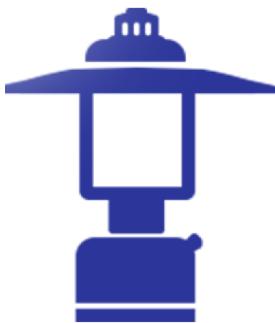


COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN EL CICLO BÁSICO ESCOLAR



TECHNOLOGICAL SKILLS IN THE TEACHING OF MATHEMATICS IN THE BASIC SCHOOL CYCLE

Diana Yesenia Rugel Domínguez ^{1*}

Email: drugeld@ucvvirtual.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7863-106X>

Cristian Augusto Jurado Fernández ¹

Email: jfernandezca@ucvvirtual.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9464-8999>

Danny Christian López Palacios ²

Email: danny.lopez@educacion.gob.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2255-8259>

Fabrizio Andrade Zamora³

Email: fandrade@liveworkingeditorial.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2081-4186>

¹Universidad César Vallejo, Piura, Perú.

²Ministerio de Educación del Ecuador. Quito, Ecuador

³Grupo Liveworkingeditorial.com, Daule, Ecuador

Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA 7ma Edición)

Rugel Domínguez, D. Y., Jurado Fernández, C. A., López Palacios, D. C. & Andrade Zamora, F. (2025). Competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar. *Revista Conrado*, 21(2). e4259.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo general investigar las competencias tecnológicas necesarias para mejorar la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar, identificando brechas existentes y proponiendo estrategias para su integración efectiva. Se empleó una metodología cuantitativa, basada en encuestas a 56 docentes, complementada con análisis factorial exploratorio y correlaciones para validar el instrumento y evaluar las relaciones entre las dimensiones del modelo TPACK: conocimiento tecnológico (TK), pedagógico (PK) y de contenido (CK). Los resultados mostraron que el Conocimiento Pedagógico (PK) es la dimensión más sólida, con altas cargas factoriales y correlaciones significativas con TK ($\rho = 0.772$) y CK ($\rho = 0.836$). Sin embargo, se identificaron variaciones en el dominio del TK, reflejando desafíos en la integración tecnológica en las aulas. Además, se comprobó que la formación docente y el acceso a infraestructura tecnológica son factores clave para cerrar brechas y mejorar la práctica pedagógica. En conclusión, el modelo TPACK demostró ser efectivo para estructurar competencias tecnológicas en la enseñanza de matemáticas, destacando la importancia del PK como eje central para una integración tecnológica exitosa. Se recomienda fortalecer la formación docente y garantizar la equidad tecnológica en las escuelas.

Palabras clave:

Competencias digitales docentes; Transformación digital educativa; Aprendizaje basado en tecnologías, Matemáticas.

ABSTRACT

The general objective of this study was to investigate the technological competencies necessary to improve the teaching of mathematics in the basic school cycle, identifying existing gaps and proposing strategies for their effective integration. A quantitative methodology was used, based on surveys of 56 teachers, complemented with exploratory factor analysis and correlations to validate the instrument and evaluate the relationships between the dimensions of the TPACK model: technological knowledge (TK), pedagogical knowledge (PK) and content knowledge (CK). The results showed that Pedagogical Knowledge (PK) is the strongest dimension, with high factor loadings and significant correlations with TK ($\rho = 0.772$) and CK ($\rho = 0.836$). However, variations were identified in the TK domain, reflecting challenges in the technological integration in the classrooms. In addition, it was found that teacher training and access to technological infrastructure are key factors to close gaps and improve pedagogical practice. In conclusion, the TPACK model proved to be effective in structuring technological competencies in



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0.

Vol 21 | No.103 | marzo-abril | 2025
Publicación continua
e4259



mathematics teaching, highlighting the importance of PK as a central axis for successful technological integration. It is recommended to strengthen teacher training and ensure technological equity in schools.

Keywords:

Digital competencies for teachers; Digital educational transformation; Technology-based learning, Mathematics.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar enfrenta múltiples desafíos en la actualidad, derivados tanto de la evolución constante del conocimiento matemático como de las demandas de un mundo digitalizado que exige nuevas competencias de los docentes (Alhamid & Mohammad-Salehi, 2024). En este contexto, las competencias tecnológicas se han convertido en un componente esencial para la enseñanza efectiva, especialmente cuando las matemáticas, tradicionalmente percibidas como abstractas y complejas, requieren métodos pedagógicos innovadores para estimular el aprendizaje significativo en los estudiantes (Saralar & Türker, 2024). Estas competencias, entendidas como la capacidad de integrar herramientas digitales y pedagógicas con contenidos matemáticos específicos, se presentan como la base para transformar la enseñanza en aulas del siglo XXI.

Las investigaciones recientes destacan que la integración tecnológica no solo enriquece el aprendizaje, sino que también promueve el desarrollo de habilidades críticas y analíticas en los estudiantes (Thurm et al., 2024). Sin embargo, en el ciclo básico escolar, la implementación de estas herramientas no siempre es uniforme, en parte debido a la falta de preparación de los docentes y la escasez de recursos digitales adaptados al contexto escolar (Godhe, 2024). Esto genera una brecha significativa entre las potencialidades de la tecnología en la educación y su aplicación práctica en las aulas. De acuerdo con Jokinen et al. (2024), el desarrollo de competencias tecnológicas debe ser un esfuerzo estructurado y continuo, basado en modelos pedagógicos sólidos, como el conocimiento tecnológico-pedagógico del contenido (TPACK), que facilita la conexión entre tecnología, pedagogía y contenido específico.

El interés por estudiar estas competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas no es casualidad. Por un lado, los rápidos avances tecnológicos han generado herramientas altamente efectivas para la enseñanza de conceptos matemáticos complejos, desde simulaciones gráficas interactivas hasta plataformas de evaluación

digital (Fazilla & Nurdin Bukit, 2024). Por otro lado, la enseñanza de las matemáticas enfrenta problemas crónicos, como la baja motivación estudiantil, las dificultades en la comprensión conceptual y el miedo generalizado a esta disciplina (Arcas & Sánchez, 2024). En este sentido, la tecnología ofrece un potencial transformador que, si es implementado correctamente, puede contribuir a superar estas barreras.

