



Universidad
Internacional
de Andalucía

TÍTULO

UN ESTUDIO DE LAS RESPUESTAS DE ESTUDIANTES PARA
PROFESOR DE MATEMÁTICAS SOBRE LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC
EN SUS PRÁCTICAS BASADO EN EL MODELO TPACK

AUTOR

Santiago Herrera Giraldo

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2026
Tutor	Dr. Juan Pedro Martín Díaz
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía; Universidad de Huelva
Curso	<i>Máster Universitario en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas (2024/25)</i>
©	Santiago Herrera Giraldo
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2025



Universidad
Internacional
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



**Universidad
de Huelva**

**Un estudio de las respuestas de estudiantes para profesor de matemáticas sobre la
integración de las TIC en sus prácticas basado en el modelo TPACK**

Alumno:

Santiago Herrera Giraldo

Trabajo de Fin de Máster

Artículo de investigación

Asesor:

Juan Pedro Martín Díaz

Máster Universitario en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias
Experimentales, Sociales y Matemáticas

Universidad de Huelva

Curso 2024-2025

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstract	4
Introducción	5
Marco teórico	6
Las TIC En la Educación Matemática	7
Recursos Digitales En La Educación Matemática	7
Modelo TPACK	8
Conocimiento del Contenido (CK).....	9
Conocimiento Pedagógico (PK).....	9
Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK).....	9
Conocimiento Tecnológico (TK)	9
Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)	9
Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK).....	10
Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK).....	10
Metodología	11
Resultados	12
Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico (TK)	12
Manifestaciones del Conocimiento del Contenido (CK)	12
Manifestaciones del Conocimiento Pedagógico (PK).....	13
Manifestaciones del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK).....	13
Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)	14
Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico Pedagógico TPK.....	14
Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK)	15
Discusión y análisis de resultados	15
Dominio del Conocimiento Tecnológico (TK)	15

Dominio del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK).....	16
Dominio del Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK).....	16
Dominio del Conocimiento del Contenido (CK).....	16
Dominio del Conocimiento Pedagógico (PK).....	16
Dominio del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK).....	17
Dominio del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK).....	17
Conclusiones.....	18
Referencias.....	20

Resumen

El modelo TPACK presenta los tipos de conocimiento que los profesores tanto en ejercicio como en formación pueden adquirir para lograr integrar de manera efectiva el uso de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. El objetivo de este trabajo consistió en caracterizar el conocimiento manifestado por estudiantes para profesor de matemáticas de la Universidad de Antioquia en el uso de las TIC en sus prácticas profesionales, utilizando como marco de referencia el modelo TPACK. Esta investigación se abordó desde el enfoque cualitativo mediante un diseño de tipo exploratorio-descriptivo a través de la realización de una encuesta la cual permitió evidenciar los conocimientos manifestados por los estudiantes para profesor de matemáticas en cada uno de los dominios del modelo TPACK. Como resultados, se evidencian indicios de un buen dominio en el uso de herramientas tecnológicas, especialmente aquellas relacionadas con contenidos matemáticos. En lo pedagógico, se observa una inclinación hacia enfoques activos y contextualizados, aplicados según las condiciones del aula. Los estudiantes muestran seguridad en contenidos como álgebra y aritmética, aunque con dificultades en modelación, cálculo y resolución de problemas. No se consolida un dominio claro en la articulación entre lo pedagógico y lo tecnológico o disciplinar y la integración conjunta de los tres componentes se encuentra en una etapa inicial, con aproximaciones aún limitadas.

Palabras clave: Tecnología de la Información y comunicación (TIC), Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK), Prácticas profesionales docentes, Educación Matemática.

Abstract

The TPACK model outlines the types of knowledge that both in-service and pre-service teachers need to acquire in order to effectively integrate the use of ICT in the teaching and learning of mathematics. The objective of this study was to characterize the knowledge demonstrated by pre-service mathematics teachers from the University of Antioquia regarding the use of ICT in their professional practices, using the TPACK model as a theoretical framework. This research followed a qualitative approach with an exploratory-descriptive design, through the application of a survey that allowed for the identification of pre-service teachers' knowledge within each of the TPACK model's domains. The results reveal evidence of a solid command in the use of technological tools, particularly those directly related to mathematical content. Pedagogically, there is a tendency toward active and contextualized approaches, applied according to classroom conditions. Students show confidence in areas such as algebra and arithmetic, although they experience difficulties in modeling, calculus, and problem solving. A clear mastery of the integration between pedagogical and technological or disciplinary knowledge has not yet been consolidated, and the integration of all three components is still in its early stages, with limited developments.

Keywords: Information and Communication Technology (ICT), Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), Teaching Professional Practice, Mathematics Education.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han ampliado significativamente el acceso, la producción y la transmisión de la información (Castro et al., 2007), lo cual ha provocado una profunda transformación en diversos ámbitos, y entre ellos el de la educación. En el caso de los profesores, se considera que estos deben mejorar sus prácticas de enseñanza a través de una formación constante en el dominio de las TIC, pues es sabido que estas se actualizan continuamente, a la vez que van surgiendo nuevas herramientas. En esta transformación también se ven implicados quienes se encargan de organizar los contenidos curriculares y las formas de abordarlos en la escuela, los cuales se deben adaptar a los nuevos escenarios tecnológicos. Los alumnos, por su parte, son quienes se han visto menos confrontados frente al uso de las TIC, puesto que son nativos digitales y están en constante interacción con estas, aunque cabe decir que el uso que generalmente hacen de estas herramientas no es, en sentido estricto, con fines educativos.

En el contexto colombiano, el interés por la incorporación de las TIC en la educación matemática tiene su génesis con la creación de los lineamientos curriculares publicados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en el año 1998. Estos lineamientos abordan aspectos educativos generales, entre los cuales destaca la inclusión de las nuevas tecnologías, con el objetivo de fomentar el desarrollo lógico, crítico y creativo de los alumnos (MEN, 1998). En este mismo año se desarrolló el proyecto educativo Nuevas Tecnologías y Currículo de Matemáticas, el cual contó con la participación de organizaciones como la OEA y la participación de expertos en educación matemática, tanto locales como internacionales, provenientes de países como México, Chile y Gran Bretaña. El propósito de este proyecto era recopilar las experiencias de instituciones educativas del país que implementaron el trabajo con tecnologías como calculadoras y software de geometría dinámica como CABRI, con el fin de orientar su incorporación y evaluar su impacto en la enseñanza de las matemáticas (Duarte y Suárez, 2015).

Posteriormente, en el año 2000, en un proyecto liderado por el Ministerio de Educación Nacional, con la participación de expertos en educación y diferentes universidades del país, como la Universidad Nacional, la Universidad del Valle y la Universidad de Antioquia, se introduce el concepto de TIC en lugar de nuevas tecnologías en la educación matemática. Con ello se logró no solo la incorporación de las TIC en el currículo de matemáticas de educación básica, secundaria y media, sino también que éstas tomaran más relevancia dentro de la educación matemática (Tello, 2015).

Además, en el plan decenal de educación 2006-2015, se realizó un gran esfuerzo por la inclusión de las TIC en todos los niveles educativos de enseñanza y en diferentes áreas del conocimiento, reconociendo así el potencial de estas herramientas para mejorar la calidad de la educación y la necesidad de formación en competencias digitales dirigida a los profesores (MEN, 2007). Cabe decir que, aunque en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) no se menciona de forma explícita el empleo de las TIC, en estos se proponen actividades como la modelación y representación de situaciones matemáticas adaptadas al contexto tecnológico, las cuales requieren el uso de las TIC (MEN, 2017a).

