidad de ritmos en el aula. En las últimas secuencias formativas, alrededor del 75 % de los maestros en formación justificó la selección o adaptación de tareas en función de las posibles dificultades de los estudiantes, frente a menos del 30 % que lo hacía en las fases iniciales del proceso. Este desplazamiento se reflejó especialmente en la planificación de actividades con niveles progresivos de complejidad y en la explicitación de apoyos para estudiantes con mayores dificultades.

Figura 6

Los futuros maestros reconocen posibles obstáculos y limitaciones propias de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.



Fuente: elaboración propia

Respecto al conocimiento matemático especializado (SMK), se identificaron mejoras en la precisión del lenguaje matemático y en la explicitación de propiedades y relaciones entre conceptos. En términos descriptivos, más de la mitad de los participantes

mostró avances en la formulación de explicaciones matemáticas que trascendían la mera aplicación de algoritmos, incorporando definiciones, justificaciones y conexiones entre conceptos. No obstante, estos avances no fueron homogéneos y coexistieron con dificultades persistentes, particularmente en la gestión del tiempo didáctico y en la adecuación de las tareas a contextos escolares heterogéneos.

Figura 7

Los futuros maestros intentan abordar la enseñanza de temas específicos

En una conejera, hay 5 especies de conejos diferentes que se alimentan de 3 tipos de verduras diferentes. Cada conejo come una cantidad específica de comida por día. A continuación, se presentan las cantidades:

- El conejo A come 3 zanahorias y 2 espárragos por día.
- El conejo B come 2 espárragos y 3 lechugas por día.
- El conejo C come 1 zanahoria, 3 lechugas y 1 espárrago por día.
- El conejo D come 3 zanahorias y 3 lechugas por día.
- El conejo E come 2 espárragos y 1 zanahoria por día.

Teniendo esta información de cuanto come cada especie de conejo diariamente, ¿Cuánta comida se necesita para alimentar a las especies a la semana y cuánta comida se necesita para alimentar a las especies al mes?

Comida	Cumano
7	2
7	8 estantes

- La mamá de Carlos le pide a su hijo que ordene sus juguetes con el siguiente orden: que por cada peluche ponga el doble de carros en los estantes de su armario. Si cada armario de su cuarto tiene 8 estantes y Carlos tiene 40 peluches ¿Cuántos armarios debe tener para ordenar sus juguetes?

La receta de galletas de la abuela. La abuela de Antonia tiene una receta secreta para hacer galletas de chocolate. La receta usa 2 tazas de harina y una taza de chips de chocolate para hacer 12 galletas. Antonia quiere hacer 24 galletas para compartir con sus amigos. ¿Cuántas tazas de harina y cuántas tazas de chips utilizara? Si Antonia solo tiene 1.5 tazas de chips de chocolate, ¿Cuántas galletas puede hacer? ¿Cuántas tazas de harina necesitará?

El Bosque de los Conejos. En un bosque encantado, viven muchos conejos juguetones. Cada vez que un grupo de 6 conejos llega a una parte del bosque, plantan 3 árboles frutales para tener sombra y comida. Pero algo curioso ocurre: alrededor de cada árbol que plantan, crecen automáticamente 10 arbustos llenos de bayas deliciosas. Ahora, un grupo grande de conejos llegó al bosque y empezaron a plantar más árboles. Responde: 1. Observa los números y piensa en cómo se relacionan. 2. ¿Puedes descubrir una regla matemática (fórmula) que nos diga cuántos arbustos crecerán según la cantidad de conejos? 3. Si 5 grupos de conejos llegaron al bosque, ¿cuántos arbustos aparecerán? ¡Descubre el patrón y ayuda a los conejos a calcular su bosque de bayas!

Sebastián tiene una colección de 140 cómics azules y verdes. Si la razón indica que por 4 Verdes hay 3 azules. ¿Cuántos cómics de cada color tiene Sebastián en su colección?

Fuente: elaboración propia

En conjunto, estos resultados evidencian que la implementación del modelo pedagógico favoreció un tránsito progresivo desde un enfoque centrado en el contenido hacia una comprensión más integrada de la enseñanza de las matemáticas, apoyado tanto en transformaciones cualitativas de los discursos y producciones como en tendencias cuantitativas que dan cuenta de cambios sostenidos en los desempeños de los maestros en formación.

