

Explorando las creencias y conocimientos en tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC) de futuros docentes de matemáticas

Exploring pre-service mathematics teachers' knowledge and beliefs about learning and knowledge technologies

Explorando o conhecimento e as crenças dos professores de matemática em formação inicial sobre tecnologias de aprendizagem e conhecimento

Daniela Lucía Merlano-Meza

Correo electrónico:

dlmerlano@mail.uniatlantico.edu.co

Licenciada en Matemáticas, Universidad del Atlántico, Facultad Ciencias de la Educación Barranquilla, Colombia

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6711-6732>

Sonia Valbuena-Duarte

Correo electrónico:

soniavalbuena@mail.uniatlantico.edu.co

Ph.D en Ciencias, Universidad del Atlántico-Colombia, Docente e investigador Grupo de Investigación GIMED/Facultad Ciencias de la Educación

Barranquilla, Colombia

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3667-1087>

Robinson Junior Conde-Carmona

Correo electrónico:

rjconde@mail.uniatlantico.edu.co

Ph.D en Educación Matemática, Universidad del Atlántico-Colombia, Docente e investigador Grupo de Investigación GIMED/Facultad Ciencias de la Educación

Barranquilla, Colombia

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7421-1754>

DOI: <https://doi.org/10.15765/4yv2a35>

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar los conocimientos y creencias de los profesores de matemáticas en formación inicial sobre el uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la enseñanza. Se empleó un diseño metodológico mixto, trabajando con una muestra de 47 profesores en formación de una universidad pública del Caribe colombiano. Se utilizaron encuestas, grupos focales y observación no participante. Los resultados revelaron una brecha significativa entre el conocimiento teórico de las TAC y su aplicación práctica. Se evidenció una mínima utilización de estrategias didácticas guiadas por las TAC, un conocimiento limitado de software especializado en matemáticas y una escasa implementación de recursos tecnológicos en la formación docente. Los participantes mostraron dificultades para diferenciar las competencias TIC propuestas por el Ministerio de Educación Nacional. Se observó que las creencias de los docentes influyen significativamente en la integración de tecnologías en la enseñanza. La investigación concluye que es necesario reevaluar y fortalecer la formación docente en el uso pedagógico de las TAC, enfatizando la integración efectiva del TPACK en el aula de matemáticas. Se recomienda una formación más contextualizada que permita superar la brecha entre teoría y práctica, considerando las limitaciones de recursos y la importancia de equilibrar prácticas tradicionales efectivas con innovaciones tecnológicas.

Palabras clave

Formación docente, tecnologías del aprendizaje y conocimiento, TPACK, enseñanza de matemáticas, competencias digitales, creencias docentes

Abstract

This research aimed to characterize the knowledge and beliefs of pre-service mathematics teachers regarding the use of Learning and Knowledge Technologies (LKT) in teaching. A mixed methodological design was employed, working with a sample of 47 pre-service teachers from a public university in the Colombian Caribbean. Surveys, focus groups, and non-participant observation were used. The results revealed a significant gap between theoretical knowledge of LKT and its practical application. Minimal use of LKT-guided teaching strategies, limited knowledge of specialized mathematics software, and scarce implementation of technological resources in teacher training were

Recibido: 31 de enero de 2024
Aceptado: 28 de mayo de 2024

Panorama

evidenced. Participants showed difficulties in differentiating ICT competencies proposed by the Ministry of National Education. It was observed that teachers' beliefs significantly influence the integration of technologies in teaching. The research concludes that it is necessary to reevaluate and strengthen teacher training in the pedagogical use of LKT, emphasizing the effective integration of TPACK in mathematics classrooms. More contextualized training is recommended to bridge the gap between theory and practice, considering resource limitations and the importance of balancing effective traditional practices with technological innovations.

Keywords

Teacher training, learning and knowledge technologies, TPACK, mathematics teaching, digital competencies, teacher beliefs

Abstrato

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar os conhecimentos e crenças de professores de matemática em formação inicial sobre o uso das Tecnologias de Aprendizagem e Conhecimento (TAC) no ensino. Utilizou-se um desenho metodológico misto, trabalhando com uma amostra de 47 professores em formação de uma universidade pública do Caribe colombiano. Foram utilizados questionários, grupos focais e observação não participante. Os resultados revelaram uma lacuna significativa entre o conhecimento teórico das TAC e sua aplicação prática. Evidenciou-se uma utilização mínima de estratégias didáticas guiadas pelas TAC, um conhecimento limitado de software especializado em matemática e uma escassa implementação de recursos tecnológicos na formação de professores. Os participantes mostraram dificuldades em diferenciar as competências TIC propostas pelo Ministério da Educação Nacional. Observou-se que as crenças dos professores influenciam significativamente a integração de tecnologias no ensino. A pesquisa conclui que é necessário reavaliar e fortalecer a formação de professores no uso pedagógico das TAC, enfatizando a integração efetiva do TPACK nas aulas de matemática. Recomenda-se uma formação mais contextualizada que permita superar a lacuna entre teoria e prática, considerando as limitações de recursos e a importância de equilibrar práticas tradicionais efetivas com inovações tecnológicas.

Palavras-chave

Formação de professores, tecnologias de aprendizagem e conhecimento, TPACK, ensino de matemática, competências digitais, crenças dos professores

Introducción

En la era digital actual, las tecnologías se han convertido en un elemento fundamental en la educación y el desarrollo de la sociedad. La rápida evolución de estos recursos ha generado la necesidad de que tanto docentes como estudiantes modifiquen sus prácticas pedagógicas en el proceso de enseñanza (Soto-Hernández et al., 2020; Karim & Zoker, 2023). Uno de los desafíos esenciales para los futuros docentes es afrontar los cambios precipitados que produce el fortalecimiento de las tecnologías (Hung et al., 2019; Tankiz & Atman, 2023).