En cuanto a la formación en el uso de las TIC por parte de los futuros profesores de matemáticas en Colombia, desde los lineamientos curriculares y decretos educativos establecidos por el MEN (MEN, 2007; MEN, 2017b), se destaca la importancia de formar y capacitar a los profesores en competencias digitales y en experiencias innovadoras de aprendizaje mediante el uso de las TIC. En este sentido, las universidades desempeñan un papel fundamental en el contexto de la formación de profesores, puesto que son estas instituciones las que determinan los cursos,

metodologías y herramientas a usar según lo establecido en los lineamientos curriculares del MEN, las necesidades locales y el contexto educativo (MEN, 2013). Asimismo, la integración de herramientas digitales en los programas de formación de profesores fomenta la innovación pedagógica, ayuda a fortalecer la capacidad de los docentes para diseñar actividades interactivas y los prepara para el uso de plataformas virtuales (Cuetos et al., 2020; López, 2017).

En el pregrado de Licenciatura en matemáticas de la Universidad de Antioquia, las TIC son estudiadas como ejes temáticos de los cursos Seminario de Especialización I, Seminario de Especialización II, y en el curso de Práctica Pedagógica VI, los cuales son obligatorios en el pensum académico. En estos espacios formativos convergen tres propósitos: primero, se integran las TIC con la enseñanza de las matemáticas mediante la exploración de herramientas tecnológicas; segundo, se reflexiona sobre el impacto de éstas en la práctica educativa y la forma en cómo se pueden llevar al aula de clase; y, tercero, se analiza el impacto de las TIC en el aula mediante proyectos de investigación que vinculan los aspectos teóricos y prácticos de estas herramientas. Estos cursos pretenden, pues, que los estudiantes para profesor de matemáticas reconozcan las posibilidades didácticas y las limitaciones de las TIC, fortaleciendo sus capacidades para diseñar y aplicar estas estrategias en diferentes entornos educativos. (Universidad de Antioquia, s.f.).

Ahora bien, pese a las apuestas y avances educativos que se han realizado en pro de la implementación de las TIC en la educación, persisten desafíos. Una de las problemáticas que más tiene incidencia es el hecho de que las apuestas educativas que realiza el gobierno respecto a la implementación de la tecnología en las escuelas se centran en mejorar la infraestructura tecnológica y no en realizar capacitaciones de la planta docente, ni en brindar apoyo institucional acorde a las demandas del sistema educativo (López, 2017). Además, los formadores de futuros profesores de matemáticas enfrentan limitaciones en competencias digitales, lo que afecta directamente la enseñanza mediante el uso de las TIC. Estas desigualdades también se evidencian en los centros educativos en los que los futuros profesores de matemáticas realizan sus prácticas profesionales (Carneiro et al., 2021).

Por lo tanto, al considerar estas problemáticas, surge el problema de investigación de este trabajo, el cual se centra en la influencia de las TIC en la formación de futuros profesores de matemáticas, en el caso específico de la Universidad de Antioquia, concretamente en sus prácticas profesionales. Es necesario abordar esta problemática debido a la falta de formación del profesorado en el empleo de las TIC, la brecha digital que presentan algunas instituciones educativas, las barreras digitales impuestas por instituciones que aún insisten en trabajar de manera tradicional sin el empleo de las TIC y debido a la escasa sistematización de experiencias que permitan visibilizar cómo los futuros docentes abordan la integración de las TIC en sus prácticas. Esta situación limita no solo el desarrollo profesional de los estudiantes para profesor, sino también el potencial transformador de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es así que esta investigación tiene como objetivo caracterizar el conocimiento manifestado por estudiantes para profesor de matemáticas de la Universidad de Antioquia en el uso de las TIC en sus prácticas profesionales, utilizando como marco de referencia el modelo TPACK.

Marco teórico

En este apartado presento los fundamentos teóricos que sustentan esta investigación. En primer lugar, presento las TIC en la educación matemática, donde abordo su necesidad de inclusión en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En segundo lugar, expongo los Recursos Didácticos, los cuales son los que dan el sentido a las TIC en el ámbito educativo, al realizar procesos de transformación con un enfoque pedagógico. Por último, presento el Modelo del Conocimiento

Tecnológico, Pedagógico y del Contenido (TPACK), el cual fundamenta la inclusión de las TIC dentro de la educación Matemática y que, además, sirve para evaluar el nivel de conocimiento de los futuros profesores de matemáticas.

Las TIC En la Educación Matemática

Hay múltiples definiciones de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En la presente investigación, las TIC son consideradas como el conjunto de herramientas que facilitan el acceso a la información, la producción, el procesamiento y la comunicación, incluyendo el desarrollo y uso de software (Ortí, 2011). En la educación matemática, las TIC son entendidas como las herramientas tecnológicas, como computadoras, internet, software educativo y dispositivos digitales, que se utilizan para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Chattopadhyay, 2025; Hawlader y Singha, 2023).

Integrar las TIC en el aula posibilita la implementación de metodologías pedagógicas centradas en el alumno, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la clase invertida, en la que el profesor adquiere el rol de facilitador a lo largo de todo el proceso de aprendizaje (Effio, 2022). Las TIC también preparan a los alumnos para su futuro, ya que les brindan herramientas necesarias para desenvolverse en un mundo digital en constante cambio. Por medio de estas tecnologías, los alumnos pueden adquirir habilidades en áreas como la programación, el análisis de datos y el manejo de herramientas digitales, las cuales son claves y cada vez más valoradas en el campo laboral actual (Álvarez-Flores et al., 2017).

En lo que respecta al área de matemáticas, es aquí donde puede tener un mayor impacto el uso de las TIC, debido a la variedad de software matemáticos como Desmos, GeoGebra, Matlab, entre otros, los cuales permiten al profesor diseñar e implementar ambientes de aprendizaje que facilitan la comprensión de los conceptos matemáticos y que, además, sirven para motivar al alumno en su estudio, tanto en el aula como de forma independiente (Calero-Cerna y Veramendi-Vernazza, 2023).

Entonces, para lograr integrar las TIC en la enseñanza de la matemática, resulta esencial que los profesores, tanto en labor como en formación, reciban una capacitación continua y apropiada que combine la teoría con la práctica y que se ajuste a las necesidades actuales, de manera que no se limite al estudio de aspectos instrumentales de la tecnología (Cabero y Barroso, 2016). La transformación no solo consiste en incorporar la tecnología en el aula, sino en saber cómo emplearla en pro de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, considerando las dificultades para resolver problemas, dificultades en los procesos de abstracción, entre otras (Herrera et al., 2023). Por lo tanto, los profesores deben fortalecer sus competencias digitales y asumir una postura más dinámica, adaptando las estrategias pedagógicas a las características y necesidades de los alumnos.

Recursos Digitales En La Educación Matemática

Los recursos digitales en la educación matemática son aquellas herramientas, material o contenido digital diseñado o modificado con el fin de apoyar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Palmer, 2022). Estos se diferencian de las TIC en la medida en que están diseñados específicamente para trabajar contenidos matemáticos. Estos recursos incluyen videos, software interactivo, plataformas en línea, videojuegos educativos, y tienen como propósito hacer el aprendizaje más accesible, interactivo y personalizado para el alumnado (Engelbrecht et al., 2020). Autores como Lebenicnik y Istenic (2018), proponen una definición amplia que abarca desde libros electrónicos, videos, simuladores y tutoriales, hasta plataformas virtuales, bases de datos, foros colaborativos o sistemas de evaluación automatizados. Lo que distingue a estos recursos no es solo

su formato, sino su integración pedagógica y su potencial para enriquecer el aprendizaje, adaptarse a diferentes disciplinas y promover la autonomía del estudiante.