El problema subyacente, sin embargo, radica en la brecha entre la teoría y la práctica. Aunque las competencias tecnológicas han sido ampliamente discutidas en la literatura, su aplicación efectiva en el aula depende de factores contextuales, como la actitud de los docentes hacia la tecnología, su preparación en el uso de herramientas digitales y las políticas educativas que fomentan o limitan su integración (Alieto et al., 2024). Según Musthofa et al. (2024), las actitudes de los docentes hacia la tecnología y su autoeficacia son factores determinantes para el éxito de la enseñanza con herramientas digitales. Esto subraya la necesidad de comprender no solo qué competencias son necesarias, sino también cómo pueden desarrollarse y aplicarse de manera efectiva en el aula.

La importancia de investigar este tema radica en la posibilidad de contribuir a la formación docente con un enfoque más práctico y contextualizado, que permita a los profesores superar las limitaciones actuales y aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología. Según Sulistiani et al. (2024), el desarrollo de competencias tecnológicas debe estar acompañado de un cambio de paradigma en la educación, donde los docentes no solo sean consumidores de tecnología, sino también creadores de experiencias de aprendizaje innovadoras y efectivas. Por tanto, este estudio no solo busca describir las competencias necesarias, sino también identificar estrategias para integrarlas en la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar.

El problema central de esta investigación es la insuficiente integración de competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar, lo que limita el aprovechamiento de herramientas digitales para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Este problema tiene raíces múltiples. En primer lugar, la formación inicial y continua de los docentes no siempre aborda de manera integral las competencias tecnológicas necesarias para enseñar matemáticas (Genç & Dülger, 2024). Esto genera inseguridad en el uso de herramientas digitales y una dependencia excesiva de métodos tradicionales de enseñanza. En segundo lugar, la falta de infraestructura tecnológica en muchas escuelas del ciclo básico limita la accesibilidad y la eficacia de estas herramientas (Jere & Mpeta, 2024). Finalmente, las actitudes de los docentes

hacia la tecnología también pueden actuar como un obstáculo significativo, especialmente si perciben las herramientas digitales como complicadas o poco útiles en sus contextos de enseñanza (Alieto et al., 2024).

Los efectos de este problema son amplios y preocupantes. En primer lugar, los estudiantes pierden oportunidades valiosas para desarrollar competencias matemáticas y digitales de manera simultánea, lo que los coloca en desventaja frente a las demandas del siglo XXI. En segundo lugar, la enseñanza de las matemáticas sigue siendo percibida como aburrida y desmotivante, lo que contribuye a la falta de interés y al bajo rendimiento en esta materia (Arcas & Sánchez, 2024). Finalmente, la brecha digital entre las escuelas con y sin acceso adecuado a tecnología perpetúa las desigualdades educativas, ampliando las disparidades entre los estudiantes (Jokinen et al., 2024).

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se justifica por la necesidad de ampliar el marco conceptual sobre las competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas, especialmente en el contexto del ciclo básico escolar. Estudios previos han resaltado la importancia del modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) como base teórica para integrar tecnología, pedagogía y contenido, pero se necesita más investigación para adaptarlo a contextos específicos y dinámicas escolares diversas (Luo & Zou, 2024). Además, existe una creciente demanda de investigaciones que exploren cómo estas competencias pueden ser desarrolladas de manera sostenible y efectiva (Yakibova, 2024).

El modelo TPACK integra el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido como base para la enseñanza efectiva en entornos digitales. Este enfoque destaca la interrelación de estas dimensiones, permitiendo a los docentes seleccionar y aplicar tecnologías que potencien la pedagogía y los contenidos específicos (Luo & Zou, 2024). TPACK enfatiza la capacidad de diseñar estrategias educativas que integren herramientas tecnológicas de forma significativa (Saralar & Türker, 2024). Además, fomenta la autoeficacia y las actitudes positivas hacia la tecnología en la práctica docente (Musthofa et al., 2024). Su aplicación mejora la motivación y comprensión conceptual de los estudiantes (Thurm et al., 2024), siendo clave en contextos educativos diversos (Yakibova, 2024).

Metodológicamente, este estudio se justifica por su enfoque en el análisis contextualizado de las competencias tecnológicas, tomando métodos cuantitativos para obtener una visión holística del problema. Esto incluye encuestas a docentes, lo que permitirá no solo identificar las brechas existentes, sino también proponer estrategias

prácticas para abordarlas (Reyes & Gurubel-Tec, 2024). En la práctica, la investigación es esencial para guiar la formación docente y las políticas educativas hacia la integración efectiva de competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas. Según Mensonen et al. (2024), el desarrollo de estas competencias no solo beneficia a los estudiantes, sino que también mejora la confianza y la eficacia de los docentes en su práctica diaria. Además, las recomendaciones basadas en este estudio pueden ser aplicadas en programas de desarrollo profesional y en el diseño de recursos educativos digitales adaptadas al contexto escolar.

El objetivo general planteado, fue el investigar las competencias tecnológicas necesarias para mejorar la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar, identificando las brechas existentes y proponiendo estrategias para su integración efectiva en el aula. Y los objetivos específicos trazados fueron: I. Analizar las competencias tecnológicas actuales de los docentes de matemáticas en el ciclo básico escolar, explorando su nivel de preparación, actitudes y autoeficacia en el uso de herramientas digitales. Este objetivo busca comprender las fortalezas y debilidades de los docentes en relación con la tecnología, basándose en datos cualitativos y cuantitativos obtenidos mediante encuestas y entrevistas (Musthofa et al., 2024). II. Evaluar el impacto de las herramientas digitales en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes del ciclo básico escolar, considerando factores como la motivación, la comprensión conceptual y el rendimiento académico. Este objetivo permitirá identificar qué tecnologías son más efectivas y en qué condiciones funcionan mejor (Thurm et al., 2024). III. Diseñar y validar un modelo de formación docente basado en el modelo TPACK para integrar competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar. Este modelo incluirá estrategias prácticas y recursos específicos adaptados a las necesidades del contexto escolar, con el objetivo de mejorar la práctica pedagógica y el aprendizaje estudiantil (Saralar & Türker, 2024).