La formación en tecnología para los docentes se ha vuelto crucial. Girón et al. (2019) identificaron la necesidad de implementar capacitaciones tecnológicas en la formación inicial de profesores para generar una enseñanza acorde a los requerimientos de la sociedad actual. Sin embargo, muchos planes de estudio aún no incorporan de manera efectiva las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), lo que genera limitaciones al momento de implementar planes que desarrollen las competencias TAC y aumenten las habilidades para su aplicación en el aula (Cabello, Ochoa y Felmer, 2020; Dilling y Vogler, 2023).

En América Latina, la enseñanza de las matemáticas enfrenta desafíos particulares, como la selección de recursos adecuados para evaluar el proceso de los estudiantes, la identificación de metodologías y recursos apropiados para el tipo de conocimiento que se quiere impartir, y la detección de limitaciones en este proceso (Lugo y Ithurburu, 2019, Padilla-Escorcia y Conde-Carmona, 2020). Además, diversos estudios (Prasojo et al., 2019; Solano-Díaz, Conde-Carmona, Tovar-Ortega 2023) reportan una integración inadecuada de recursos tecnológicos para generar espacios de aprendizaje activos y cambiar la metodología tradicional.

Las barreras para integrar las tecnologías en las clases son múltiples, incluyendo la falta de relación con el currículo, escasa infraestructura tecnológica, impacto débil en los procesos de aprendizaje, poco desarrollo profesional de los educadores con estos recursos, y creencias limitantes sobre su integración en el aula (Saubern et al., 2019; Valbuena-Duarte, Rodríguez y Tavera, 2021). Esto puede llevar a que los futuros profesores de matemáticas se nieguen a utilizar las TAC en el aula debido a su poca o ninguna experiencia en su uso para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En el contexto colombiano, es frecuente que los estudiantes no muestren preferencia por las matemáticas, lo cual se atribuye generalmente a la

Panorama

forma en que se les presenta la materia, con poco significado y vinculación con sus intereses, a la falta de herramientas que mejoren la comunicación entre docente y estudiante, y al escaso uso de TAC y materiales didácticos (Espitia & Sierra, 2019; Valbuena-Duarte, Medina-Güette & Teherán-Barranco, 2021).

La integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas no es solo una tendencia, sino una necesidad fundamentada en diversas investigaciones. Por ejemplo, el estudio de Acendra-Pertuz y Conde-Carmona (2024) demostró que los estudiantes que utilizaron herramientas tecnológicas en su aprendizaje matemático mostraron una mejora del 15% en la comprensión de conceptos abstractos en comparación con los grupos de control. Además, Lynch, Singal & Francis (2021) encontraron que la implementación de software matemático aumentó la motivación y el compromiso de los estudiantes en un 30%. Estos hallazgos subrayan la importancia de explorar y evaluar la integración de las TAC en la formación de futuros docentes de matemáticas.

Dada esta problemática, el presente estudio se propone caracterizar los conocimientos y creencias de los profesores en formación inicial en matemáticas en torno a las TAC. Se busca responder a preguntas como: ¿Cuáles son los conocimientos y recursos en TAC que debe tener un profesor de matemática en formación? ¿Qué elementos constituyen los conocimientos TAC del futuro profesor en matemática? ¿Qué elementos constituyen las creencias de los profesores en formación en torno a la instrucción de la matemática con la implementación de TAC?

El objetivo general de esta investigación es caracterizar a los docentes en formación inicial en el ámbito de sus conocimientos y creencias en torno al uso de tecnología en la enseñanza de las matemáticas, con el fin de contribuir al mejoramiento de los programas de formación docente y, en última instancia, a la calidad de la enseñanza de las matemáticas en el contexto colombiano.

Marco teórico

Conocimiento de contenido matemático MCK y creencias del profesor

El conocimiento de contenido matemático (MCK, por sus siglas en inglés) se refiere al conocimiento y la naturaleza de cómo se investiga, necesarios en el proceso de enseñanza. Es fundamental que los docentes profundicen en el conocimiento de la disciplina que enseñan. Estudios relevantes en esta materia, como los de Shulman (1986) y Ball et al. (2008), han aportado características del

conocimiento matemático para la enseñanza, identificando tres subdominios:

- Common Content Knowledge (CCK): Se caracteriza como "el conocimiento matemático que emplea cualquier persona en situaciones que no son exclusivas de la enseñanza" (Ball et al., 2008, p. 399).
- Horizon Content Knowledge (HCK): Se fundamenta en los vínculos entre los conocimientos matemáticos y el marco curricular. Es reflexivo, ya que puntualiza las conexiones y limitaciones del conocimiento matemático a través de todo el currículo (Ulloa y Solar, 2017).
- Specialized Content Knowledge (SCK): Es el conocimiento matemático en profundidad que se requiere de un adulto, pero aún no precisa del conocimiento de los estudiantes o conocimiento de la enseñanza (Ball et al., 2008).

En cuanto a las creencias de los docentes, estas son construcciones personales sobre la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje, incluyendo factores como los estudiantes, la materia y el contexto en el aula (Bodur, 2003). Se categorizan en dos tipos principales:

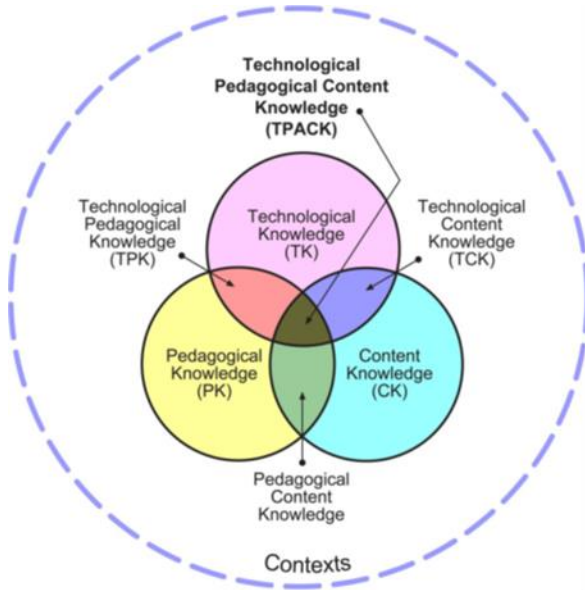
- Creencias epistemológicas: Pertenecen a la naturaleza del conocimiento y el aprendizaje.
- Creencias de eficacia docente: Están relacionadas con cómo se ve el maestro a sí mismo y cómo cree que puede efectuar el aprendizaje de los estudiantes (Charalambos, Panaoura y Philippou, 2009).