En el contexto latinoamericano, las políticas educativas han reconocido el potencial de estos recursos para superar desigualdades estructurales en el acceso a la educación. Sin embargo, como señala la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el simple acceso a dispositivos o conectividad no garantiza su implementación en los entornos escolares; es necesario que los docentes desarrollen habilidades pedagógicas para su integración efectiva (CEPAL y UNESCO, 2020). En este sentido, el énfasis se desplaza hacia la segunda brecha digital, es decir, la capacidad de los docentes para utilizar las TIC con fines pedagógicos y transformadores.

En la educación matemática, la producción y adaptación de estos recursos adquiere un papel central, puesto que ofrecen oportunidades para personalizar, dinamizar e innovar en la educación matemática, pero su impacto depende en gran medida de la formación docente y de su integración pedagógica (Pepin et al., 2017). Con relación a esto, los autores Trgalová y Tabach (2024) introducen el concepto de Capacidad de Diseño de Recursos Digitales (DRDC), el cual se refiere a la habilidad de los profesores para diseñar, seleccionar, adaptar y reflexionar sobre los recursos digitales de forma pedagógica y disciplinar. Esta competencia abarca habilidades como determinar los conocimientos matemáticos en cuestión, evaluar la aplicabilidad del recurso a los objetivos de aprendizaje y adaptarlo a las exigencias del aula. Según este marco, los aspirantes a profesores de matemáticas deben ser capaces de diseñar críticamente los recursos digitales, incorporarlos a prácticas docentes que merezcan la pena y saber cómo utilizarlos.

De este modo, los recursos educativos digitales en matemáticas no pueden ser vistos como accesorios, sino como herramientas con un fuerte potencial didáctico, que exigen del docente una reflexión profunda sobre su uso, adecuación y función en el aprendizaje (Bringas et al., 2021). La formación docente debe, por tanto, propiciar experiencias auténticas de análisis, uso y diseño de estos recursos, como parte del desarrollo profesional necesario para enseñar matemáticas en la era digital.

En el escenario actual de la educación matemática, los recursos digitales adquieren un papel relevante en los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo tanto, es necesario contar con un marco que permita comprender la articulación entre tecnología, pedagogía y contenido. Por consiguiente, el modelo TPACK ofrece una base teórica que intenta analizar dicha integración en la formación y la práctica docente.

Modelo TPACK

El modelo del Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y del Contenido, identificado por sus siglas en inglés como TPACK, formulado por Mishra y Koehler (2006), tiene por objetivo reflexionar sobre los diferentes modelos de conocimientos que los profesores deben adquirir para poder incorporar la tecnología de forma eficaz en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Este modelo se basa en la premisa de que los profesores deben desarrollar tres tipos de conocimiento para llevar a cabo esta acción, los cuales son: tecnológico, pedagógico y disciplinar. “La interacción de estos cuerpos de conocimiento, tanto teórica como práctica, produce los tipos de conocimiento flexible necesarios para integrar con éxito el uso de la tecnología en la enseñanza” (Koehler y Mishra, 2009, p.60) [Traducción propia].

El modelo TPACK tiene su fundamento en la teoría del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) propuesta por Shulman (1986), el cual argumenta que el conocimiento docente no se debe limitar a un dominio disciplinar específico, sino que también debe de integrar estrategias pedagógicas que permitan la enseñanza de una disciplina de manera efectiva. El PCK surge de la

intersección entre el Conocimiento del Contenido (CK) y el Conocimiento del Contenido Pedagógico (PK).

Conocimiento del Contenido (CK)

El Conocimiento del Contenido se refiere al dominio conceptual, teórico y procedimental de una disciplina sin considerar su aplicación en la educación (Shulman, 1986). El CK implica comprender conceptos fundamentales, estructuras teóricas desde una perspectiva científica, sin involucrar estrategias didácticas ni contextos educativos (Ball et al., 2008).

En el caso de las matemáticas, por ejemplo, el conocimiento del contenido incluiría los conceptos matemáticos, procedimientos como el uso de demostraciones, la aplicación de teoría para la resolución de problemas mediante su formulación, modelación y validación de los resultados.

Conocimiento Pedagógico (PK)

Este conocimiento está relacionado con los procesos y métodos de enseñanza y aprendizaje. También abarca las dinámicas del aula, las teorías de instrucción, la evaluación y la gestión del aprendizaje, el manejo de estrategias didácticas, los modelos de enseñanza, y teorías de aprendizaje, entre otros aspectos (Mishra y Koehler, 2006). Un profesor con un buen dominio del conocimiento pedagógico está en capacidad de comprender cómo adquieren y construyen el aprendizaje los alumnos y cómo desarrollan actitudes positivas y buenos hábitos hacia el aprendizaje (Koehler y Mishra, 2009).

Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK)

El Conocimiento Pedagógico del Contenido es el resultado de la interacción entre el CK y el PK, lo que permite a los docentes transformar el contenido disciplinar para su enseñanza. Esta transformación ocurre en la medida en que el profesor comprende el tema, lo interpreta, encuentra diferentes formas de representarlo y lo adapta según las necesidades de los alumnos (Shulman, 1986).

En este sentido, un profesor con un buen desarrollo del PCK no solo domina la disciplina que imparte, sino que además es capaz de anticipar errores conceptuales recurrentes en los alumnos, diseñar estrategias didácticas para facilitar el aprendizaje y tiene la capacidad de adaptar el contenido al contexto de los estudiantes (Cochran et al., 1993).

Conocimiento Tecnológico (TK)

El elemento innovador que configura el Modelo TPACK es la inclusión del Conocimiento Tecnológico (TK), introducido por Mishra y Koehler (2006). Este conocimiento está siempre en constante cambio debido al continuo avance de la tecnología, por lo cual no precisa de una definición; aun así, está relacionado con el dominio teórico y práctico de las tecnologías, así como con la actualización en el uso y aplicación de estas. Cuando el TK se interseca con el CK y el PK, da origen a tres tipos de conocimiento que son los que configuran el modelo TPACK. A continuación, se describe cada uno:

Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)

La tecnología y el conocimiento han estado vinculados a través de la historia, avances en el campo de la medicina y la ciencia han coincidido con el desarrollo de nuevas tecnologías que permiten el análisis y manipulación de las investigaciones de una manera satisfactoria (Koehler y Mishra, 2009). Por ejemplo, en las matemáticas, la primera demostración del Teorema de los

Cuatro Colores dependió del uso de computadoras, lo que posibilitó nuevas formas de validación en la investigación matemática.

El TCK implica comprender cómo la tecnología puede influir en la transformación de las formas en cómo se representa, se comunica y se aprende un contenido específico; no basta solo con dominar la disciplina que se imparte, sino que también es necesario conocer cómo el uso de las herramientas tecnológicas puede cambiar la naturaleza del contenido y sus formas de enseñanza (Koehler y Mishra, 2009). Por ejemplo, el uso de calculadoras virtuales como Desmos o Symbolab permite representar funciones que dependen de tres variables, lo cual permite manipular y estudiar propiedades que difícilmente se pueden apreciar si se realizan de forma tradicional.

Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK)

El TPK es una comprensión de cómo las tecnologías pueden cambiar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este conocimiento también incluye la capacidad para saber qué herramientas tecnológicas son adecuadas en relación con los diseños y estrategias pedagógicas, según la disciplina a enseñar (Mishra y Koehler, 2006). Este conocimiento no solo implica estar al tanto de las tecnologías disponibles, sino que requiere también comprender el impacto que éstas pueden generar en el aula, especialmente en el momento de la interacción con los alumnos y en la implementación de estrategias didácticas (Angeli y Valanides, 2009).