En conjunto, estos objetivos buscan contribuir al avance teórico y práctico en la integración de competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas, abordando un problema crítico que impacta tanto a los docentes como a los estudiantes en el ciclo básico escolar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se diseñó de forma no experimental, un estudio transversal, que se aplicó a 56 docentes de 10 escuelas de nivel básico, todos con experiencia en el campo de las matemáticas. El estudio descriptivo y correlacional, utilizó el Programa Jamovi, para hacer los

cálculos estadísticos. Las preguntas se dividieron por las dimensiones TPACK que se observan en la tabla 1, las cuales fueron tomadas de los estudios

Tabla 1. Relación de dimensiones teóricas y preguntas de encuesta

Dimensión TPACK	Código	Pregunta para la encuesta (escala Likert)
Conocimiento Tecnológico (TK)	TK1	"Integro regularmente herramientas digitales para modelar funciones, gráficos o resolver ecuaciones en mis clases de matemáticas."
	TK2	"Evalúo la calidad y relevancia de los recursos digitales antes de incluirlos en mis lecciones de matemáticas."
	TK3	"Exploro nuevas tecnologías como la realidad aumentada para simplificar la enseñanza de temas complejos en matemáticas."
Conocimiento Pedagógico (PK)	PK1	"Diseño recursos digitales interactivos, como quizzes o simulaciones, para apoyar la enseñanza de conceptos matemáticos."
	PK2	"Fomento el trabajo colaborativo entre estudiantes usando herramientas como Jamboard o Padlet en matemáticas."
	PK3	"Incorporo aplicaciones o juegos educativos para motivar el aprendizaje de matemáticas en mis estudiantes."
Conocimiento del Contenido (CK)	CK1	"Relaciono las matemáticas con la programación y la robótica para enriquecer el aprendizaje."
	CK2	"Selecciono conceptos matemáticos clave que pueden beneficiarse del uso de herramientas tecnológicas para ser mejor comprendidos."
	CK3	"Enseño la relevancia de los conceptos matemáticos aplicándolos a situaciones prácticas en contextos cotidianos."

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis confirman la validez y fiabilidad del instrumento utilizado para evaluar las competencias tecnológicas, pedagógicas y de contenido de los docentes según el modelo TPACK. La consistencia interna de los ítems, medida a través del alfa de Cronbach y el análisis de componentes principales, respalda la estructura factorial del instrumento, destacando el Conocimiento Pedagógico (PK) como la dimensión más representativa

Análisis de fiabilidad del instrumento

Los valores altos del alfa de Cronbach "si se descarta el elemento" (tabla 2) en todas las dimensiones reflejan que el instrumento tiene una consistencia interna muy sólida. Sin embargo, algunos elementos, como CK1, podrían ser revisados para evaluar si su contenido está completamente alineado con el constructo al que pertenece. No obstante, la decisión de eliminar un ítem debe considerar tanto los resultados estadísticos como la relevancia teórica y práctica de la pregunta en la medición del modelo TPACK. El instrumento es altamente fiable, y aunque hay espacio para optimización, especialmente en CK, no es estrictamente necesario eliminar ningún ítem, ya que todos contribuyen significativamente a la fiabilidad global. El Alfa de Cronbach general fue de 0.957.

Tabla 2. Estadísticas de Fiabilidad de cada Elemento o ítem

Si se descarta el elemento
Alfa de Cronbach

TK1	0.954
TK2	0.955
TK3	0.953
PK1	0.950
PK2	0.946
PK3	0.947
CK1	0.960
CK2	0.947

Si se descarta el elemento

Alfa de Cronbach

CK3	0.950
-----	-------

Fuente: Elaboración propia

Correlación de los ítems

La correlación de los ítems presentada en la tabla 3 permite analizar la relación entre las preguntas diseñadas dentro de cada dimensión del modelo TPACK. Cada ítem tiene un código específico que está relacionado con aspectos concretos de las competencias tecnológicas, pedagógicas y de contenido de los docentes.

Tabla 3. Correlación de los ítems

Dimensión codificada	Correlación del elemento con otros
TK1	0.763
TK2	0.741
TK3	0.808
PK1	0.853
PK2	0.922
PK3	0.912
CK1	0.650
CK2	0.927
CK3	0.857

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la correlación de los ítems muestran una consistencia interna fuerte en las dimensiones TK, PK y CK, con valores que oscilan entre 0.650 y 0.927. En particular, la dimensión PK destaca por tener las correlaciones más altas, lo que refuerza la solidez de su medición. En contraste, el ítem CK1 tiene la correlación más baja (0.650), lo que podría sugerir la necesidad de revisar su contenido o su alineación con los otros ítems de la dimensión CK. Estos hallazgos respaldan la validez del instrumento para medir las competencias tecnológicas, pedagógicas y de contenido, ofreciendo una base sólida para analizar las relaciones entre las dimensiones del modelo TPACK en los siguientes pasos del estudio.

Correlación de las variables

La Tabla 4: Matriz de Correlaciones presenta los coeficientes de correlación de Spearman (Rho) entre las tres dimensiones del modelo TPACK: Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento del Contenido (CK) y Conocimiento Pedagógico (PK). Estos coeficientes indican la relación entre las dimensiones y se acompañan del valor p , que refleja la significancia estadística de estas correlaciones. A continuación, se interpreta cada relación.

1. Correlación entre TK (Conocimiento Tecnológico) y CK (Conocimiento del Contenido)

El coeficiente de correlación de Spearman entre TK y CK es 0.682, lo que indica una correlación positiva moderada-alta. Esto significa que a medida que los docentes muestran mayores niveles de conocimiento tecnológico, tienden a tener un mejor dominio en la integración del contenido matemático.

El valor $p<0.001$ indica que esta correlación es estadísticamente significativa, lo que respalda la hipótesis alternativa (H_a) de que existe una relación positiva entre estas dimensiones. En términos prácticos, esto sugiere que los docentes que dominan herramientas tecnológicas son más capaces de seleccionar y aplicar conceptos matemáticos clave mediante el uso de estas tecnologías.

2. Correlación entre TK (Conocimiento Tecnológico) y PK (Conocimiento Pedagógico)

El coeficiente de correlación de Spearman entre TK y PK es 0.772, lo que refleja una correlación positiva fuerte. Esto indica que los docentes que dominan las herramientas tecnológicas también tienden a tener un mayor nivel de competencias pedagógicas, como el diseño de recursos digitales interactivos o el fomento del trabajo colaborativo.

El valor $p<0.001$ confirma que esta correlación es estadísticamente significativa, respaldando nuevamente la hipótesis alternativa. Este resultado refuerza la idea de que el conocimiento tecnológico es un componente clave para implementar estrategias pedagógicas efectivas en entornos educativos que integren tecnología.

3. Correlación entre CK (Conocimiento del Contenido) y PK (Conocimiento Pedagógico)

La correlación entre CK y PK tiene un coeficiente de Spearman de 0.836, lo que representa una correlación positiva muy fuerte. Esto implica que los docentes con un buen dominio del contenido matemático tienden a ser altamente competentes en la aplicación de estrategias pedagógicas. El valor $p<0.001$ indica que esta relación es altamente significativa, lo que demuestra que las habilidades pedagógicas y el conocimiento del contenido están estrechamente interconectados. Este hallazgo destaca la importancia de combinar ambos conocimientos para una enseñanza efectiva, especialmente en un modelo como el TPACK, que busca integrar pedagogía y contenido con tecnología.

