



REVISIÓN DE LITERATURA: FORMACIÓN DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍAS DIGITALES

Literature review: future mathematics teachers'
education and digital technologies

...

Revisão da literatura: formação de futuros
professores de matemática e tecnologias
digitais

Por:

Ivonne Andrea Ramírez Oviedo¹

Universidad del Valle, Cali, Colombia.
ivonne.ramirez@correounivalle.edu.co

ID : [0009-0001-8657-9302](https://orcid.org/0009-0001-8657-9302)

Marisol Santacruz Rodríguez²

Universidad del Valle, Cali, Colombia.
marisol.santacruz@correounivalle.edu.co

ID : [0000-0001-8566-5439](https://orcid.org/0000-0001-8566-5439)

Recepción: 15/10/2024 • **Aprobación:** 20/02/2025

Resumen: En el marco de una investigación doctoral en curso, se presentan avances de una revisión de literatura enfocada en caracterizar modelos de conocimiento profesional que permitan estudiar la apropiación de tecnologías digitales por parte de futuros profesores de matemáticas. También, se describe la problemática que motivó la revisión, la estrategia utilizada en su realización y algunos resultados preliminares que exhiben la existencia de diversos modelos usados para analizar los conocimientos relacionados con la enseñanza de las matemáticas usando tecnologías digitales. Por otro lado, esta revisión de la literatura permitió reconocer cómo el uso de tecnologías digitales en la formación de profesores impacta en sus orientaciones personales y oportunidades para desarrollar conocimientos profesionales.

Palabras clave: Futuros profesores; Tecnologías digitales; Modelos de conocimiento profesional; Educación matemática.

Abstract: In the context of an ongoing doctoral research, this communication presents progress from a literature review focused on models of professional knowledge that enable the study of the appropriation of digital technologies by future mathematics teachers. Likewise, it describes the problem that motivated this literature review, the strategy used to realize it among the models mentioned here, and some comparative aspects and preliminary results that highlight different theoretical perspectives in Mathematics Education in this line of research. In this sense, our results show the existence of various models of teacher knowledge used to analyze the complexity of specific knowledge in future mathematics teachers as they learn and teach mathematics using digital technologies. On the other hand, the literature review allowed us to contrast how the use of digital technologies in mathematics education affects opportunities to develop professional skills and knowledge, as well as personal orientations.

Keywords: Preservice teacher; Digital technologies; Models of teacher knowledge; Mathematics education.

Resumo: No âmbito de uma pesquisa de doutorado em andamento, apresentam-se avanços de uma revisão da literatura voltada à caracterização de modelos de conhecimento profissional que possibilitem estudar a apropriação de tecnologias digitais por futuros professores de matemática. Também são descritos a problemática que motivou a revisão, a estratégia utilizada em sua realização e alguns resultados preliminares, os quais evidenciam a existência de diversos modelos empregados para analisar os conhecimentos relacionados ao ensino de matemática com o uso de tecnologias digitais. Além disso, esta revisão da literatura permitiu compreender como o uso de tecnologias digitais na formação de professores impacta suas orientações pessoais e amplia as oportunidades de desenvolvimento de conhecimentos profissionais.

Palabras-chave: Futuros profesores; Tecnologías digitales; Modelos de conocimiento profesional; Educación matemática.



Esta obra está bajo la licencia internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

¿Cómo citar este artículo? / How to quote this article?

Ramírez Oviedo, I. A. y Santacruz Rodríguez, M. (2025). Revisión de literatura: formación de futuros profesores de matemáticas y tecnologías digitales. *Praxis, Educación y Pedagogía*, (15), e50115854. https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i15.15854

Financiación

Las autoras declaran que no recibieron financiamiento para la escritura o publicación de este artículo.

Conflictos de interés

Las autoras declaran que no tienen ningún conflicto de interés en la escritura o publicación de este artículo.

Implicaciones éticas

Las autoras declaran que no tienen ningún tipo de implicación ética que se deba declarar en la escritura y publicación de este artículo.

Declaración de uso de IA

Las autoras declaran que no utilizaron herramientas de IA generativa en la creación del manuscrito.

Introducción

El estudio del papel de las Tecnologías Digitales (TD) en la formación de Futuros Profesores de Matemáticas (FPM), ha ganado importancia en los últimos años. Por ejemplo, el CIAEM 2023 y TWG18 del CERME13, señalan nuevas perspectivas en este campo, mencionando aspectos que todavía no se han resuelto, por ejemplo, las concepciones de FPM sobre qué es enseñar y aprender matemáticas usando TD, o los conocimientos profesionales que se desarrollan en el marco del programa de formación de FPM.