Los profesores necesitan ver más allá del uso común de la tecnología, deben ser capaces de reconfigurarla con propósitos pedagógicos personalizados según sus intereses. Por lo tanto, se requiere de una búsqueda creativa, de tener la mente abierta respecto a las posibilidades de la tecnología, con el objetivo de avanzar en el aprendizaje y comprensión de los alumnos (Koehler y Mishra, 2009).

Un docente con un buen nivel de TPK es capaz de identificar las herramientas tecnológicas que pueden potenciar un determinado método de enseñanza, de identificar cómo afectan las dinámicas de la clase, y de qué manera pueden adaptarse a diferentes niveles de aprendizaje.

Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK)

El modelo TPACK se constituye como la intersección e interacción de los conocimientos tecnológico pedagógico (TPK), tecnológico del contenido (TCK) y el conocimiento pedagógico del contenido (PCK). Este modelo no considera de manera aislada los diferentes conocimientos que lo integran, puesto que no se propone dominar las herramientas digitales, el conocimiento disciplinar o las estrategias pedagógicas por separado (Almenara, 2016), por lo cual, se reconocen los desafíos que implica la enseñanza mediante las TIC. En este sentido, según Mishra y Koehler (2006), el TPACK representa una forma especializada de conocimiento profesional que permite al profesor representar conceptos por medio de la tecnología y, al mismo tiempo, seleccionar estrategias adecuadas a ella que permitan comprender cómo las herramientas pueden facilitar el aprendizaje, considerando las dificultades propias de los contenidos y las características del alumnado.

La tríada que constituye el modelo TPACK es dinámica y contextual, en el sentido de que la vinculación de nuevas tecnologías puede influir en la modificación no solo de los medios disponibles para la enseñanza, sino también en las decisiones pedagógicas y el enfoque sobre los contenidos. Así, el TPACK no determina soluciones únicas, sino que invita a construir estrategias específicas según el contexto, el contenido y los recursos disponibles (Zambrano, 2017)

En el campo de la educación matemática, este modelo resulta pertinente puesto que permite analizar el tipo de conocimiento que manifiestan los profesores en ejercicio y los futuros profesores, al integrar las TIC en la enseñanza de conceptos matemáticos, los cuales involucran

abstracciones complejas, representaciones simbólicas y gráficas, y razonamientos formales. Por lo tanto, se requiere de una articulación cuidadosa entre tecnología, pedagogía y contenido. Esto convierte el modelo TPACK en un lente que permite valorar la enseñanza de las matemáticas mediada por las TIC (Demeshkant, et al., 2022; Niess, 2005).

Metodología

Esta investigación se sitúa dentro del paradigma interpretativo, puesto que se quiere comprender situaciones particulares en un contexto (Muñoz-Catalan, 2009), desde un enfoque cualitativo, a través del cual se pretende interpretar los significados desde el punto de vista de los propios participantes (Creswell, 2012).

Por lo tanto, para el desarrollo de esta investigación se emplea un diseño de tipo exploratorio-descriptivo, el cual, como sostiene Creswell (2009), resulta adecuado cuando se abordan fenómenos que han sido poco explorados y se busca ofrecer un punto de vista de sus características. Es así como, siguiendo este enfoque, se pretende abordar la siguiente pregunta que guía la investigación: ¿Qué conocimiento manifiestan los estudiantes para profesor de matemáticas de la Universidad de Antioquia sobre el uso de las TIC en sus prácticas profesionales, según el modelo TPACK?

Para abordar la pregunta de investigación, el estudio se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta, por medio de la plataforma Google Forms, a 20 estudiantes que actualmente se encuentran cursando los últimos semestres de la carrera de licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Antioquia. Esto con la intención de que quienes participen de esta investigación hayan cursado asignaturas como Seminario de Investigación I, Seminario de Investigación II, y Práctica Pedagógica VI, asignaturas en las cuales experimentan, manipulan y reflexionan con mayor profundidad sobre el uso de las TIC en su práctica docente, concretamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

La metodología planteada se enfoca en dos objetivos específicos. El primero consiste en describir los conocimientos de los estudiantes sobre aspectos tecnológicos, pedagógicos y matemáticos, desde los dominios del modelo TPACK. Para recolectar esta información se aplicará una encuesta mixta semiestructurada, diseñada a través de Google Forms, que combina preguntas cerradas (tipo Likert y de opción múltiple) con preguntas abiertas. La intención es identificar el conocimiento que los estudiantes demuestran poseen de forma individual por cada uno de estos contenidos.

Para garantizar la validez de la encuesta se realizó una validación de contenido mediante la revisión y retroalimentación de dos profesores expertos del máster. Esto permitirá detectar posibles errores de redacción o ambigüedades en las preguntas, de modo que se puedan ajustar antes de su aplicación definitiva.

El segundo objetivo se enfoca en reconocer las formas en que los estudiantes integran las TIC en su práctica profesional, en el marco del modelo TPACK. Por eso, dentro de la encuesta se han diseñado ítems específicos que buscan captar datos sobre las interacciones clave del modelo: tecnología-contenido (TCK), pedagogía-contenido (PCK), y tecnología-pedagogía (TPK). En este sentido, se puede pensar en cruzar la información de respuestas de los diferentes dominios del TPACK para estudiar la interacción entre estos, por ejemplo, la pregunta 5.2 indaga sobre cómo los futuros docentes integran tecnologías digitales para enseñar contenidos matemáticos, la cual pertenece al dominio TCK; y la pregunta 6.2 aborda cómo los futuros profesores adaptan las tecnologías a sus decisiones didácticas, esta última se enmarca en el dominio PCK, lo que permite

observar posibles relaciones entre la integración del uso de las TIC y las decisiones pedagógicas que los estudiantes manifiestan en su planificación docente.

En esta fase también se espera obtener ejemplos concretos de integración tecnológica, así como opiniones sobre los efectos que ésta tiene en el aula, incluyendo las dificultades que hayan podido surgir.

A través de esta metodología se pretende responder a los objetivos propuestos y comprender con mayor claridad cómo articulan los futuros docentes sus conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares, y, sobre todo, qué tan preparados o capacitados se sienten para integrar las TIC en su futura labor docente.

Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de las respuestas proporcionadas por los estudiantes para profesor de matemáticas (EPPM) de la Universidad de Antioquia sobre el uso de las TIC en sus prácticas profesionales, enmarcadas dentro del modelo TPACK. Los resultados se presentan según los diferentes dominios de conocimiento del modelo.

Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico (TK)

Los EPPM manifiestan un nivel de competencia tecnológica alto en el manejo de herramientas tecnológicas. Al preguntar a los EPPM “¿Cómo evaluarías tu nivel de competencia en el uso y manejo de herramientas tecnológicas?” Los que se ubican en el nivel alto manifiestan que se desenvuelven bien con las herramientas tecnológicas y pueden aprender el manejo de otras con facilidad, en el nivel muy alto manifiestan que son capaces de utilizar diversas herramientas tecnológicas con fluidez. Esta tendencia se repite al valorar su capacidad para aprender a manejar nuevas herramientas tecnológicas, donde más del 50 % manifiesta que se adaptan al uso de nuevas tecnologías y puede aprender a usarlas con facilidad. Respecto a la actualización en nuevas tecnologías cuando se les preguntó “¿Con qué frecuencia investigas y te mantienes actualizado sobre las últimas herramientas tecnológicas?”, la mayoría de los EPPM respondió que lo hacen frecuentemente y que buscan información con el fin de actualizar sus conocimientos tecnológicos.