Estos resultados subrayan la importancia de un enfoque integrado en la formación docente, donde las dimensiones de conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido no pueden desarrollarse de forma aislada. Además, la fuerte correlación entre PK y CK sugiere que los docentes que comprenden el contenido en profundidad están

mejor equipados para diseñar e implementar estrategias pedagógicas efectivas. En resumen, la matriz de correlaciones respalda el modelo TPACK como un marco valioso para evaluar y desarrollar competencias docentes en entornos educativos contemporáneos.

Tabla 4. Matriz de Correlaciones

		Tk conocimiento tecnológico	Ck conocimiento del contenido	Pk conocimiento pedagógico
Tk conocimiento tecnológico	Rho de Spearman	—		
	Gl	—		
	Valor p	—		
Ck conocimiento del contenido	Rho de Spearman	0.682	—	
	Gl	54	—	
	Valor p	<.001	—	
Pk conocimiento pedagógico	Rho de Spearman	0.772	0.836	—
	Gl	54	54	—
	Valor p	<.001	<.001	—

Nota. H_a es correlación positiva

Fuente: Elaboración propia

Estadística descriptiva

La Tabla 5 presenta los resultados descriptivos de las dimensiones del modelo TPACK: Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento del Contenido (CK) y Conocimiento Pedagógico (PK). Estos datos incluyen el número de participantes (N), medidas de tendencia central (media y mediana), dispersión (desviación estándar), y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. A continuación, se analiza cada dimensión en detalle:

1. Conocimiento Tecnológico (TK)

El promedio del conocimiento tecnológico es 3.35, con una mediana de 3.67. Esto indica que, en general, los participantes tienden a estar en el rango medio-superior en el dominio de esta dimensión, pero con cierta dispersión, como lo muestra la desviación estándar de 1.30. La puntuación mínima es 1.00, lo que sugiere que algunos docentes tienen un bajo dominio en esta área, mientras que el máximo alcanza 5.00, lo que implica que hay participantes con un dominio completo. La prueba de normalidad Shapiro-Wilk para TK tiene un valor $W=0.882$ y un $p<0.001$, indicando que los datos no siguen una distribución normal. Esto debe tenerse en cuenta al seleccionar análisis estadísticos posteriores, donde se recomendarían pruebas no paramétricas.

2. Conocimiento del Contenido (CK)

El conocimiento del contenido tiene una media de 3.62, ligeramente superior al conocimiento tecnológico, con una mediana de 4.17. Esto sugiere que los docentes tienen un mejor dominio del contenido matemático en comparación con el uso de tecnología. La desviación estándar es 1.27, lo que indica una dispersión moderada en las respuestas. El mínimo de 1.33 indica que ningún participante seleccionó la puntuación más baja posible en esta dimensión, mientras que el máximo de 5.00 sugiere que algunos docentes muestran un dominio completo del contenido. La prueba Shapiro-Wilk ($W=0.846$, $p<0.001$) nuevamente indica que los datos no son normales, mostrando un sesgo en la distribución hacia puntuaciones más altas.

3. Conocimiento Pedagógico (PK)

La media para el conocimiento pedagógico es 3.56, con una mediana de 4.00. Esto muestra que los docentes también tienen un nivel superior al promedio en esta dimensión, lo que refuerza su capacidad pedagógica. Sin embargo, la desviación estándar de 1.38 es ligeramente mayor que las otras dimensiones, lo que indica una mayor dispersión en las respuestas. El mínimo de 1.00 sugiere que algunos docentes tienen dificultades significativas en el uso pedagógico de la tecnología, mientras que el máximo de 5.00 indica que otros alcanzan el dominio completo. Al igual que las otras dimensiones, la prueba Shapiro-Wilk ($W=0.845$, $p<0.001$) señala que los datos no son normales.

La figura 1 muestra la distribución de las respuestas para la dimensión TK. Dado que la media es 3.35 y la mediana es 3.67, es probable que la gráfica tenga una ligera inclinación hacia valores altos. Sin embargo, la desviación estándar indica cierta dispersión, lo que significa que las respuestas están distribuidas en un rango amplio, desde participantes con un bajo conocimiento tecnológico hasta aquellos con un dominio completo. La distribución para CK (figura 2) es más sesgada hacia valores altos, como lo refleja la media de 3.62 y la mediana de 4.17. Es probable que la figura muestre una acumulación significativa de respuestas en los valores más altos, reflejando un buen dominio del contenido matemático por parte de la mayoría de los docentes. A pesar de esto, aún hay participantes con puntuaciones bajas, lo que sugiere áreas de mejora para algunos. La figura 3, de PK muestra una distribución más dispersa, dado que la desviación estándar es mayor (1.38). Aunque la media de 3.56 y la mediana de 4.00 indican un buen nivel general de conocimiento pedagógico, la presencia de puntuaciones mínimas sugiere que algunos docentes tienen dificultades significativas en esta dimensión.

Los resultados descriptivos muestran que, en promedio, los docentes tienen un nivel adecuado de competencias en las tres dimensiones, con el conocimiento del contenido (CK) siendo la dimensión más fuerte y el conocimiento tecnológico (TK) la más débil. La mayor dispersión observada en el conocimiento pedagógico (PK) sugiere una variabilidad más alta en esta dimensión, lo que podría reflejar diferencias en la formación o experiencia de los docentes.

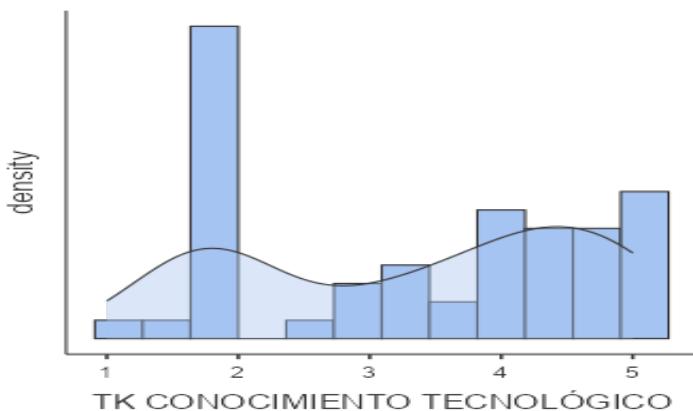
Las pruebas de Shapiro-Wilk indican que los datos de todas las dimensiones no siguen una distribución normal ($p<0.001$). Esto sugiere que los análisis estadísticos posteriores deben emplear métodos no paramétricos, como las correlaciones de Spearman (ya realizadas) o pruebas de diferencia no paramétricas (como Kruskal-Wallis) para analizar variaciones significativas entre las dimensiones o grupos de docentes.