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) en matemáticas

Cox y Graham (2009) definieron TPACK como el conocimiento que poseen los docentes en relación con estructurar el uso de determinadas tecnologías emergentes en actividades en la asignatura que están enseñando o en algún tema en concreto con sus representaciones específicas.

Figura 1. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)

Panorama



Fuente: Koehler & Mishra (2009, p.4)

El TPACK es un marco teórico que integra el conocimiento tecnológico con el conocimiento pedagógico y de contenido que los docentes necesitan para enseñar efectivamente con tecnología. Cox y Graham (2009) lo definieron como el conocimiento que poseen los docentes para estructurar el uso de determinadas tecnologías emergentes en actividades de la asignatura que están enseñando o en algún tema en concreto con sus representaciones específicas.

Mishra y Koehler (2006) propusieron el marco TPACK, que está compuesto por tres componentes principales y sus intersecciones:

- Conocimiento del Contenido (CK): El conocimiento sobre la materia que se va a enseñar o aprender.
- Conocimiento Pedagógico (PK): El conocimiento sobre los procedimientos y formas de enseñanza.
- Conocimiento Tecnológico (TK): El conocimiento sobre las diferentes tecnologías disponibles y cómo usarlas.
- Las intersecciones de estos componentes dan lugar a:
 - Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK): Cubre la actividad primordial de la enseñanza y aprendizaje, describiendo las relaciones entre la práctica pedagógica y los objetivos de aprendizaje.
 - Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK): Se refiere a cómo las herramientas tecnológicas pueden crear nuevas representaciones para un determinado contenido.

- Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK): Se basa en el conocimiento de cómo las tecnologías pueden usarse en la enseñanza y las relaciones entre estas y las herramientas tecnológicas.
- TPACK: La intersección de todos estos conocimientos, que permite una integración efectiva de la tecnología en la educación matemática.

Salas-Rueda (2018) señala que el TPACK ayuda a desarrollar competencias matemáticas, mejorando los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de la exploración y selección de recursos digitales oportunos.

Formación del profesor y las competencias TAC

El término tecnología del aprendizaje y conocimiento (TAC) se origina en el ámbito educativo con la finalidad de instruir las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en torno a una utilidad más pedagógica para el estudiante y el profesor, con el propósito de aprender mejor. De igual forma, busca influir particularmente en la metodología, al implementar las tecnologías y no solamente en afianzar el control de un conjunto de recursos tecnológicos, para comprender e indagar las probables aplicaciones didácticas que las TIC incluyen en cuanto al aprendizaje y la docencia (Reinoso, Mejía y Cruz, 2020).

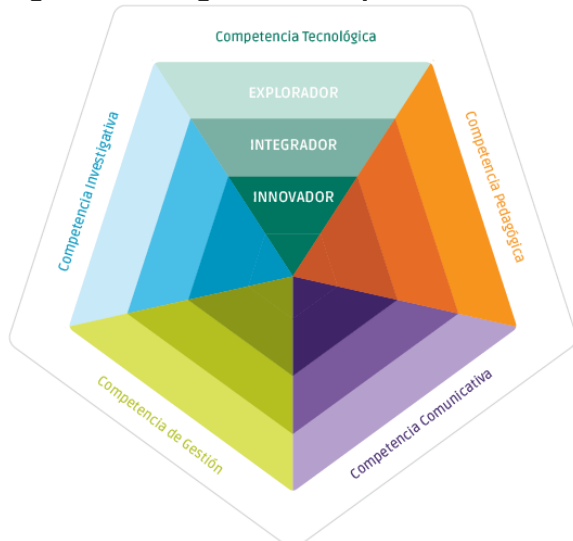
Por su parte, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2013), en uno de sus documentos hacia el crecimiento profesional para el perfeccionamiento educativo en función de las TIC, busca preparar a los docentes para transformar las prácticas pedagógicas con integración de estos recursos tecnológicos. Para ello, planteó cinco competencias que son necesarias en todo profesor.

- Competencia tecnológica: Habilidad de seleccionar y usar de manera oportuna, responsable y adecuada una gran diversidad de recursos tecnológicos.
- Competencia comunicativa: Técnica para comunicarse de manera asertiva en espacios virtuales con diversos recursos tecnológicos.
- Competencia pedagógica: Posibilidad de reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la integración de las TIC.
- Competencia de gestión: Efectividad de usar las tecnologías en la planeación, administración, organización y evaluación de forma enriquecedora.

Panorama

- Competencia investigativa: Busca la transformación de conocimientos, identificando los aspectos relevantes y generar nuevos conocimientos a partir del contexto con la integración de recursos tecnológicos.

Figura 2. Pentágono de competencias TIC



Nota. Esta figura representa las cinco competencias TIC propuestas por el MEN (2013) para la formación de docentes. Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2013, p. 9).

Posteriormente, la Unesco (2019) proporciona lineamientos con el propósito de contar con docentes formados en el uso de las TIC en la educación. Se retoman algunos aspectos por ser competencia de todo profesor:

- Currículo y evaluación: El aporte de las TIC en fomentar objetivos específicos descritos en el currículo y contribuir a la evaluación.
- Pedagogía: Con la finalidad de mejorar los procedimientos de enseñanza y aprendizaje apoyados en las TAC.
- Aplicación de competencias digitales.

Por último, es de anotar que la aplicación de recursos digitales en las escuelas logra promover el incremento de las competencias digitales y cognitivas tanto en docentes como en estudiantes. Se espera que el profesor no solamente maneje la información de existencia de recursos digitales, sino que tenga las competencias para emplearlos en función de procesos que lo coadyuven como docente y a sus estudiantes (OCDE, 2020).

Método

Esta investigación adopta un enfoque metodológico mixto con un diseño descriptivo (Zárate, Cabrera, Lucca, & Cuentas, 2019). El enfoque mixto se utiliza para integrar diferentes subestudios que responden a preguntas específicas, combinándose para abordar la investigación general. Cada subestudio analiza un tipo de datos con métodos cualitativos o cuantitativos (Bikner-Ahsbahs, Knipping, & Presmeg, 2015).