En cuanto a las herramientas utilizadas, destacan el uso de recursos ofimáticos como Excel, Word, PowerPoint y Canva, empleados para organizar información, diseñar materiales o crear presentaciones. También se reporta el uso frecuente de herramientas audiovisuales como CapCut, YouTube y TikTok, utilizadas para generar contenidos visuales en el aula.

Respecto a herramientas aplicadas a contenidos matemáticos, sobresalen GeoGebra, Phet, Desmos y Tinkercad, usadas para representar funciones, construir figuras geométricas o hacer modelación 3D. GeoGebra fue la más mencionada, destacada por su utilidad gráfica e interactiva. Algunos EPPM también indicaron el uso de Python, Matlab y herramientas de robótica educativa.

Además, se mencionaron recursos como Scratch y Wolfram Alpha, vinculados a la enseñanza de programación y álgebra computacional. Un estudiante comentó: “El uso de Wolfram Alpha, GeoGebra, IA (ejemplo ChatGPT) y Scratch me ha permitido diseñar actividades más creativas y resolver problemas personales de cálculo o visualización” (E6), lo que refleja la diversidad en el repertorio digital de algunos participantes.

Manifestaciones del Conocimiento del Contenido (CK)

Los EPPM manifiestan niveles de dominio del contenido matemático entre un nivel intermedio y alto, donde un nivel intermedio se refiere a que maneja bien el tema y está en

capacidad de resolver y explicar ejercicios típicos y el nivel alto hace referencia a la capacidad de resolver problemas complejos y explicarlos con claridad, los contenidos matemáticos incluidos en el cuestionario, específicamente: aritmética, álgebra, geometría, lógica, cálculo, estadística, resolución de problemas, modelación matemática y demostraciones. Las áreas donde manifiestan mayor dominio son álgebra y aritmética: 9 estudiantes se ubican en el nivel más alto en álgebra y 8 en aritmética, seguidos por lógica, geometría y cálculo.

En relación con la resolución de problemas, la modelación matemática y la estadística, los estudiantes manifiestan un nivel de conocimiento entre intermedio y alto, aunque con mayor variabilidad en las respuestas respecto a otras áreas. La autopercepción en estos contenidos es menos homogénea y se distribuye entre distintos niveles. Además, estas tres áreas fueron las únicas en las que se registraron selecciones en el nivel más bajo de percepción, correspondiente a estudiantes que indicaron tener dificultades para comprender los temas o dudas al abordarlos. En concreto, una respuesta se ubicó en resolución de problemas, una en estadística y cuatro en modelación matemática.

Respecto a la comprensión y construcción de demostraciones cuando se les pregunto “¿Qué nivel de dominio consideras que tienes respecto a la comprensión y construcción de demostraciones matemáticas?”, las respuestas se centraron principalmente en dos niveles, siete estudiantes afirman entender las demostraciones y reproducir algunas con ayuda mínima, mientras que seis indican comprender la lógica general, aunque con dificultades para construirlas por sí mismos.

En cuanto al uso de métodos matemáticos en la resolución de problemas, las respuestas se dividen entre los niveles “a veces” y “frecuentemente”, sin que predomine claramente uno sobre otro.

Manifestaciones del Conocimiento Pedagógico (PK)

En cuanto a la evaluación del rendimiento académico del alumnado, se observa que el uso de pruebas escritas es el método más empleado para evaluar, el cual fue seleccionado por 15 EPMM como herramienta habitual. No obstante, también se identifica un uso significativo de recursos digitales como Kahoot, Quizizz y Socrative, utilizados por 12 EPMM, lo que evidencia una combinación entre estrategias tradicionales y tecnologías en proceso de evaluación.

Respecto a la capacidad de adaptar la enseñanza a distintos estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico), la mayoría indica hacerlo “casi siempre” (8) o “a veces” (5), mientras que solo uno lo hace “rara vez”. Esta disposición se vincula con los enfoques pedagógicos que los EPMM afirman conocer, entre los que destacan el constructivista, el enfoque por competencias, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el sociocultural, el conductista, así como enfoques activos como gamificación y STEAM.

En cuanto a la implementación, varios estudiantes mencionan aplicar enfoques como el constructivista, por competencias, el sociocultural y el ABP, adaptando su uso según el grupo o el contexto. Como ejemplo, un estudiante señala: “Principalmente conductismo y por competencias, dependiendo el grupo al que le dé clase” (E2), mientras que otro escribe: “Todo depende del contexto y las condiciones, a veces hay clases tradicionales, pero también aplico ABP y STEAM” (E9). También se mencionan limitaciones para aplicar ciertos enfoques, como la falta de tiempo, recursos o desconocimiento. En palabras de un EPMM: “De pronto no utilizo otro enfoque por desconocimiento” (E14).

Manifestaciones del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK)

En relación con los enfoques pedagógicos utilizados para enseñar matemáticas de manera efectiva, los EPMM mencionan una variedad de propuestas. Entre las respuestas, se identifican

enfoques como el constructivista, por competencias, sociocultural, socio-constructivista, conductista, socio-crítico, experiencial, aprendizaje situado, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), así como el uso de tecnología como apoyo metodológico, algunos enfoques se repiten en el dominio PK, puesto que este dominio guarda relación con el PCK; por ejemplo, E4 señala: “Trabajo mediante el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos y se intenta relacionar de manera directa los conceptos matemáticos con la vida de los estudiantes para lograr un aprendizaje significativo, además de ilustrar la importancia de las matemáticas en diferentes aspectos de la vida y la naturaleza”.

También se mencionan formas de trabajo específicas, como actividades de investigación guiada, tareas abiertas, trabajo colaborativo, y el uso de recursos digitales, videos o analogías, integrados dentro de distintos enfoques pedagógicos. En lo que respecta a la capacidad para adaptar sus enfoques pedagógicos según el nivel del alumnado, la mayoría de los EPMM señala que lo hace con frecuencia, aunque algunos indican que lo aplican solo en determinadas ocasiones. De manera similar, varios estudiantes afirman que diseñan actividades interactivas y prácticas para facilitar la comprensión de conceptos matemáticos, mientras que otros indican que lo hacen con menor regularidad.

Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)

En cuanto al uso de tecnologías que los EPMM consideran útiles para enseñar y comprender contenidos matemáticos, GeoGebra destaca nuevamente como la herramienta más mencionada y la que más utilizan, especialmente por su carácter visual e interactivo. E18 menciona: “Geogebra la empleo para realizar construcciones geométricas que apoyen explicaciones, para visualizar cuerpos geométricos, polígonos regulares, líneas notables, etc.”. Y E4 dice “Geogebra lo utilizo para ilustrar ideas y experimentar con mis alumnos”. Le siguen PhET y Python, y aparecen también propuestas menos convencionales que cada estudiante refiere desde su experiencia, como Wordwall, Google Colab, CODAP, Gimkit, Gcompris, Lego Builder, Mozaik y Friv educativo. En términos de frecuencia, solo tres estudiantes señalan usarlas rara vez, mientras que el resto indica un uso frecuente, ocasional o constante.

Respecto a sus preferencias, GeoGebra es la herramienta favorita para trabajar tanto en clase como en proyectos propios. A propósito, E5 afirma: “Me gusta porque permite explorar conceptos de forma visual y dinámica, y los estudiantes pueden interactuar con los objetos matemáticos”. También se valoran PhET, por sus simulaciones interactivas (E17), y Python, por sus posibilidades para animar y representar fenómenos matemáticos (E15). Otros recursos mencionados incluyen Excel, Tinkercad, Mozaik y Wolfram Alpha, empleados en función de sus características para organizar, modelar o visualizar información matemática.

Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK)

Los EPMM frente a la frecuencia de selección e implementación de tecnologías para favorecer el aprendizaje del alumnado, las respuestas se concentran principalmente en las opciones “frecuentemente” y “a veces”. La opción menos elegida fue “nunca”, reportada por un solo estudiante. Algo similar ocurre al referirse a su capacidad para adoptar una mirada crítica sobre el uso de las tecnologías en clase: la mayoría señala que lo hace “a veces” o “casi siempre”, mientras que la opción “siempre” fue seleccionada por un número más reducido.

Entre las respuestas abiertas, varios EPMM relatan experiencias formativas que los han llevado a pensar de forma más consciente en el papel de la tecnología. E5 expresa: “Durante la formación he aprendido a cuestionar si la tecnología realmente aporta al aprendizaje, y a buscar maneras de integrarla”. Por su parte, E16 indica que ha reconocido cómo la tecnología puede

favorecer la motivación y la participación, así como habilidades como la argumentación y el pensamiento crítico. Estas respuestas muestran que, aunque no todos reflexionan de la misma manera, sí hay indicios de análisis pedagógico respecto al uso de las TIC.

Manifestaciones del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK)

En relación con la capacidad de diseñar lecciones que integren el conocimiento matemático, la tecnología y enfoques pedagógicos dentro del modelo TPACK, los estudiantes para profesor de matemáticas (EPPM) reportan distintos niveles de frecuencia. Ocho indican que lo hacen frecuentemente, siete mencionan que lo realizan a veces y tres señalan que siempre. Frente a la creación de materiales que articulen los tres componentes del modelo, las respuestas disminuyen en frecuencia: siete estudiantes afirman hacerlo a veces, seis con frecuencia, tres raras veces, uno siempre y uno nunca.

Cuando se les pregunto “¿Qué herramientas tecnológicas consideras que ayudan a enseñar matemáticas de manera efectiva, combinando contenido matemático y enfoques pedagógicos?”, GeoGebra es nuevamente la más mencionada, seguida de PhET y Kahoot. Además, se mencionan recursos menos frecuentes como Micro:bit y Merge Cube, este último en el contexto del uso de realidad aumentada, en esta pregunta E5 manifiesta: “GeoGebra, Moodle y simuladores interactivos como Desmos, porque permiten conectar la teoría matemática con experiencias visuales y prácticas”. Respecto al interés por recibir formación en el uso de TIC aplicadas a la enseñanza, nueve estudiantes manifiestan estar muy interesados, ocho totalmente interesados y uno medianamente interesado.

Discusión y análisis de resultados

Los resultados obtenidos permiten identificar manifestaciones e indicios de conocimiento de los dominios del modelo TPACK por parte de los EPPM respecto al dominio de las TIC y la integración de estas en su práctica profesional.

Dominio del Conocimiento Tecnológico (TK)

Los resultados muestran que la mayoría de los participantes manifiestan tener un buen dominio y se sienten capacitados en el uso de herramientas tecnológicas, También manifiestan que se actualizan de manera frecuente respecto al surgimiento de nuevas tecnologías. Este resultado es acorde con lo propuesto por Mishra y Koehler (2006), el dominio del conocimiento tecnológico no solo implica el uso instrumental de la tecnología, sino también la disposición para capacitarse y aprender a emplear las nuevas herramientas.

La actualización en nuevas tecnologías y el uso de herramientas como GeoGebra, Python o simuladores como PhET para abordar contenidos matemáticos en sus prácticas, evidencia que el conocimiento tecnológico de los EPPM va más allá de un uso meramente instrumental. Estas herramientas son empleadas también con fines pedagógicos y disciplinares, como se refleja en las respuestas a la pregunta: “¿Cuáles son las herramientas tecnológicas que mejor manejas y para qué las utilizas?” Por ejemplo, E2 manifiesta que utiliza GeoGebra y PhET “principalmente para incorporar el componente geométrico en las clases, como lo puede ser el trazado de gráficas que modelan una situación determinada”. Por su parte, E4 señala: “Principalmente uso GeoGebra para visualizar funciones y resolver problemas de geometría dinámica; también utilizo Excel para analizar datos en actividades de estadística, y Moodle para gestionar tareas y evaluaciones”. Estas respuestas dan indicios de un acercamiento progresivo a los dominios TCK y TPK.

Dominio del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)

Los EPPM reconocen la capacidad que estas herramientas tienen para representar y ayudar a comprender los contenidos matemáticos. GeoGebra, por ejemplo, destaca como la herramienta que más utilizan los EPPM por su fácil acceso y capacidad para la visualizar conceptos matemáticos. E10 menciona: “GeoGebra, es una herramienta que se presta para la aprehensión de los conceptos matemáticos, en este caso, de funciones. Es fácil de manejar y de interactuar con ella”. Esto refuerza su papel como el recurso más empleado, lo cual da indicios de que poseen conocimiento tecnológico del contenido (TCK), en línea con lo propuesto por Niess (2005) y Koehler y Mishra (2009), quienes resaltan la capacidad de la tecnología para transformar la representación del conocimiento disciplinar. Asimismo, la implementación de plataformas como Scratch, Wolfram Alpha y Python refleja un acercamiento a recursos que permiten potenciar la creatividad, el pensamiento computacional y la modelación matemática.

Dominio del Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK)

Esta variedad de herramientas que los EPPM emplean les permite también explorar sus potencialidades didácticas. Por ejemplo, E4 menciona: “En mi formación tuve cursos que me permitieron interactuar con diferentes herramientas digitales para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, de esta manera, me familiaricé con ellos y pude identificar la potencialidad que representan para la enseñanza de las matemáticas”. Este hallazgo puede interpretarse como indicios del desarrollo del conocimiento tecnológico pedagógico (TPK), entendido como la capacidad de seleccionar, adaptar e integrar tecnologías de manera coherente con los objetivos de enseñanza y las estrategias pedagógicas. Como señalan los autores Mishra y Koehler (2006), el TPK no implica únicamente el dominio técnico de una herramienta, sino la habilidad de elegir con criterio qué tecnología resulta más pertinente para una tarea educativa específica, considerando tanto la naturaleza del contenido como las necesidades del alumnado.

Dominio del Conocimiento del Contenido (CK)

Los EPPM manifiestan un dominio intermedio y alto donde el nivel intermedio se refiere a que el estudiante maneja bien el tema y está en capacidad de resolver y explicar ejercicios típicos y el nivel alto hace referencia a la capacidad de resolver problemas complejos y explicarlos con claridad en diversas áreas de las matemáticas, destacando un buen nivel de autopercepción en áreas como álgebra, aritmética y geometría. Sin embargo, en contenidos como modelación matemática, realización de demostraciones y resolución de problemas se registran niveles bajos de autopercepción este nivel se entiende como las dudas y dificultades que presenta el EPPM al abordar un área en concreto. Este fenómeno puede estar relacionado con complejidad inherente a estos procesos, los cuales exigen no solo comprensión conceptual, sino también la capacidad para conectar los saberes matemáticos con situaciones reales (Ball et al., 2008).