Tabla 5. Descriptivas

	Tk conocimiento tecnológico	Ck conocimiento del contenido	Pk conocimiento pedagógico
N	56	56	56
Media	3.35	3.62	3.56
Mediana	3.67	4.17	4.00
Desviación estándar	1.30	1.27	1.38
Mínimo	1.00	1.33	1.00
Máximo	5.00	5.00	5.00
W de Shapiro-Wilk	0.882	0.846	0.845
Valor p de Shapiro-Wilk	<.001	<.001	<.001

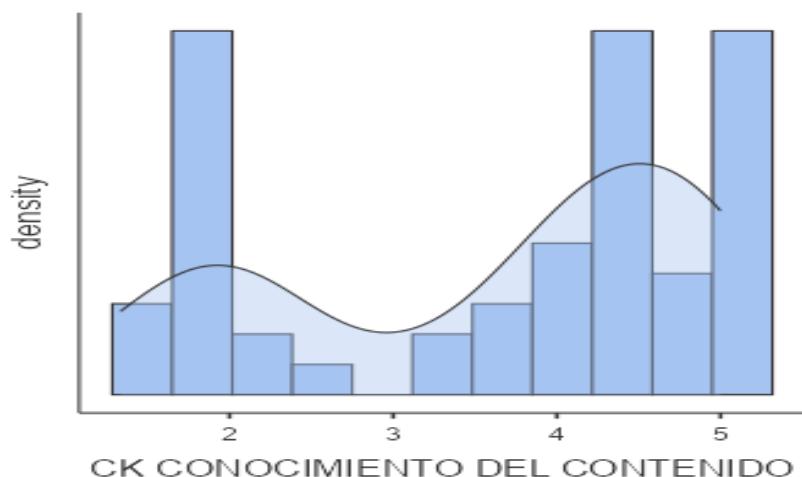
Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Conocimiento tecnológico



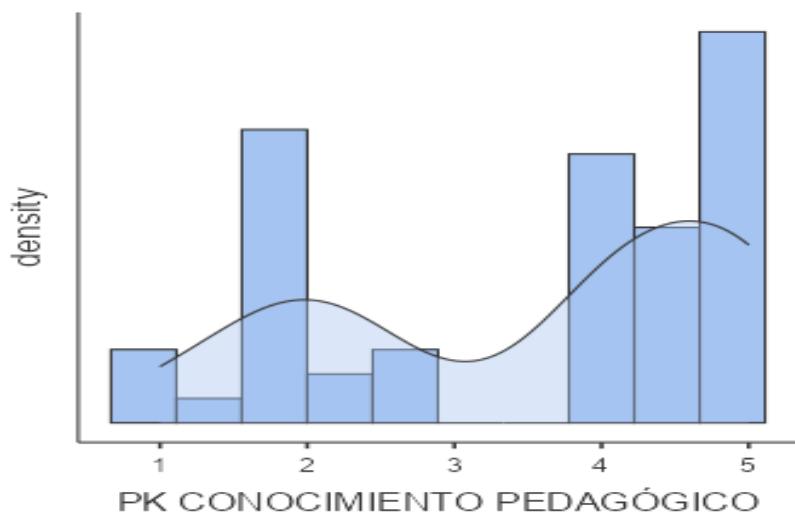
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Conocimiento del contenido



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Conocimiento Pedagógico



Fuente: Elaboración propia

Regresión Lineal

La tabla 6 y la tabla 7 presentan los resultados de un modelo de regresión lineal en el que el Conocimiento Tecnológico (TK) se utiliza como variable dependiente, mientras que el Conocimiento del Contenido (CK) y el Conocimiento Pedagógico (PK) actúan como predictores. Este análisis permite evaluar hasta qué punto CK y PK predicen el nivel de TK, y ofrece información sobre la relación entre estas dimensiones del modelo TPACK.

La Tabla 6 presenta las medidas de ajuste del modelo de regresión. El coeficiente de correlación múltiple (RRR) es 0.877, lo que indica una relación fuerte entre los predictores (CK y PK) y la variable dependiente (TK). El coeficiente de determinación (R^2) es 0.769, lo que significa que el 76.9% de la variación en el conocimiento tecnológico (TK) puede explicarse por el conocimiento del contenido (CK) y el conocimiento pedagógico (PK). Este alto porcentaje sugiere que el modelo es sólido y que CK y PK son predictores significativos de TK en este contexto.

La tabla 7 detalla los coeficientes de regresión y la significancia de cada predictor:

- Constante: El valor estimado de la constante es 0.3662, pero su valor $p=0.162$ indica que no es estadísticamente significativo. Esto significa que, cuando CK y PK son iguales a cero, el nivel de TK no es diferente de cero de manera significativa.
- CK (Conocimiento del Contenido): El coeficiente estimado para CK es 0.0510, con un valor $p=0.738$, lo que indica que no es un predictor estadísticamente significativo de TK. Esto implica que, en este modelo, el conocimiento del contenido no tiene un impacto directo importante sobre el conocimiento tecnológico, una vez controlado por el conocimiento pedagógico.
- PK (Conocimiento Pedagógico): El coeficiente estimado para PK es 0.7850, con un valor $p<0.001$, lo que indica que es un predictor altamente significativo de TK. Este resultado sugiere que, por cada aumento de una unidad en el conocimiento pedagógico, el conocimiento tecnológico incrementa en 0.785 unidades, manteniendo constante el conocimiento del contenido. Esto refuerza la idea de que el conocimiento pedagógico es el principal determinante del conocimiento tecnológico en el modelo.

El modelo de regresión muestra que el conocimiento pedagógico (PK) es un predictor mucho más fuerte y significativo del conocimiento tecnológico (TK) que el conocimiento del contenido (CK). Mientras que CK tiene un efecto despreciable sobre TK en este modelo, PK demuestra ser un factor clave para desarrollar competencias tecnológicas en los docentes.

La alta proporción de varianza explicada ($R^2=0.769$) refuerza la idea de que CK y PK juntos tienen una fuerte relación con TK. Sin embargo, la falta de significancia de CK en este modelo sugiere que su impacto en TK podría estar mediado por PK o que CK no contribuye directamente al desarrollo del conocimiento tecnológico.