Participantes

La muestra estuvo constituida por 47 docentes de matemática en formación inicial de una universidad pública del Caribe colombiano. Los participantes cursaban entre el primer y el octavo semestre del programa de licenciatura en matemáticas, con edades entre 16 y 36 años. Un criterio de inclusión fue que estuvieran cursando o hubieran cursado los cursos de Práctica Pedagógica Profesional I y II. Se utilizó un muestreo por saturación (Bikner-Ahsbahs et al., 2015).

Instrumentos

- Cuestionario: Se diseñó un cuestionario ad hoc de 8 preguntas basado en el marco teórico. Incluía cinco preguntas de opción única sobre MCK y TPACK en matemáticas, y tres preguntas abiertas sobre creencias y componentes del TPACK. El cuestionario fue validado por expertos y se realizó una prueba piloto para mejorar su comprensión.
- Guía de grupo focal: Se desarrolló una guía con preguntas abiertas para profundizar en las respuestas obtenidas en el cuestionario.
- Rúbrica de observación: Se diseñó una rúbrica para analizar los videos de las prácticas pedagógicas, enfocada en la integración de las categorías de estudio en el proceso de instrucción.

Análisis de datos

Para el análisis cuantitativo, se utilizó estadística descriptiva, empleando diagramas circulares y de barras para representar frecuencias relativas porcentuales.

El análisis cualitativo implicó la transcripción de los cuestionarios y grupos focales, y la descripción de los argumentos de los participantes. Los datos se organizaron en las categorías: MCK y creencias del profesor, TPACK en matemáticas, y formación de profesores en competencias TAC.

Se realizó una triangulación de los datos cuantitativos y cualitativos, comparando los análisis

Panorama

de cada aspecto y ordenándolos en una tabla relacional de categorías.

Consideraciones éticas

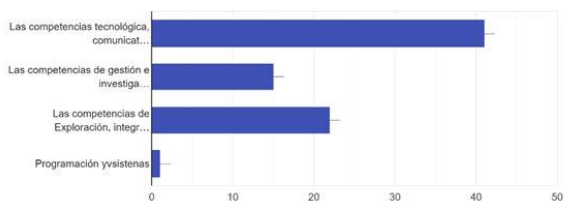
Este estudio se realizó bajo los principios éticos de la investigación educativa. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, asegurando su anonimato y la confidencialidad de los datos. La participación fue voluntaria y los participantes fueron informados de su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento. El proyecto fue aprobado por el comité de ética de la institución correspondiente.

Resultados

Con la idea de indagar alrededor de las competencias TIC del profesor propuestas por el MEN (2013), se presentó a los profesores en formación el interrogante ¿Cuáles son las competencias TIC que consideras, deben desarrollar los licenciados de matemática en formación inicial, seleccione las que crea adecuadas? Donde se pudo observar en la figura 3. Las respuestas proporcionadas.

Figura 3. Resultado de los participantes a la hora de escoger las competencias TIC propuestas por el MEN (2013).

¿Cuáles son las competencias TIC que consideras, deben desarrollar los licenciados de matemática en formación inicial, seleccione las que crea adecuadas ?
47 respuestas



Los hallazgos de este estudio revelan una compleja relación entre el reconocimiento teórico de la importancia de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la educación matemática y la capacidad real de los futuros docentes para integrarlas de manera efectiva en su práctica pedagógica.

Un 87,2% de los participantes identificaron correctamente las competencias tecnológicas, comunicativas y pedagógicas como fundamentales. Sin embargo, un 46,8% mostró dificultades para distinguir estas competencias de los niveles propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2013). Esta discrepancia sugiere una comprensión superficial de estas competencias clave, lo que podría dificultar su implementación efectiva en el aula.

Las creencias epistemológicas de los participantes

reflejan una conciencia de las deficiencias en la formación docente en el uso de las TAC. Como expresó uno de los participantes: "La mayoría de los profesores que me imparten clases tratan de usar las TAC, pero algunos no, debido a que no las conocían, ya que hay profesores de edades avanzadas que no tienen como una de sus fortalezas las tecnologías, eso hace que nuestra práctica pedagógica padezca de esa integración tecnológica" (Participante E). Esta observación subraya la importancia de considerar no solo la formación de los futuros docentes, sino también la actualización continua de los formadores de docentes.

En cuanto a las creencias de eficacia del profesor, los participantes reconocieron el potencial de las TAC para generar aprendizajes acordes al contexto actual, pero admitieron que su formación en este ámbito ha sido insuficiente. Un participante señaló: "Considero que las TAC son importantes como mediadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero es cierto que actualmente la formación en TAC es insuficiente para el contexto actual, hablando desde mi experiencia en la formación que he tenido hicieron falta más aprendizajes en TAC" (Participante E).

Estos hallazgos sugieren la necesidad de reevaluar y fortalecer la formación docente en el uso pedagógico de las TAC. Sin embargo, es importante señalar que la mera integración de tecnología no garantiza mejores resultados educativos. Como señalan Mishra y Koehler (2006), la eficacia de la tecnología en la educación depende de cómo se integra con el contenido y la pedagogía.

En resumen, los resultados revelan una brecha notable entre el reconocimiento teórico de la importancia de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y la capacidad práctica de los futuros docentes de matemáticas para integrarlas en su enseñanza. Esta discrepancia se relaciona principalmente con las limitaciones en la formación docente respecto al uso pedagógico de las tecnologías. Los hallazgos subrayan la necesidad de reevaluar y adaptar los programas formativos para que los futuros profesores puedan comprender y abordar de manera crítica tanto los desafíos como las posibilidades que presentan las TAC en la enseñanza de las matemáticas.

Es importante destacar que la mera integración de tecnología no garantiza una mejora en el proceso de aprendizaje. Los resultados sugieren que se requiere un enfoque equilibrado que considere las TAC como herramientas complementarias dentro de un marco pedagógico más amplio. Este enfoque debe tener en cuenta las necesidades específicas

del contexto educativo, las limitaciones de recursos, y la importancia de mantener prácticas tradicionales efectivas.