5 DISCUSIÓN

Los resultados de la implementación permiten sostener que el modelo pedagógico generó condiciones formativas favorables para el desarrollo del conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas, en coherencia con el marco del MTSK (Carrillo *et al.*, 2014). El tránsito observado desde resoluciones centradas en el contenido hacia análisis didácticos más integrados confirma que dicho conocimiento se construye en la interacción entre saber matemático, reflexión pedagógica y experiencia situada.

Estos hallazgos dialogan con los planteamientos de Schoenfeld (2010, 2011), quien subraya la necesidad de enfrentar a los futuros docentes a problemas auténticos de enseñanza para favorecer su desarrollo profesional. Asimismo, el énfasis en la reflexión sobre la práctica se alinea con los aportes de Mason *et al.* (2010), al evidenciar que la toma de conciencia sobre las propias decisiones constituye un elemento central en la formación docente.

La integración del enfoque STEAM amplió el horizonte de sentido de las actividades formativas; sin embargo, su implementación requirió una mediación pedagógica constante para asegurar coherencia con los objetivos matemáticos y didácticos propuestos (Yakman & Lee, 2012). En este sentido, el modelo pedagógico se configura como un dispositivo que orienta tanto la acción del formador como el aprendizaje profesional de los maestros en formación inicial.

6 CONCLUSIÓN

El estudio evidenció que la implementación del modelo pedagógico contribuye al desarrollo del conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas en la formación inicial docente. Su carácter integrador y su énfasis en la resolución de problemas y la reflexión sobre la práctica permiten articular marcos teóricos robustos con experiencias formativas situadas.

El modelo aporta un marco operativo que traduce el MTSK en una propuesta pedagógica concreta, fortaleciendo la coherencia y la intencionalidad de los procesos formativos. No obstante, se reconoce la necesidad de continuar investigando su aplicación

en otros contextos y de desarrollar estudios longitudinales que analicen la proyección de este conocimiento especializado en la práctica profesional de los maestros en ejercicio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) de Colombia, otorgado en el marco de la convocatoria N°22 del Sistema General de Regalías para la formación doctoral en las regiones, el cual ha sido fundamental para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

BALL, Deborah L.; THAMES, Mark H.; PHELPS, Geoffrey. Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>.

CARRILLO, José; CLIMENT, Núria; CONTRERAS, Luis C.; MUÑOZ-CATALÁN, María C. Determining specialized knowledge for mathematics teaching. In: *PROCEEDINGS OF THE 38TH CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION*. Vancouver: PME, 2014. v. 2, p. 49-56.

ESCOBAR, Rubén E.; RODRÍGUEZ, Mabel A. Modelo pedagógico para la formación inicial de maestros en educación matemática. *Paradigma*, v. 46, n. 1, e2025017, 2025. DOI: <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2025.e2025017.id1607>

MASON, John; BURTON, Leone; STACEY, Kaye. *Thinking mathematically*. 2nd ed. Harlow: Pearson, 2010.

MONTES, Manuel *et al.* Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas. 2014. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.3107.4246>

SCHOENFELD, Alan H. *How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications*. New York: Routledge, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203843000>

SCHOENFELD, Alan H. Toward professional development for teachers grounded in practice. *ZDM Mathematics Education*, v. 43, n. 1, p. 457-469, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0307-8>

SHULMAN, Lee S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987. DOI: <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

YAKMAN, Georgette; LEE, Hyonyong. Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, v. 32, n. 6, p. 1072-1086, 2012.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron por igual al desarrollo de este artículo.

Disponibilidad de datos

Todos los conjuntos de datos relevantes para los resultados de este estudio están disponibles en su totalidad en el artículo.

Cómo citar este artículo (APA)

Sánchez, R. E. E., Rodríguez, M. A., & Pérez, D. C. IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PEDAGÓGICO PARA FAVORECER LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE. *Veredas Do Direito*, e234935. <https://doi.org/10.18623/rvd.v23.n4.4935>