Dominio del Conocimiento Pedagógico (PK)

Se identifica que los EPPM conocen diferentes enfoques educativos y muestran disposición para adaptar sus prácticas a los estilos de aprendizaje de sus estudiantes como lo manifiesta E7: “Conozco las metodologías conductista, cognitivista, constructivista, sociocultural y crítico. Creo que los implemento todos, aunque unos más que otros. Por ejemplo, el crítico, el constructivista y el sociocultural los implemento más que el conductista, debido a que me interesa más la comprensión de un tema en contexto, que la memoria. O me interesa más el aprendizaje guiado que las clases tradicionales”. Sin embargo, también se observa que la aplicación de estas metodologías o enfoques depende del contexto, del grupo de estudiantes y de las condiciones

institucionales donde llevan a cabo su práctica profesional, lo que indica una toma de decisiones didácticas flexible pero no siempre fundamentadas de manera crítica. De hecho, algunos EPPM reconocen que el desconocimiento o la falta de tiempo son limitantes a la hora de implementar enfoques como lo manifiestan E8: “Todo depende el contexto y las condiciones, a veces hay clases tradicionales pero también aplicó ABP y STEAM, además, trato de buscar que el estudiante se involucre en su aprendizaje” y E18: “Algunos no los implemento tan seguido debido a la visión pedagógica de la institución, a las variables del contexto, los tiempos y los materiales requeridos”. Lo que evidencia la necesidad de fortalecer la articulación entre la teoría pedagógica y la práctica.

Dominio del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK)

Al analizar las respuestas relacionadas con el conocimiento pedagógico del contenido (PCK), se identifican intentos por conectar los conceptos matemáticos con experiencias significativas para los estudiantes, mediante el uso de analogías, tareas abiertas o actividades de investigación, como, por ejemplo, cuando un E6 señala que utiliza Excel para el manejo de datos y la elaboración de gráficas, lo que sugiere un potencial para trabajar procesos de modelación o análisis funcional. Otro caso representativo es el uso de GeoGebra como apoyo gráfico en geometría, lo cual permite a los estudiantes explorar propiedades de las figuras a través de la manipulación directa, favoreciendo el desarrollo del pensamiento espacial y la construcción de conjeturas. Estas prácticas evidencian una preocupación por hacer las matemáticas más comprensibles, contextualizadas y relevantes. En este sentido, el PCK se presenta como un dominio en construcción, con potencial para enriquecerse si se acompaña de orientaciones metodológicas específicas y espacios de experimentación (Shulman, 1986).

Dominio del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK)

En cuanto a la integración global de los tres componentes del modelo (TPACK), se observa que los estudiantes manifiestan tener la capacidad de diseñar clases que articulan contenido matemático, tecnología y pedagogía, aunque con distintas frecuencias y niveles de profundidad, como se evidencia en los resultados, donde predominan las respuestas en las opciones “frecuente” y “a veces”. Respecto a las herramientas que los EPPM consideran adecuadas para diseñar clases que integren tecnología, conocimiento matemático y enfoques pedagógicos, nuevamente GeoGebra destaca como la más mencionada. Por ejemplo, E5 afirma: “GeoGebra, Moodle y Desmos permiten combinar el contenido matemático con estrategias pedagógicas efectivas, ya que facilitan la visualización, la interacción y la gestión del aprendizaje de forma dinámica y centrada en el estudiante”. En cuanto al interés por recibir formación adicional en profundización de herramientas que sirvan para lograr esta integración en el aula, 14 EPPM manifiestan estar muy interesados, mientras que otros apenas comienzan a integrar estos componentes de forma consciente. Esta situación da cuenta de un desarrollo incipiente pero prometedor del TPACK, coherente con lo planteado por Koehler y Mishra (2009), quienes destacan que dicho conocimiento es contextual, flexible y en constante construcción.

Estos hallazgos permiten afirmar que los EPPM de la Universidad de Antioquia manifiestan una apropiación parcial de los distintos dominios del modelo TPACK, lo cual refleja avances importantes en su proceso de formación, pero también revela desafíos que deben ser atendidos por los programas universitarios para fortalecer la integración crítica y efectiva de las TIC en la enseñanza de las matemáticas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que los estudiantes para profesor de matemáticas de la Universidad de Antioquia se están formando en un entorno que favorece el uso de tecnologías con sentido pedagógico. Lejos de limitarse a un manejo netamente instrumental de la tecnología, muchos de los estudiantes muestran una apropiación crítica y creativa de herramientas digitales, particularmente aquellas vinculadas a la programación, modelación e inteligencia artificial. Esta apertura hacia tecnologías emergentes puede responder a las exigencias del contexto educativo actual, esto está en línea con lo propuesto por Cabero y Barroso (2016), quienes sostienen que la integración tecnológica debe trascender lo técnico e implicar decisiones pedagógicas en contexto. En este sentido, el uso de software como GeoGebra o Desmos revela una disposición a crear ambientes de aprendizaje interactivos y cercanos a los intereses del alumnado.

Esta disposición tecnológica contrasta con algunas debilidades observadas en relación con el dominio y enseñanza de ciertos contenidos matemáticos, especialmente aquellos que exigen mayor abstracción o procesos de modelación. Tal como señalan Ball et al. (2008), el conocimiento matemático para la enseñanza no solo implica saber la matemática, sino también comprender cómo representarla y comunicarla eficazmente. En este caso, se identifican vacíos conceptuales que podrían explicarse por prácticas formativas que priorizan la exposición teórica, dejando al estudiante la tarea de construir significados por su cuenta. Esta dinámica, aunque fomenta autonomía, puede afectar la profundidad del aprendizaje si no está acompañada por una reflexión pedagógica sostenida, como advierte Shulman (1986) al referirse a la importancia del conocimiento transformador en la enseñanza.

En conjunto, la investigación sugiere que los estudiantes para profesor de matemáticas cuentan con una base prometedora para integrar tecnología, pedagogía y contenido, pero aún enfrentan retos para articular estos saberes de manera coherente y contextualizada. La familiaridad con metodologías activas, la disposición a adaptar su enseñanza y el uso de recursos digitales con intención didáctica muestran un avance importante, aunque todavía en construcción. Tal como propone el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006), enseñar con tecnología no consiste en superponer saberes, sino en entretrejerlos de forma situada. De ahí que resulte necesario fortalecer la formación inicial mediante experiencias auténticas que desarrollen la capacidad de diseñar, adaptar y evaluar recursos digitales (Trgalová y Tabach, 2024), así como espacios de reflexión crítica que permitan a los futuros docentes tomar decisiones fundamentadas sobre cómo enseñar matemáticas en contextos mediados por lo digital.

Respecto a limitaciones encontradas, una de estas fue el reducido tamaño de la muestra, ya que el estudio se enfocó exclusivamente en la Universidad de Antioquia y eran pocos los estudiantes que, en ese momento, se encontraban cursando los últimos semestres y que además hubieran completado los cursos relacionados con el estudio de las TIC. De aproximadamente 30 estudiantes que cumplían con los criterios, solo 20 participaron en la investigación.

En segundo lugar, en el diseño del formulario de Google no se consideraron preguntas que habrían permitido comprender mejor los conocimientos manifestados por los EPPM en los dominios del TPK y el TCK. En estos dos ámbitos se registró menor información, lo cual dificultó el análisis. Aunque el instrumento facilitó identificar ciertas aproximaciones al modelo TPACK, en varios casos no fue posible hablar de conocimiento consolidado, sino de indicios o aproximaciones generales.

Además, La encuesta fue aplicada de manera virtual, dado que los estudios de máster, así como el desarrollo y planificación de la mayor parte del trabajo, se llevaron a cabo desde España, mientras que los encuestados se encontraban en Colombia. Para una futura investigación, se sugiere

incluir entrevistas presenciales y observación directa de algunas prácticas docentes. La modalidad virtual del cuestionario y su aplicación asincrónica pudieron influir en la profundidad y claridad de las respuestas, en especial en las preguntas abiertas que requerían mayor elaboración por parte de los participantes.