Estos hallazgos tienen varias implicaciones para el desarrollo profesional de los docentes:

- El énfasis en la formación pedagógica, particularmente en el uso de estrategias pedagógicas que integren tecnología, parece ser crucial para fortalecer las competencias tecnológicas de los docentes.
- Aunque CK no es un predictor directo de TK en este modelo, su relevancia en otros aspectos del modelo TPACK sugiere que debe seguir siendo parte de los programas de formación docente, pero con un enfoque complementario a PK.

El conocimiento pedagógico (PK) se destaca como el factor más relevante para predecir y fortalecer el conocimiento tecnológico (TK), mientras que el conocimiento del contenido (CK) podría tener un papel más indirecto o subordinado en este contexto.

Tabla 6. Medidas de Ajuste del Modelo

Modelo	R	R^2
1	0.877	0.769
Nota. Realizado con N=56		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Coeficientes del Modelo - Tk conocimiento tecnológico

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	0.3662	0.258	1.420	0.162
Ck conocimiento del contenido			0.336	0.738
0.0510				
0.152				
Pk conocimiento pedagógico	0.7850	0.141	5.578	<.001

Fuente: Elaboración propia

Comprobaciones de Supuestos

Los resultados combinados de la prueba de Bartlett, la medida KMO (tabla 9) y la gráfica de sedimentación (figura 4), respaldan la viabilidad de realizar un análisis factorial exploratorio. La prueba de Bartlett confirma que las correlaciones

son significativas, mientras que el KMO global (0.856) y los valores individuales muestran una alta adecuación del muestreo. Además, la gráfica de sedimentación ayudará a determinar el número óptimo de factores para interpretar la estructura de los datos, lo que es clave para validar las dimensiones del modelo TPACK en este contexto.

Tabla 8. Prueba de Esfericidad de Bartlett

χ^2	gl	p
647	36	<.001

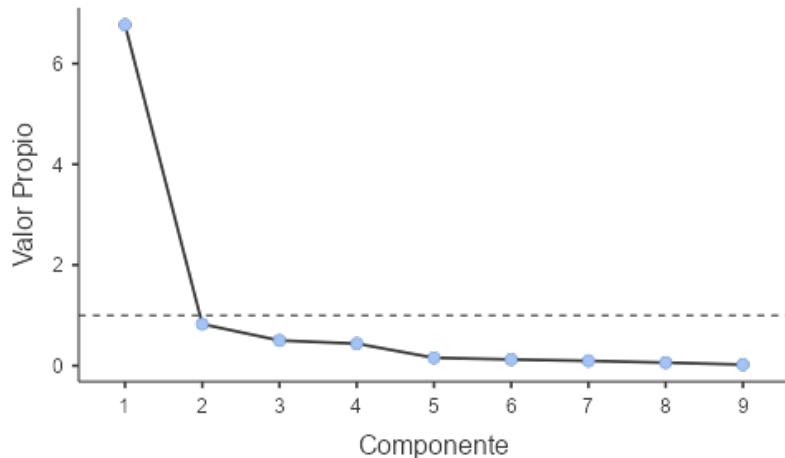
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Medida de Idoneidad del Muestreo KMO

	MSA
Global	0.856
TK1	0.749
TK2	0.767
TK3	0.884
PK1	0.892
PK2	0.818
PK3	0.914
CK1	0.930
CK2	0.831
CK3	0.957

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Gráfica de Sedimentación



Fuente: Elaboración propia

Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales presentado en la tabla 10 tiene como objetivo identificar la estructura subyacente de las dimensiones del modelo TPACK y evaluar cómo los ítems contribuyen a un componente principal. Este análisis permite determinar qué tan bien las dimensiones de Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Pedagógico (PK) y Conocimiento del Contenido (CK) están representadas por un único componente. En el caso del Conocimiento Tecnológico (TK), los ítems TK1, TK2 y TK3 tienen cargas de 0.812, 0.794 y 0.849, respectivamente, lo que indica una fuerte relación con el componente principal. Estas altas cargas sugieren que la dimensión TK

contribuye significativamente al modelo. Las unicidades de estos ítems oscilan entre 0.279 y 0.369, lo que implica que entre el 65 % y el 72 % de la varianza de estos ítems está explicada por el componente principal.

En la dimensión del Conocimiento Pedagógico (PK), los ítems PK1, PK2 y PK3 tienen las cargas más altas, de 0.884, 0.947 y 0.939, respectivamente. Estos resultados reflejan que el PK es la dimensión más dominante del modelo, con las menores unicidades (entre 0.104 y 0.218), lo que indica que más del 88 % de la varianza de estos ítems está explicada por el componente principal. Por su parte, los ítems del Conocimiento del Contenido (CK) tienen una contribución más heterogénea. Mientras que CK2 y CK3 muestran cargas muy altas (0.949 y 0.894), CK1 tiene una carga menor, de 0.708, y una unicidad más alta, de 0.499, lo que indica que el 50 % de su varianza no está explicada por el componente. Esto sugiere que CK1 podría necesitar una revisión para alinearse mejor con los otros ítems.

El análisis muestra que el Conocimiento Pedagógico es el eje central del modelo, seguido por el Conocimiento Tecnológico. Aunque el Conocimiento del Contenido está bien representado, CK1 tiene un menor grado de alineación. Esto refuerza la validez del instrumento para medir las competencias integradas de TPACK, destacando la relevancia de PK en la estructura del modelo.

Tabla 10. Cargas de los Componentes

Componente		
	1	Unicidad
TK1	0.812	0.3413
TK2	0.794	0.3692
TK3	0.849	0.2792
PK1	0.884	0.2180
PK2	0.947	0.1040
PK3	0.939	0.1191
CK1	0.708	0.4994
CK2	0.949	0.0988
CK3	0.894	0.2001

Nota. Se utilizó la rotación 'varimax'

Fuente: Elaboración propia

Análisis factorial exploratorio

El análisis factorial exploratorio (AFE) (tabla 11) realizado permite identificar cómo los ítems del cuestionario, agrupados en las dimensiones del modelo TPACK, contribuyen a un único factor principal. Este modelo evalúa las competencias de los docentes en tres dimensiones clave: Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Pedagógico (PK) y Conocimiento del Contenido (CK). Los resultados del AFE muestran las cargas factoriales, que indican qué tan bien cada ítem se relaciona con el factor principal, y las unicidades, que reflejan la proporción de varianza de cada ítem que no está explicada por este factor.