Así pues, como formadoras de maestros, a las autoras les surgieron interrogantes sobre cómo los FPM se apropian de TD durante sus cursos universitarios de matemáticas, (en particular, de geometría), y cómo usan estas TD en sus prácticas pedagógicas, en el marco de su programa de licenciatura. Con este panorama, surgió la necesidad de revisar la literatura especializada para analizar si los modelos de conocimiento profesional de profesores nos permiten estudiar los conocimientos de FPM relacionados con TD que se desarrollan en su formación inicial.

Metodología: revisión Documental

Esta revisión de literatura, realizada en cuatro fases, busca caracterizar el estado de la cuestión en relación con los modelos de conocimiento de profesores de matemáticas (entre 2019 y enero del 2024), que ayude a determinar tendencias, patrones y perspectivas pertinentes para la investigación (Siebert, 2019).

En una primera fase, de carácter exploratorio, se usó la base de datos Scopus para la búsqueda de producción científica (capítulos de libros, artículos de investigación y memorias en congresos internacionales) que incluyeran los términos “*mathematics education*” y “*digital technology*”. Se identificaron 78 resultados, de los cuales, se seleccionaron los estudios relacionados con “*Formación de futuros profesores*” o “*Teachers’ education*”, “*pre-service*” y “conocimiento profesional del profesor”, identificando 4 publicaciones.

En la segunda fase, se continuó con la exploración utilizando el mismo procedimiento en Google Académico, pero esta vez, con los términos “tecnologías digitales”, “educación matemática” y “formación de futuros profesores de matemáticas”, obteniendo 15 resultados, de los cuales sólo 6 estaban relacionados con conocimiento profesional del profesor. Con la base de datos Hal Open Science, se buscaron las investigaciones que incluyeran los términos “*mathematics education*”, “*digital technology*” y “*pre-service teacher*” lo que finalmente permitió identificar un total de 6 publicaciones académicas, de las cuales 4 estaban relacionados con conocimiento profesional.

En la tercera fase, se propusieron dos preguntas que orientaron la revisión de literatura, (i) ¿Qué resultados reportan los estudios sobre la formación de FPM en relación con TD?, y, (ii) ¿Qué estudios utilizan modelos de conocimiento del profesor que permitan analizar cómo FPM se apropian de TD?

Adicionalmente, para robustecer la masa documental, se adicionaron las bases de datos Springer Link, ICME, CERME y PME, junto con los descriptores: “*pre-service mathematics teachers*”, “*formación de futuros profesores*”, “*teaching with digital technology*”, “*professional development*”. Finalmente, como resultado de esta tercera fase se identificaron 13 estudios, lo que consolidó una masa documental de 27 publicaciones.

En una cuarta fase, se organizó la masa documental utilizando Zotero para crear una base de datos que sistematizara la información. Posteriormente, se está empleando Atlas.ti para analizar el contenido de las publicaciones mediante la codificación selectiva de palabras clave y resúmenes.

Resultados preliminares

La Tabla 1 presenta una síntesis de los modelos de conocimiento reportados en la revisión de la literatura. A continuación, se describen aspectos relevantes de los estudios analizados.

Tabla 1. Modelos de conocimiento que se encuentran en los artículos revisados

Modelo de conocimiento	TPACK	KTMT	MTSK	CDDM	MPTK	Otros
No de Artículos	8	1	1	1	1	15

Nota. Elaborado en octubre de 2024.

Nuestros resultados preliminares muestran que el Modelo TPACK - *Technological Pedagogical Content Knowledge* (Conocimiento Pedagógico y Tecnológico del Contenido) (Mishra y Koehler, 2006), propone la intersección de tres tipos de conocimientos necesarios para integrar TD a la enseñanza (no necesariamente de las matemáticas): el conocimiento del contenido (*Content Knowledge*), el conocimiento pedagógico (*Pedagogical Knowledge*) y el conocimiento tecnológico (*Technological Knowledge*), proporcionando un marco para entender cómo FPM pueden integrar TD en la enseñanza de las matemáticas durante su formación inicial (Slavíčková y Novotná, 2022), examinando los conocimientos requeridos para la planeación, organización y ejecución de experiencias educativas con el uso de TD. Sin embargo, también se reconocieron limitaciones de TPACK al descuidar la singularidad del conocimiento matemático, lo que implica que algunos estudios usan enfoques complementarios (p.e. génesis documental) para analizar conocimientos específicos en FPM (p.e. de Araújo, 2019).

Loewenberg *et al.* (2008) proponen el modelo MKT - Conocimiento Matemático para la Enseñanza (*Mathematical Knowledge for Teaching*). El modelo MKT hace referencia al conocimiento de “el contenido matemático que los profesores deben saber y saber usar para resolver con éxito los problemas matemáticos que surgen en su práctica docente” (Styliani-des y Stylianides, 2010, p. 161). Este modelo señala que el conocimiento del profesor sobre las matemáticas y su enseñanza es único para cada profesor en particular donde el conocimiento tecnológico no es un elemento explícito, pues hace parte del PCK.