Se presentan en la Tabla 1 de manera sintética las respuestas de los docentes en formación inicial con relación al MCK y sus creencias, la información se organiza por cada instrumento con un resultado a resaltar bien sea porque muestra alguna generalidad en la apreciación del profesor en formación inicial o bien porque se ha considerado vale la pena resaltarlo por su aporte significativo en el proceso de reflexión pretendido con este estudio y en la última fila de la tabla mencionada se presenta un cruce de la información obtenida con la conceptualización de MCK.

Tabla 1. Respuesta de los docentes en formación inicial con relación al MCK y creencias del profesor

Instrumentos	Conocimiento de contenido Matemático (MCK)	Creencias del profesor
Encuesta	Permite crear un conocimiento integral y valioso a partir de sus componentes tecnológicos	Considero que las TAC son importantes o mediadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero es cierto que la formación TIC es insuficiente para el contexto actual
Encuesta (a Grupo focal)	Las competencias comunicativas, pedagógica, tecnológica, investigativa y de gestión, son las únicas que he tenido la oportunidad de escuchar, pero solo he tenido experiencia con la investigativa	La integración de TAC tiene muchas falencias en la formación de licenciados, generando nuestra práctica pedagógica pobreza de integración tecnológica, yo di práctica profesional uno y como no tenía la experiencia pedagógica con las TAC, no las implementé en las clases
videograbación de clases.	El participante comprendía la temática que estaba impartiendo, respondía oportuna y adecuadamente las preguntas que los estudiantes le realizaban.	Inicialmente, tomó asistencia a los estudiantes, seguidamente presentó una diapositiva realizada en PowerPoint con la temática a tratar, en este caso, las fracciones. Realizó ejercicios a través de varias plataformas y mantuvo un ambiente interactivo.
Cruce de la información	Los participantes conocen en que consiste el MCK, pero tienen un conocimiento limitado en cuanto a la utilización de las TAC en este proceso	Los participantes reconocen a las TAC como elemento fundamental en el aula, muestran interés por involucrarlas, pero la integración de estos recursos es insuficiente en esta formación y actualidad

Por otra parte, los profesores en formación inicial reconocen el potencial de las TAC en la educación, las perciben como fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje, a pesar del momento actual se aprecia que a docentes de edades avanzadas se les dificulta cambiar su estilo de enseñanza y explorar el verdadero potencial de estos recursos. Con esta información se realizó un grupo focal con los participantes del estudio y a partir de ello, se distinguen deficiencias en el proceso de formación, lo que les genera no integrar estos recursos en sus prácticas pedagógicas profesionales, los participantes concluyeron con una propuesta de agregar un espacio de capacitación del docente frente a estos recursos. En cuanto a los resultados obtenidos con relación al TPACK en la Tabla 2 se presentan las respuestas de los profesores en formación inicial para las preguntas relacionadas con los subdominios (CK, PK, TK) y con las áreas que los combinan (TCK, PCK, TPK) y permiten una percepción de la visión del TPACK en matemáticas que se identifica en los participantes, en la última fila de esta misma tabla es presentado

un cruce de información a partir de los hallazgos.

Tabla 2. Respuestas de los docentes en formación inicial en cuanto a TPACK en matemáticas

Instrumentos	Desde el (CK), (PK) y (TK) al TPACK	Desde el (TCK), (PCK) y (TPK) al TPACK	Visión del TPACK matemáticas
Encuesta	Al momento de implementar estrategias para fomentar, la capacidad de innovar en la utilización de los recursos tecnológicos, escoger los adecuados para evaluar de forma integral, respetar los derechos de autor y liderazgo para escoger la tecnología efectiva	Al seleccionar los recursos adecuados para exponer los conceptos al salón de clases, pensaría en unos, como los estudiantes, el contexto en el que se encuentren y sus posibilidades	El participante involucró tecnologías en el proceso desde la explicación del tema hasta la respectiva evaluación de lo tratado pero no utilizó software matemáticos al impartir clase
Encuesta (a Grupo focal)	Creo que las TAC deberían implementarse en otras áreas para mejorar el aprendizaje en ellas, sería muy bueno que las TAC se conocieran desde el principio y no a mitad de carrera, que se pueda conocer cuáles son y como se utilizan para dar una clase, sería muy interesante en la presencialidad	En las clases presenciales tendría en cuenta los recursos con los que cuenta la institución y con los que cuenta el estudiante. Desde el punto de vista remoto se hace más complicado, por ejemplo, yo vivo en la parte rural y los docentes se comunican a través de guías vía WhatsApp con los padres, yo las utilizaría también	Del curso TIC 2 algunos profesores enseñaron diferentes plataformas llevarlas a las clases; momento de impartir pero cuando los profesores en formación inicial hicieron las clases de práctica pedagógica no tenían conocimientos de muchas plataformas, además la presencialidad no se tiene un uso frecuente de software
videograbación de clases	En esta parte se pudo notar, el uso interactivo que el participante le encontró a las tecnologías y la comprensión de los estudiantes a partir de ellas, pero, aun así, no se alejaba de la idea de enseñanza con la explicación solo en el tablero, en este caso PowerPoint.	Aquí el participante, utilizó los recursos de acuerdo con las posibilidades de los estudiantes, ya que, algunos estaban desde computadora y otros desde celular y todos interactuaron en la clase	El participante involucró tecnologías en el proceso desde la explicación del tema hasta la respectiva evaluación de lo tratado pero no utilizó software matemáticos al impartir clase
Cruce de la información	Los participantes distinguen necesario la implementación de las TAC en diferentes áreas, también, perciben como esencial conocer sus potencialidades durante toda la carrera profesional	Frente a circunstancias al momento de utilizar las TAC en la enseñanza, piensan primero en los medios posibles con los que cuenta el alumno y después en escoger el recurso adecuado.	Se puede distinguir el conocimiento de la definición de TPACK, se observa la poca integración de software matemáticos en el aula de clases

Los hallazgos del estudio revelan una brecha significativa entre el conocimiento teórico del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y su aplicación práctica en el aula por parte de los futuros docentes de matemáticas. Si bien los participantes demostraron comprender el concepto de TPACK propuesto por Mishra y Koehler (2009), la evidencia muestra una escasa integración de este enfoque en su práctica pedagógica.