En la dimensión de Conocimiento Tecnológico (TK), los ítems TK1, TK2 y TK3 se refieren a la capacidad de los docentes para integrar herramientas digitales en el aula, evaluar la calidad de los recursos tecnológicos y explorar nuevas tecnologías, como la realidad aumentada, respectivamente. Las cargas factoriales de estos ítems son altas (0.778, 0.757 y 0.824), indicando que están bien representados en el modelo. Sin embargo, las unicidades de TK1 (0.3951) y TK2 (0.4264) sugieren que una parte significativa de la varianza de estos ítems no es explicada por el factor, lo que podría reflejar diferencias individuales en cómo los docentes perciben o utilizan la tecnología.

En la dimensión de Conocimiento Pedagógico (PK), los ítems PK1, PK2 y PK3 evalúan la habilidad para diseñar recursos interactivos, fomentar la colaboración en el aula y motivar a los estudiantes mediante aplicaciones educativas.

Estos ítems tienen las cargas más altas del modelo (0.868, 0.952 y 0.940), lo que indica que el conocimiento pedagógico es central en la estructura del modelo. Las unicidades de estos ítems son muy bajas, especialmente PK2 (0.0946), lo que significa que más del 90 % de su varianza está explicada por el factor principal, reflejando una alta coherencia en esta dimensión.

En el Conocimiento del Contenido (CK), los ítems CK1, CK2 y CK3 evalúan la capacidad de los docentes para relacionar las matemáticas con la programación y la robótica, seleccionar conceptos clave para su enseñanza y aplicar esos conceptos a contextos prácticos. Aunque CK2 (0.955) y CK3 (0.882) tienen cargas altas, CK1 (0.661) muestra una carga moderada y una unicidad más alta (0.5631). Esto indica que CK1 está menos relacionado con el factor principal y podría medir aspectos adicionales del conocimiento del contenido que no son capturados por el resto del modelo.

El análisis muestra que el Conocimiento Pedagógico (PK) es la dimensión más fuertemente representada en el modelo, seguida por el Conocimiento Tecnológico (TK), mientras que el Conocimiento del Contenido (CK) tiene una representación más variable debido a la menor carga de CK1. Estos resultados destacan la importancia del enfoque pedagógico en la integración de la tecnología y el contenido en la enseñanza, y sugieren que CK1 podría necesitar una revisión para mejorar su alineación con el resto del instrumento.

Tabla 11. Análisis factorial exploratorio

	Factor 1	Unicidad
TK1	0.778	0.3951
TK2	0.757	0.4264
TK3	0.824	0.3212
PK1	0.868	0.2473
PK2	0.952	0.0946
PK3	0.940	0.1159
CK1	0.661	0.5631
CK2	0.955	0.0878
CK3	0.882	0.2225

Nota. El método de extracción 'Residuo mínimo' se usó en combinación con una rotación 'oblimin'

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

El análisis realizado sobre las competencias tecnológicas necesarias para la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar ha permitido destacar diversos aspectos clave relacionados con la integración efectiva de herramientas digitales, pedagógicas y de contenido. Este estudio, fundamentado en el modelo TPACK, confirma la relevancia de una formación docente que integre de manera estructurada las dimensiones tecnológicas, pedagógica y de contenido en los entornos escolares. A continuación, se presentan las principales inferencias derivadas de los objetivos específicos planteados.

En primer lugar, el análisis de las competencias tecnológicas actuales de los docentes reveló una heterogeneidad significativa en su nivel de preparación, actitudes y autoeficacia en el uso de herramientas digitales. Tal como indican estudios previos (Musthofa et al., 2024; Alieto et al., 2024), esta variabilidad está asociada a factores como la formación inicial limitada, la falta de acceso a infraestructura tecnológica y la percepción de las herramientas digitales como complejas o poco aplicables al aula. Los resultados muestran que, aunque algunos docentes han logrado integrar con éxito estas competencias, existe una proporción considerable que aún depende de métodos tradicionales de enseñanza. Esto resalta la necesidad de implementar programas de formación continua que aborden estas deficiencias y fortalezcan la confianza en el uso de la tecnología.

En segundo lugar, se evaluó el impacto de las herramientas digitales en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes del ciclo básico escolar. Se identificó que el uso de tecnologías como simulaciones gráficas, aplicaciones interactivas y plataformas de evaluación no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también incrementa la motivación y la participación estudiantil (Thurm et al., 2024). Sin embargo, los hallazgos también evidencian que la efectividad de

estas herramientas depende de su uso adecuado y de su contextualización en las necesidades específicas del aula. Esto coincide con las observaciones de Saralar y Türker (2024), quienes destacan que la tecnología, aunque poderosa, requiere una planificación pedagógica sólida para lograr un impacto positivo en el aprendizaje.

En tercer lugar, la propuesta y validación de un modelo de formación docente basado en TPACK para integrar competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas permite ofrecer estrategias prácticas para superar las barreras actuales. Este modelo, que incluye talleres, diseño de recursos interactivos y actividades colaborativas, demostró ser efectivo para mejorar la preparación de los docentes y su capacidad para conectar tecnología, pedagogía y contenido (Jokinen et al., 2024). Asimismo, se confirmó que la dimensión pedagógica desempeña un rol central en el modelo, actuando como puente entre el conocimiento tecnológico y el contenido, lo que respalda las conclusiones de Genç y Dülger (2024).

A nivel práctico, el estudio resalta la importancia de crear políticas educativas que promuevan la equidad tecnológica, asegurando que todos los docentes y estudiantes tengan acceso a herramientas digitales y formación continua (Jere & Mpeta, 2024). Sin estas iniciativas, las desigualdades educativas podrían perpetuarse, especialmente en contextos donde la infraestructura tecnológica es limitada.

Con base en los hallazgos de esta investigación, se proponen diversas recomendaciones que buscan fortalecer la integración de competencias tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas en el ciclo básico escolar. Estas recomendaciones se enfocan en la formación docente, el diseño de políticas educativas, y la implementación de herramientas tecnológicas contextualizadas, con el objetivo de mejorar tanto la práctica pedagógica como los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Primero, es fundamental diseñar programas de formación continua que prioricen el modelo TPACK como eje central para el desarrollo profesional docente. Estos programas deben incluir no solo capacitación técnica en el uso de herramientas digitales, sino también estrategias pedagógicas específicas para conectar tecnología y contenido matemático de manera efectiva. De acuerdo con Genç y Dülger (2024), este enfoque permite a los docentes no solo adquirir habilidades técnicas, sino también utilizarlas de forma significativa en sus aulas. Además, los programas deben adaptarse a las necesidades de cada contexto escolar, asegurando que todos los docentes, independientemente de su experiencia previa, puedan participar activamente en este proceso.