Montes *et al.* (2013) proponen el modelo MKT - Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas, enfocado en analizar el conocimiento que un profesor necesita para enseñar matemáticas bajo un sólido dominio de los conceptos matemáticos, comprender procesos cognitivos de los estudiantes, estrategias de enseñanza y evaluación del aprendizaje. Este conocimiento del profesor se divide en seis subdominios, relacionados con el conocimiento

matemático y didáctico, donde se entrelazan las creencias y concepciones del profesor. Según Muñoz-Catalán *et al.* (2015), el modelo MTSK ofrece una comprensión sobre qué y cómo los profesores conocen de matemáticas, proporcionando un marco para el diseño de programas de formación.

Rocha (2023) propone el modelo KTMT - *Knowledge for Teaching Mathematics with Technology* (Conocimientos para la enseñanza de matemáticas con tecnología), definiendo los dominios: Matemáticas (*Mathematics*), Enseñanza y Aprendizaje (*Teaching and Learning*), Tecnología (*Technology*), y Currículo y Contexto (*Curriculum and Context*). Los tres primeros dominios están presentes en el modelo TPACK y en KTMT conceptualizándose de manera similar. Sin embargo, Rocha (2020) manifiesta que el dominio currículo y contexto se diferencia de los demás dominios debido a que se conceptualiza de forma transversal y, por tanto, ejerce influencia sobre los demás. Esta autora señala que una característica del modelo KTMT (y también la principal diferencia con el modelo TPACK), son los dos conjuntos de interdominios que propone: el Conocimiento de Matemáticas y Tecnología (MTK), y el Conocimiento de Enseñanza y Tecnología, Aprendizaje y Conocimiento Tecnológico (TLTK). MTK analiza cómo las TD influye en el conocimiento específico sobre las matemáticas que los profesores requieren para planificar, enseñar y evaluar los conceptos matemáticos en el aula, y TLTK se centra en cómo la TD afecta la enseñanza y aprendizaje.

Thomas y Hong (2013) y, posteriormente, Thomas y Palmer (2014), proponen el modelo PTK - *Pedagogical Technology Knowledge* (Conocimiento Pedagógico y Tecnológico de las Matemáticas) para describir el conocimiento de los profesores en torno a la integración de TD en educación matemática. Posteriormente el modelo PTK es refinado por Ratnayake *et al.* (2020), denominándose como M(PTK) o MPTK (Clark-Wilson *et al.*, 2020). El modelo MPTK analiza la interacción entre el conocimiento didáctico, el conocimiento tecnológico y el conocimiento disciplinar en el contexto de la enseñanza de las matemáticas y la combinación de conocimientos especializados requieren los profesores de matemáticas para integrar las TD a sus prácticas profesionales. El modelo MPTK (Clark-Wilson *et al.*, 2020) tiene las siguientes características: i) se centra específicamente en la enseñanza de las matemáticas con matices de conocimiento didáctico y de contenido, ii) integra la génesis instrumental de Rabardel (2011) para explicar la relación de los profesores con las TD y, iii) incluyen las orientaciones personales del profesor sobre las TD (Ratnayake *et al.*, 2020).

El Modelo de Conocimientos y Competencias Didáctico-Matemáticas (CCDM) propuesto por Godino *et al.* (2016), busca comprender y desarrollar el conocimiento que los profesores necesitan tener sobre cómo enseñar matemáticas de manera efectiva. Este modelo se basa en la aplicación de las herramientas de análisis del Enfoque Ontosemiótico (EOS) del conocimiento y la instrucción matemática. Se distinguen las dimensiones matemática, didáctica y meta didáctico-matemática, y se tienen en cuenta los conocimientos puestos en juego en las fases de diseño instruccional (análisis preliminar, diseño, implementación y evaluación).

Finalmente, este avance en la revisión de la literatura permite identificar que la investigación concuerda en que el uso de TD promueven el desarrollo de conocimiento de FPM para resolver problemas y comprender relaciones matemáticas, desde la identificación de patrones, realización de conjeturas, hasta la aplicación de modelos matemáticos, enfatizando en la importancia de fomentar el pensamiento crítico y la creatividad.

Conclusiones preliminares y comentarios finales

La revisión indica que existen diversas tendencias de investigación enfocadas en el conocimiento de los FPM. La mayoría de los estudios emplean el modelo TPACK incorporando otros enfoques teóricos, esto con el fin de suplir las limitaciones de TPACK relacionadas con el conocimiento matemático. Otras investigaciones exploran la formación de FPM y el uso de TD a través de otros modelos como el MPTK, TKTM que permiten enmarcar y estudiar el conocimiento, aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas utilizando TD.