A través de las encuestas y los grupos focales, se observó que los participantes reconocen la importancia de implementar estrategias didácticas que fomenten la capacidad de innovar en la utilización de recursos tecnológicos. Sin embargo, al analizar las videograbaciones de las prácticas pedagógicas, se evidenció una limitada utilización de software especializado en matemáticas y un uso frecuente de herramientas básicas como PowerPoint.

Esta brecha entre el conocimiento teórico y la práctica puede atribuirse, en parte, a la falta de formación adecuada en el uso pedagógico de las tecnologías durante la carrera. Los participantes

Panorama

señalaron que, aunque han cursado asignaturas como TIC I y TIC II, el conocimiento adquirido ha sido insuficiente para enfrentar los cambios y exigencias de integración de recursos tecnológicos en el aula, especialmente en el contexto actual de enseñanza remota.

Otro hallazgo importante fue la necesidad expresada por los participantes de conocer una variedad más amplia de recursos tecnológicos y su integración en la enseñanza presencial con mayor frecuencia. Esto revela que su conocimiento práctico se limita a unas pocas herramientas, lo que dificulta una integración efectiva del TPACK en su práctica docente.

Además, los resultados muestran que los participantes son conscientes de la importancia del contexto y las posibilidades de los estudiantes al seleccionar recursos tecnológicos, lo que se alinea con los elementos del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK), el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) y el Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK) propuestos por Mishra y Koehler (2009). Sin embargo, la integración efectiva de estos elementos sigue siendo un desafío.

En cuanto a los softwares especializados en matemáticas, se identificó que los más conocidos son GeoGebra, Matlab y Excel, aunque algunos participantes admitieron no haber escuchado sobre ellos ni conocer ninguno. Esto sugiere la necesidad de una formación más amplia en el uso de herramientas tecnológicas específicas para la enseñanza de las matemáticas.

En resumen, los resultados evidencian la necesidad de reevaluar y fortalecer la formación docente en el uso pedagógico de las tecnologías, con un enfoque especial en la integración del TPACK en el aula de matemáticas. Una formación sólida y contextualizada podría ayudar a los futuros docentes a superar la brecha entre el conocimiento teórico y la práctica efectiva, permitiéndoles explorar el potencial de las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas de manera crítica y reflexiva.

Discusión

Los resultados de esta investigación revelan una compleja relación entre el conocimiento teórico de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y su aplicación práctica en la enseñanza de las matemáticas por parte de los futuros docentes. Un hallazgo significativo es la escasa formación y conocimiento de recursos tecnológicos tanto en los profesores formadores como en los docentes en formación. Este aspecto se hizo particularmente evidente en el contexto actual, que demandó una mayor utilización de recursos digitales. Los

participantes expresaron que algunos docentes no implementan estas tecnologías debido a su limitado conocimiento, lo que a su vez repercute en el uso restringido por parte de los profesores en formación inicial. Esta observación concuerda con los trabajos de Hernández (2020), quien evidenció que la integración de las TIC en el aula se ve fuertemente influenciada por las creencias de los docentes, siendo un factor determinante en su práctica pedagógica.

En relación con las competencias TIC del profesor, se observaron dificultades notorias en los docentes en formación, quienes no logran diferenciar claramente las competencias de los niveles propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2013; Yildiz & Arpacı, 2024). Esta situación contrasta con lo establecido por el MEN, que propone que todo profesor debe implementar en su proceso educativo las competencias comunicativa, tecnológica, pedagógica, de gestión e investigación. La brecha entre lo propuesto y la realidad observada sugiere la necesidad de una revisión de los programas de formación docente en este aspecto.

La integración del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) en el aula mostró una limitada incorporación de software especializado en matemáticas. Los participantes mencionaron principalmente GeoGebra, Matlab y Excel, evidenciando un desconocimiento de una gama más amplia de herramientas disponibles. Este hallazgo se aleja del concepto propuesto por Mishra y Koehler (2006), quienes sugieren que la enseñanza de contenido con una pedagogía adecuada debe sentar las bases para una incorporación eficiente de la tecnología en la educación.

Un aspecto preocupante es el bajo o medio nivel de aprovechamiento de las TAC en los procesos de enseñanza y aprendizaje por parte de un alto porcentaje de los profesores en formación encuestados. Se observó una persistencia del estilo tradicional de enseñanza, incluso al incorporar tecnologías, priorizando el uso de instrumentos sobre las interpretaciones y activaciones didácticas que estas herramientas podrían facilitar. Esta situación coincide con investigaciones previas (Hung et al., 2019; Soto-Hernández et al., 2020; Méndez-Parra, Conde-Carmona, Tovar-Ortega, 2021), que señalan la dificultad de cambiar paradigmas de enseñanza arraigados.

En cuanto a las creencias sobre las TAC, este estudio revela aspectos concordantes con otros estudios (Flores-Lueg & Roig-Vila, 2019), destacando la importancia de que la formación en TAC vaya más allá de cursar asignaturas

Panorama

específicas. Se encontró que las creencias de autoeficacia de los docentes en formación influyen significativamente en su intención de integrar la tecnología en la enseñanza, lo cual es respaldado por los hallazgos de Milutinović (2022).

La poca utilización de estrategias didácticas que integren las TAC en la enseñanza de contenidos matemáticos es otro hallazgo relevante. Se observó que las tecnologías se utilizaban principalmente para la comunicación y la información de forma tradicional, sin explotar su potencial didáctico. Esta situación, como señalan Cejas et al. (2020), no es exclusiva de este contexto, sino que se observa en diversos entornos educativos. Sin embargo, casos exitosos de aplicación tecnológica en la enseñanza de matemáticas demuestran que, incluso los docentes considerados "inmigrantes digitales" (Cardeño et al., 2017), pueden impactar positivamente el aprendizaje de sus estudiantes cuando se produce un cambio en su práctica pedagógica.