Con base en lo encontrado en esta investigación y considerando las limitaciones ya mencionadas, se pueden plantear algunas recomendaciones que sirvan para mejorar futuros trabajos similares o, incluso, la misma formación de docentes en TIC aplicadas a la enseñanza de matemáticas bajo el modelo TPACK. Por ejemplo, habría que pensar en instrumentos de recolección que vayan más allá del cuestionario tradicional. Preguntas abiertas, situadas en escenarios reales de aula, podrían ayudar a que los estudiantes expliquen con mayor detalle qué hacen, cómo lo hacen y por qué. Esto, en particular, permitiría explorar en mayor profundidad dominios como el TCK y TPK.

Por otro lado, los programas de formación deberían ofrecer más espacios donde los futuros docentes puedan explorar las herramientas tecnológicas, pero no solo aprender a usarlas, sino también entender cómo pueden aplicarse de forma pedagógica. Muchos estudiantes dijeron que les interesa este tema, pero el interés no basta si no hay una formación que realmente conecte lo técnico con lo didáctico.

También habría que prestar más atención a ciertos temas matemáticos que, según lo reportado, resultan difíciles para los EPPM. La modelación, las demostraciones y la resolución de problemas parecen ser áreas que necesitan reforzarse, y no solo desde la teoría, sino pensadas para que puedan enseñarse con sentido en el aula. Tal vez sea necesario revisar cómo se enseñan estos temas en la universidad.

Por último, sería ideal que en los espacios de práctica los EPPM tuvieran oportunidades reales de integrar contenido, pedagogía y tecnología. Esto se podría lograr si los programas promueven proyectos o diseños de clase que incluyan estos tres componentes desde el inicio. La experiencia directa, combinada con una reflexión crítica, ayudaría a consolidar ese conocimiento complejo que representa el TPACK.

En cuanto a futuras líneas de investigación, queda abierta la posibilidad de realizar estudios similares a una escala más amplia, donde se incluyan otras universidades que también ofrezcan el pregrado en Licenciatura en Matemáticas. Con la finalidad de ver si las tendencias encontradas aquí se repiten en otros contextos formativos o si aparecen diferencias marcadas según el enfoque institucional, los recursos disponibles o incluso el tipo de acompañamiento que reciben los estudiantes durante sus prácticas. También valdría la pena mirar cómo influyen variables como la modalidad (presencial o virtual), el acceso a tecnologías en las instituciones de práctica o la experiencia previa de los estudiantes con herramientas digitales.

Referencias

- Almenara, J. (2016). *La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK*. Ibérica.
- Álvarez-Flores, E. P., Núñez-Gómez, P., y Rodríguez Crespo, C. (2017). Adquisición y carencia académica de competencias tecnológicas ante una economía digital. *Revista Latina de Comunicación Social*, 72, 540–559. <https://doi.org/10.4185/rlds-2017-1178>
- Angeli, C., y Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers and Education*, 52(1). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.006>
- Ball, D. L., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bringas, S. E. W., Cazares, S. I., y Ordoñez, J. L. P. (2020). *Uso de recursos digitales por profesores de matemáticas en secundaria: un estudio exploratorio*. *Matemática, Educación e Internet*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.18845/rdmei.v21i1.5345>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016). Formación del profesorado en TIC: Una visión del modelo TPACK. *Culture and Education*, 28(3), 633–663. <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1203526>
- Calero-Cerna, J. I., y Veramendi-Vernazza, R. T. (2023). El uso de las TIC en las matemáticas: Una revisión sistemática de la literatura. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(26), e490. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1512>
- Carneiro, R., Toscano, J., y Díaz, T. (2021). *Organización dos Estados Ibero-americanos. Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Fundación Santillana.
- Castro, S., Guzmán, B., y Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus*, 13(23), 213–234.
- CEPAL & UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Chattopadhyay, T. K. (2025). ICT for teaching and learning of mathematics. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i01.37059>
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., y King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263–272. <https://doi.org/10.1177/0022487193044004004>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.

- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Cuetos, M. J., Grijalbo Fernández, L., Argüeso Vaca, E., Escamilla Gómez, V., y Ballesteros Gómez, R. (2020). Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2). <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26247>
- Demeshkant, N., Trusz, S., y Potyrała, K. (2022). Interrelationship between levels of digital competences and Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK): A preliminary study with Polish academic teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, 31(5), 579-595. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2022.2092547>
- Duarte, M. A. A., y Suárez, A. A. G. (2015). TIC en el currículo de matemáticas. Una orientación desde el marco de las políticas y proyectos educativos. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 8(1), 169-187.
- Effio, K. R. P. (2022). *Innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje con la metodología Flipped Classroom* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/26071>
- Engelbrecht, J., Llinares, S., & Borba, M. C. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM – Mathematics Education*, 52(5), 825–841. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>
- Hawlder, B., y Singha, A. (2023). Attitude of students towards ICT based mathematics education. *International Journal of Development Research*, 13(7), 63198–63202. <https://doi.org/10.37118/ijdr.26913.07.2023>
- Herrera, Y., Rada, E. M., López, M. E., y Blandón, J. J. (2023). Fortalecimiento de la competencia resolución de problemas a través de una secuencia didáctica mediante la herramienta Scratch en estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Gabriel Escorcía Gravini de Soledad, Atlántico. <https://doi.org/10.57799/11227/12047>
- Koehler, M., y Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://www.learntechlib.org/d/29544/>
- Lebenicnik, M., y Istenic, A. (2018). The online learning resources definition and students' use in higher education across disciplines. In *Innovative Technologies and Learning: First International Conference, ICITL 2018, Portoroz, Slovenia, August 27–30, 2018, Proceedings 1* (pp. 371–380). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99737-7_40
- López, J. B. (2017). La incorporación y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la práctica docente de los centros TIC de educación primaria y secundaria de Andalucía. Universidad de Jaén. <http://hdl.handle.net/10953/1001>
- MEN, C. (1998). Lineamientos curriculares de matemáticas. Magisterio.
- MEN, C. (2007). Plan Nacional Decenal de Educación. <http://www.plandecenal.edu.co>

- MEN, C. (2013). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente.
- MEN, C. (2017a). Matemáticas de aprendizaje derechos básicos DBA.
- MEN, C. (2017b). Plan Nacional Decenal de Educación. El camino hacia la calidad y la equidad.
- Mishra, P., y Koehler, M. (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>
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Ordóñez Abrigo, M. N., Morocho Chamba, W. R., Vivanco Loaiza, D. del C., y Quizhpe Cuenca, S. E. (2024). Uso de recursos educativos abiertos en la enseñanza de las Matemáticas: percepción de docentes y estudiantes: Use of open educational resources in Mathematics teaching: belief of teachers and students. *Revista Cognosis. ISSN 2588-0578*, 9(1), 01–09. <https://doi.org/10.33936/cognosis.v9i1.6157>
- Ortí, C. B. (2011). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Univ. Val., Unidad *Tecnol. Educ*, (951), 1–7.
- Palmer, C., O'rourke, S., Carroll, C., Manning, D., Cogan, P., y Morari, V. (2022). Digital Resources for Targeted Mathematics Support. *MSOR Connections*. <https://doi.org/10.21100/msor.v20i2.1290>.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189x015002004>
- Tello, D. C. (2015). Implementación de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Colombia. *Revista de Derecho, Comunicaciones y Nuevas Tecnologías*, 14, 1–20. <https://doi.org/10.15425/redecom.14.2015.07>
- Trgalová, J., y Tabach, M. (2024). Pre-service teachers' development of digital resource design capacity. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 651–665. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01554-2>
- Universidad de Antioquia. (s.f.). Plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas. Facultad de Educación.
- Zambrano, R. M. C., Caamaño, T. J. L., Aguilar, N. L. D. C. A., y Rebillá, E. E. R. (2023). Los recursos didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del área de lengua y literatura en educación básica. *Polo del Conocimiento*, 8(11), 1138–1156.