Con respecto a la TD, los estudios reconocen que la TD promueve el desarrollo del pensamiento matemático en programas de formación inicial (p.e. Villa-Ochoa y Suárez-Téllez, 2021 y Hernández, 2021), además, el uso de TD como GeoGebra o Scratch permiten en los FPM tener un impacto positivo con orientaciones personales como la autonomía y confianza en el aprendizaje con TD.

Igualmente, la investigación reporta que el uso de las TD en la formación de FPM involucra la planificación de actividades de aula (p.e. Rocha, 2020), el desarrollo de conocimientos didácticos y la apropiación de estas TD. Sin embargo, otros estudios (p.e. de Araújo, 2019; Vitabar *et al.*, 2019; Slavícková y Novotná, 2022) también identifican obstáculos en la integración de TD en entornos escolares, atribuibles a limitaciones de acceso y a inseguridades personales de los FPM.

Finalmente, cabe destacar que la mayor parte de las investigaciones resaltan la importancia de ofrecer a los FPM retroalimentación, recursos y ambientes colaborativos durante su formación, con el fin de apoyar, fortalecer e incentivar sus orientaciones personales respecto al uso TD en la enseñanza de las matemáticas.

Referencias bibliográficas

- Clark-Wilson, A., Robutti, O., y Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1223–1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
- de Araújo F., R. M. (2019). *Formação inicial do professor de matemática: um olhar para integração de recursos digitais em situações de colaboração à luz da TPACK*. <https://hal.science/tel-02616917v1>

- Godino, J. D., Batanero, C., Font, V., y Giacomone, B. (2016). Articulando conocimientos y competencias del profesor de matemáticas: el modelo CCDM. En C. Fernández, J. L. González, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 288–297). SEIEM.
- Hernández H., A. (2021). Resolución de Problemas con GeoGebra en la formación inicial de profesores de matemáticas: un análisis desde la actividad matemática [Tesis de doctorado, Universidad de La Laguna]. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/26865/Alex%c3%a1nder%20Hern%c3%a1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loewenberg B., D., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Montes, M., Contreras, L. C., y Carrillo, J. (2013). Conocimiento del profesor de matemáticas: enfoques del MKT y MTSK. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 403–410). SEIEM
- Muñoz-Catalán, M. C., Contreras, L. C., Carrillo, J., Rojas, N., Montes, M. Á., y Climent, N. (2015). Conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK): un modelo analítico para el estudio del conocimiento del profesor de matemáticas. *La Gaceta de la RSME*, 18(3), 589–605.
- Rabardel, P. (2011). *Los hombres y las tecnologías. Visión cognitiva de los instrumentos contemporáneos* (M. Acosta, Trad.). Editorial Universidad Industrial de Santander.
- Ratnayake, I., Thomas, M., y Kensington-Miller, B. (2020). Professional development for digital technology task design by secondary mathematics teachers. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1423–1437 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01180-8>
- Rocha, H. (2020). Using tasks to develop pre-service teachers' knowledge for teaching mathematics with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1381–1396 <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01195-1>
- Rocha, H. (2023). *Models on teachers' knowledge to teach with digital technology: A systematic review*. Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13), Alfréd Rényi Institute of Mathematics; Eötvös Loránd University of Budapest, Budapest, Hungría. <https://hal.science/hal-04412125v1>

- Siebert, D. K. (2019). Conducting a Timely Literature Search. En K. R. Leatham (Ed.), *Designing, Conducting, and Publishing Quality Research in Mathematics Education. Research in Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23505-5_2
- Slavíčková, M., y Novotná, J. (2022). *Possible approaches for the pre-service mathematics teacher's preparation to apply the digital technology in their own teaching*. Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), Bozen-Bolzano, Italia. <https://hal.science/hal-03748748v1>
- Stylianides, G. J., y Stylianides, A. J. (2010). Mathematics for teaching: A form of applied mathematics. *Teaching and Teacher Education*, 26(2), 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.03.022>
- Thomas, M. O. J., y Hong, Y. (2013). Teacher Integration of Technology into Mathematics Learning. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 20(2), 69–84.
- Thomas, M. O. J., y Palmer, J. M. (2014). Teaching with Digital Technology: Obstacles and Opportunities. En A. Clark-Wilson, O. Robutti y N. Sinclair (Eds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era. Mathematics Education in the Digital Era* (vol. 2). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4638-1_4
- Villa-Ochoa, J. A., y Suárez-Téllez, L. (2021). Computer algebra systems and dynamic geometry for mathematical thinking. En M. Danesi (Ed.), *Handbook of cognitive mathematics* (pp. 1–27). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44982-7_36-1
- Vitabar, F., Lavicza, Z., y Hohenwarter, M. (2019). *Developing professional development programmes with gamification for mathematics teachers in Uruguay*. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (No. 54). Freudenthal Group; Freudenthal Institute; ERM.

Notas

- ¹ Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- ² Docente del Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad del Valle, Cali, Colombia.