Es importante reconocer los desafíos que presenta la implementación de estrategias tecnológicas en entornos con recursos limitados. No obstante, estudios como el de Ofosu-Asare (2024) han demostrado que incluso en contextos de bajos recursos, estrategias como el uso de software offline o aplicaciones móviles de bajo consumo pueden ser efectivas para mejorar la enseñanza de las matemáticas. Este hallazgo abre la puerta a futuras investigaciones sobre adaptaciones específicas para contextos con limitaciones tecnológicas.

Finalmente, este estudio resalta la necesidad de reevaluar y fortalecer la formación docente en el uso pedagógico de las TAC, con un enfoque especial en la integración efectiva del TPACK en el aula de matemáticas. Los hallazgos coinciden con los de Calder et al. (2022), quienes enfatizan la importancia de que los programas de formación docente desarrollen el TPACK y su aplicación práctica en el aula. Se requiere una formación más sólida y contextualizada que permita a los futuros docentes superar la brecha entre el conocimiento teórico y la práctica efectiva, considerando las limitaciones de recursos y la importancia de mantener un equilibrio entre las prácticas tradicionales efectivas y las innovaciones tecnológicas.

Conclusión

Esta investigación ha caracterizado los conocimientos y creencias de los docentes en formación inicial en matemáticas en torno a las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), revelando tanto oportunidades como

desafíos en su integración en la práctica pedagógica.

Los resultados indican una integración limitada de los recursos tecnológicos en el aula de clase. Los estudiantes demostraron una familiarización restringida con las TIC, adquirida principalmente en cursos específicos del plan de estudios como TIC I y TIC II, impartidos en los semestres 5 y 6. Además, se reflejó un conocimiento limitado de la amplia variedad de software matemático disponible, con un uso predominante de herramientas como GeoGebra, Matlab y Excel.

Se observó un contraste significativo entre el discurso de los docentes en formación en torno a las TAC y su aplicación práctica en las prácticas pedagógicas. Aunque consideran necesaria la implementación de las TAC en diferentes áreas, esta integración es deficiente en su quehacer docente actual. Asimismo, se destaca la poca articulación de los recursos TIC con la planeación curricular, lo que sugiere una limitada integración de las dimensiones del modelo TPACK en el aula.

Estos hallazgos subrayan la importancia de fomentar en la formación inicial de profesores de matemáticas no solo el conocimiento técnico de las TAC, sino también la comprensión de cómo integrarlas de manera efectiva en la enseñanza de las matemáticas. Es crucial desarrollar las competencias comunicativa, tecnológica, pedagógica, investigativa y de gestión propuestas por el Ministerio de Educación Nacional.

Sin embargo, es importante reconocer que la integración de las TAC no es una solución universal para todos los desafíos en la enseñanza de las matemáticas. Como señala Ofosu-Asare (2024), incluso en contextos con recursos limitados, estrategias como el uso de software offline o aplicaciones móviles de bajo consumo pueden ser efectivas. Esto sugiere que la clave no está en la mera presencia de tecnología, sino en su uso pedagógicamente informado y contextualmente apropiado.

En conclusión, mientras que la integración de las TAC en la formación de docentes de matemáticas ofrece oportunidades para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje, es importante adoptar un enfoque equilibrado. La tecnología debe verse como una herramienta complementaria que, cuando se usa adecuadamente, puede apoyar las prácticas educativas tradicionales. Se recomienda un enfoque que combine métodos tradicionales probados con innovaciones tecnológicas, adaptado a las necesidades específicas de cada contexto educativo.

Panorama

Dada la débil formación pedagógica, didáctica y metodológica evidenciada en cuanto al uso de las TIC en los profesores de matemáticas en formación inicial, se recomienda considerar la formación en estos tres aspectos tanto para los profesores formadores como para los docentes en formación inicial. Esto es particularmente relevante debido al rol trascendental que tiene la ejemplificación del profesor que forma a los docentes iniciales en estos aspectos.

Para futuras investigaciones, se sugiere explorar más a fondo cómo se pueden superar las barreras para la integración efectiva de las TAC en la enseñanza de las matemáticas, así como investigar el impacto a largo plazo de diferentes enfoques de integración tecnológica en el aprendizaje de los estudiantes, sin asumir a priori que dicha integración necesariamente mejora los resultados educativos.