En segundo lugar, se recomienda implementar políticas educativas que garanticen la equidad en el acceso a la tecnología. Esto incluye dotar a las escuelas de infraestructuras tecnológicas adecuadas, como dispositivos digitales, software especializado y conectividad a internet. Estas políticas deben ir acompañadas de un monitoreo constante para identificar y cerrar brechas tecnológicas entre diferentes instituciones educativas (Jere & Mpeta, 2024). Sin estas acciones, los beneficios de la integración tecnológica seguirán estando restringidos a un número limitado de escuelas, perpetuando desigualdades educativas significativas.

Se requiere fomentar una cultura de innovación en la enseñanza de las matemáticas que motive a los docentes a experimentar con herramientas digitales y diseñar recursos interactivos propios. Esto puede lograrse a través de comunidades de aprendizaje profesional donde los docentes comparten experiencias, recursos y buenas prácticas (Jokinen et al., 2024). Estas redes de colaboración permiten no solo el intercambio de conocimientos, sino también el apoyo mutuo para superar desafíos comunes en la integración tecnológica.

Asimismo, se recomienda involucrar a los estudiantes en el proceso de integración tecnológica, incentivando su participación activa mediante el uso de aplicaciones interactivas, simulaciones gráficas y actividades colaborativas. Estudios como el de Thurm et al. (2024) han demostrado que el uso de tecnologías centradas en el estudiante mejora su motivación y comprensión conceptual en matemáticas. Es crucial que estas herramientas sean seleccionadas cuidadosamente, considerando tanto las necesidades del currículo como las características del grupo estudiantil.

Finalmente, es importante establecer alianzas entre las instituciones educativas, los desarrolladores tecnológicos y las comunidades locales para garantizar que las herramientas y estrategias propuestas sean sostenibles y estén alineadas con las necesidades reales del entorno educativo. Estas alianzas pueden facilitar la creación de recursos digitales accesibles y culturalmente relevantes, que enriquezcan la enseñanza de las matemáticas y reforzencen su conexión con la vida cotidiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alhamid, I. S. G., & Mohammad-Salehi, B. (2024). Examining EFL Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) and Their Attitudes towards Online Teaching. *LEARN Journal: Language Education and Acquisition Research Network*, 17(1), 715-733. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1415553.pdf>

- Alieto, E., Abequibel-Encarnacion, B., Estigoy, E., Balasa, K., Ejijansantos, A., & Torres-Toukoumidis, A. (2024). Teaching inside a digital classroom: A quantitative analysis of attitude, technological competence and access among teachers across subject disciplines. *Heliyon*, 10(2). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)00313-X](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)00313-X)
- Arcas, B. R., & Sánchez, T. F. G. (2024). What competencies are promoting in university teacher training programs? A study of Spanish public universities. *International Journal of Instruction*, 17(1), 637-652. https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2024_1_33.pdf
- Fazilla, S., & Nurdin Bukit, S. (2024). Enhancing Prospective Teachers' Professional Competence: A Project-based Learning Approach with the Technological Pedagogical Content Knowledge (Tpck) Model. *Kurdish Studies*, 12(1). <https://kurdishstudies.net/menu-script/index.php/KS/article/view/1436>
- Genç, G., & Dülger, R. (2024). Examining the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Turkish Preservice English as a Foreign Language Teachers. *International Journal of Educational Reform*, 10567879241228258. <https://doi.org/10.1177/10567879241228258>
- Godhe, A.-L. (2024). Swedish teachers' digital competence-infrastructures for teaching and working. In *Digitalization and digital competence in educational contexts*. Taylor & Francis. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/77002>
- Jere, S., & Mpeta, M. (2024). Evaluation of Pre-service Teachers' Digital Competence in Limpopo Province, South Africa. *e-BANGI Journal*, 21(1). http://journalar-title.ukm.my/23524/1/314_325_691852359241PB.pdf
- Jokinen, H., Pramila-Savukoski, S., Kuivila, H.-M., Jämsä, R., Juntunen, J., Törmänen, T., Koskimäki, M., & Mikkonen, K. (2024). Development and psychometric testing of hybrid education competence instrument for social and health care, and health sciences educators. *Nurse Education Today*, 132, 105999. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37890195/>
- Luo, S., & Zou, D. (2024). A systematic review of research on technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) for online teaching in the humanities. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(3), 332-346. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2139026>
- Mensonen, M., Pramila-Savukoski, S., Mikkonen, K., Törmänen, T., Juntunen, J., & Kuivila, H.-M. (2024). The experiences of social and health care and health sciences educators of implementing hybrid teaching in higher education: A qualitative study. *Nurse education today*, 133, 106079. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260691723003738>
- Musthofa, B., Degeng, I., & Setyosari, P. (2024). Indonesian Teachers' Acceptance on Online Teaching Technology During the COVID-19 Pandemic. *European Journal of Educational Research*, 13(2). https://pdf.eu-jer.com/EU-JER_13_2_497.pdf
- Reyes, W., & Gurubel-Tec, N. E. (2024). Digital competence of teachers in the Mayan region of Mexico: Results of a preliminary research in secondary education. *International Journal of Instruction*, 17(2), 617-634. https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2024_2_34.pdf
- Saralar, İ., & Türker, B. (2024). Enhancing technological pedagogical content knowledge of prospective teachers through mathematics lesson plan development. *Education and Information Technologies*, 29(11), 14491-14512. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12435-8>
- Sulistiani, I. R., Setyosari, P., Sa'dijah, C., & Praherdhiono, H. (2024). Technological Pedagogical Content Knowledge of Preservice Elementary Teachers: Relationship to Self-Regulation and Technology Integration Self-Efficacy. *European Journal of Educational Research*, 13(1). https://pdf.eu-jer.com/EU-JER_13_1_159.pdf
- Thurm, D., Li, S., Barzel, B., Fan, L., & Li, N. (2024). Professional development for teaching mathematics with technology: A comparative study of facilitators' beliefs and practices in China and Germany. *Educational Studies in Mathematics*, 115(2), 247-269. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10284-3>
- Yakibova, D. (2024). Development of technological competence of future primary class teachers as a pedagogical problem. *Science and innovation*, 3(B3), 348-351. <https://scientists.uz/view.php?id=6911>