Referencias

- Acendra Pertuz, J. M., & Conde Carmona, R. J. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis*, 20(2). <https://doi.org/10.21676/23897856.5783>
- Ball, D.L., Thames, M.H., & 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>
- Bikner-Ahsbahr, A., Knipping, C., & Presmeg, N. (2015). *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education. Examples of Methodology and Methods*. Springer Dordrecht Heidelberg
- Bodur, Y. (2003). Preservice teachers' learning of multiculturalism in a teacher education program. <https://bit.ly/3xJVcUd>
- Cabello, P., Ochoa, J. M., & Felmer, P. (2020). Tecnologías digitales como recurso pedagógico y su integración curricular en la formación inicial docente en Chile. *Pensamiento educativo*, 57(1), 1-20. <http://doi.org/10.7764/PEL.57.1.2020.9>
- Calder, N., Murphy, C., & Toscano, R. (2022). Developing Pre-Service Teachers' TPACK in Mathematics Teacher Education. *Australian Journal of Teacher Education*, 47(3), 1-22. <https://doi.org/10.14221/ajte.2022v47n3.1>
- Cardeño Espinosa, J., Muñoz Marín, L. G., Ortiz Alzate, H. D., & Alzate Osorno, N. C. (2017). La incidencia de los Objetos de Aprendizaje interactivos en el aprendizaje de las matemáticas básicas, en Colombia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(16), 63-84. <https://doi.org/10.22430/21457778.182>
- Cejas Martínez, M. F., Lozada Arias, B. N., Urrego, A. J., Mendoza Velazco, D. J., & Rivas Urrego, G. (2020). La irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un reto en la gestión de las competencias digitales de los profesores universitarios en el Ecuador. *Revista ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, (37), 131-148. <http://dx.doi.org/10.17013/risti.37.131-148>
- Conde-Carmona, R. J., & Fontalvo-Meléndez, A. A. (2019). Didáctica del teorema de Pitágoras mediada por las TIC: el caso de una clase de Matemáticas. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(21), 255-281. <https://doi.org/10.22430/21457778.1187>
- Cox, S., & Graham, C. (2009). Diagramming TPACK in Practice: Using an Elaborated Model of the TPACK Framework to Analyze and Depict Teacher Knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0327-1>
- Dilling, F., & Vogler, A. (2023). Pre-service teachers' reflections on attitudes towards teaching and learning mathematics with online platforms at school: A case study in the context of a university online training. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(3), 1401-1424.
- Espitia Ramos, N., & Sierra Pineda, I. A. (2019). Entornos tecnológicos móviles como espacio de aprendizaje de las matemáticas y su valor en la transformación de las prácticas educativas. *Diálogo*, (40), 21-36. <http://dx.doi.org/10.18316/dialogo.v0i40.4877>
- Flores-Lueg, C., & Roig-Vila, R. (2019). Factores personales que inciden en la autovaloración de futuros maestros sobre la dimensión pedagógica del uso de tic. *Revista iberoamericana de educación superior*, 10(27), 151-171. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2019.2.7.345>
- Girón-Escudero, V., Cózar-Gutiérrez, R. & González-Calero Somoza, J.A. (2019). Análisis de la autopercepción sobre el nivel de competencia digital docente en la formación inicial de maestros/as. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 193-218. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.22.3.37342>
- Hung, E., Sartori, A., & Marcano, B. (2019). Factores que inciden en el aprovechamiento de las TIC de docentes colombianos/as. *Revista Prisma Social*, (25), 464-487. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6972162>
- Karim, S., & Zoker, E. M. (2023). Technology in Mathematics Teaching and Learning: An Impact

- Evaluation in Selected Senior Schools in Masingbi Town. *Assyfa Learning Journal*, 1(2), 60-72.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70. <https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/>
- Lynch, P., Singal, N., & Francis, G. A. (2024). Educational technology for learners with disabilities in primary school settings in low-and middle-income countries: a systematic literature review. *Educational Review*, 76(2), 405-431.
- Lugo, M. T., & Ithurburu, V. (2019). Políticas digitales en América Latina. Tecnologías para fortalecer la educación de calidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 79(1), 11-31. <https://doi.org/10.35362/rie7913398>
- Méndez-Parra, C. ., Conde-Carmona, R. J. ., & Tovar-Ortega, T. . (2021). Uso de la matemática realista y su relación en el aprendizaje de la probabilidad, en un contexto rural. *Eco Matemático*, 12(1), 26–40. <https://doi.org/10.22463/17948231.3067>
- Milutinović, V. (2022). Examining the influence of pre-service teachers' digital native traits on their technology acceptance: A Serbian perspective. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6483-6511.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054. http://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf
- OCDE. (2020). *Aprovechar al máximo la tecnología para el aprendizaje y la formación en América Latina*. <https://bit.ly/3z3qzJz>
- Padilla Escorcía, I. A., & Conde-Carmona, R. J. (2020). Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (60), 116-136. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n60a7>
- Prasojo, L. D., Habib, A., Mohd Yaakob, M. F., Mukminin, A., Haswindy, S., & Sofwan, M. (2019). An Explanatory Sequential Study on Indonesian Principals' Perceptions on ICT Integration Barriers. *The Electronic Journal of e-Learning*, 17(1), 1-10. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1213053>
- Salas-Rueda, R. A. (2018). Uso del modelo tpack como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, 3-26. <http://dx.doi.org/10.4151/07189729-vol.57-iss.2-art.689>
- Saubern, R., Urbach, D., Koehler, M., & Phillips, M. (2019). Describing increasing proficiency in teachers' knowledge of the effective use of digital technology. *Computers & Education*, 147, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103784>
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand. Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Soto-Hernández, D., Valencia-López, O. D., & Rentería-Gaeta, R. (2020). Alfabetización y brecha digital entre los pueblos originarios de México, 1990-2015. Efectos socioeconómicos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(23). <https://doi.org/10.22430/21457778.1720>
- Solano-Díaz, S., Conde-Carmona, R. J., & Tovar-Ortega, T. (2023). Conocimiento tecnológico matemático y su relación con EVA: un estudio de casos con docentes en formación. *Encuentros*, 21(02-Julio-Dic.), 1-13. <https://doi.org/10.15665/encuen.v22i02-Julio-Dic.2967>
- Tankiz, E., & Atman Uslu, N. (2023). Preparing pre-service teachers for computational thinking skills and its teaching: A convergent mixed-method study. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(4), 1515-1537.
- Ofori-Asare, Y. (2024). Developing classroom ICT teaching techniques, principles and practice for teachers in rural Ghana without access to computers or internet: a framework based on literature review. *The International Journal of Information and Learning Technology*.
- Ulloa Sánchez, R., & Solar Bezlaminovich, H. (2017). Observando el aula de formación inicial: desarrollando conocimiento matemático para la enseñanza en dos casos de formación de profesores de educación básica. *Estudios Pedagógicos XLIII*, 333-354. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000200018>
- Unesco. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC Unesco*. <https://bit.ly/3ilBWWK>
- Valbuena-Duarte, S., Medina Güette A. P., & Teherán Barranco, V. S. (2021). Empoderamiento docente para la integración de las TIC en la práctica pedagógica, a partir de la problematización del saber matemático. *Academia Y Virtualidad*, 14(1), 41-62. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7959913>

Panorama

- Valbuena-Duarte, S., Rodríguez González, D., & Tavera, A. V. (2021). Perfiles de competencias TIC en la práctica educativa ante el reto de la enseñanza remota. *Sophia*, 17(2), e1052. <https://revistas.ugca.edu.co/index.php/sophia/article/view/1052>
- Yildiz, E., & Arpaci, I. (2024). Understanding pre-service mathematics teachers' intentions to use GeoGebra: The role of technological pedagogical content knowledge. *Education and Information Technologies*, 1-22.