

CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DE UN PROFESOR QUE INTEGRA TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: EL CASO DE LUIS

Specialised knowledge of a teacher who integrate digital technologies in mathematics teaching: the case of Luis

Padilla-Escorcía, I. A.^a, Aguilar-González, Á.^b y García-Rodríguez, M. L.^c

^aUniversidad del Atlántico, ^bUniversidad de Oviedo, ^cInstituto Politécnico Nacional

Resumen

Hoy en día existe un creciente interés por comprender cómo los profesores integran las tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, en la literatura se reconoce que hacen falta investigaciones que profundicen en la forma en que los profesores relacionan distintos saberes en su práctica cotidiana. En este trabajo se presenta un estudio de caso en el que se analiza el conocimiento de un profesor de matemáticas a partir de sus saberes disciplinares, pedagógicos y tecnológicos, aplicados en contextos de aula mediados por tecnologías digitales. Se utilizó el instrumento TPCSK (Technological Pedagogical Content Specialised Knowledge), y cuatro unidades de observación no participante para triangular la información. Los resultados muestran una articulación situada entre los saberes matemático, pedagógico y tecnológico en la práctica del profesor.

Palabras clave: *conocimiento especializado, profesor de matemáticas, TPCSK, tecnologías digitales, observación no participante*

Abstract

Currently, there is growing interest in understanding how teachers integrate digital technologies into the teaching of mathematics. However, the literature recognises the need for studies that examine in greater depth how teachers connect different types of knowledge in their everyday practice. This paper presents a case study that analyses the knowledge of a mathematics teacher from the perspective of disciplinary, pedagogical, and technological knowledge applied in classroom contexts mediated by digital technologies. The TPCSK (Technological Pedagogical Content Specialised Knowledge) instrument was used, together with four non-participant observation units, to triangulate the information. The results show a situated articulation between mathematical, pedagogical, and technological knowledge in the teacher's practice.

Keywords: *Specialised knowledge, mathematics teacher, TPCSK, digital technologies, non-participant observation.*

INTRODUCCIÓN

La integración de las tecnologías digitales (TDs) en las aulas ha transformado las dinámicas escolares, los roles docentes y los recursos didácticos (Conde-Carmona y Padilla-Escorcía, 2025). Esto se refleja en el creciente volumen de investigaciones sobre el conocimiento profesional del profesorado que incorpora dichas herramientas en la enseñanza de las matemáticas (Schettini y Cunha, 2022). Sumado a este interés, la pandemia de COVID-19 expuso desafíos críticos en su implementación con fines pedagógicos. Diversos estudios documentan las dificultades docentes para enseñar matemáticas en entornos virtuales debido a una formación pedagógica insuficiente; esto, en algunos casos, derivó en

prácticas superficiales alejadas del rigor característico de esta disciplina (Guggemos y Seufert, 2021; Ozdamli y Karagozlu, 2022; Dilling y Vogler, 2023).

En este contexto, cobra relevancia la línea de investigación en educación matemática orientada a comprender cómo el profesorado integra las TDs en la enseñanza de la disciplina (Badillo et al., 2022). Hanifah et al. (2025) señalan que el estudio de este conocimiento debe considerar la interacción entre los saberes disciplinar, pedagógico y tecnológico; de este modo, se busca evitar que alguno se anteponga a los otros y se favorece su articulación coherente en la práctica docente. Dentro de esta línea de investigación destacan dos modelos ampliamente utilizados para analizar el conocimiento del profesor al integrar las TDs: el Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) (Mishra y Koehler, 2006) y el Mathematics Teachers' Specialised Knowledge (MTSK) (Carrillo et al., 2018), ambos derivados de los planteamientos de Shulman (1986).

El modelo TPACK permite comprender la interacción entre los conocimientos tecnológico, pedagógico y disciplinar necesarios para integrar las TDs en los procesos de enseñanza. Sin embargo, diversos estudios señalan que su carácter amplio y transversal dificulta la profundización en las particularidades del conocimiento especializado requerido para enseñar matemáticas con dichas herramientas (Sancho-Blanco et al., 2025). Por su parte, el modelo MTSK ofrece una caracterización detallada del conocimiento especializado del profesor de matemáticas, especialmente respecto a conceptos, representaciones y procesos propios de la materia. No obstante, este modelo no aborda de manera explícita el papel estratégico de las TDs en la enseñanza de la disciplina. A partir de estas limitaciones, surge el constructo TPCSK (Technological Pedagogical Content Specialised Knowledge), el cual integra elementos del TPACK y del MTSK con el propósito de analizar cómo el profesor articula los saberes matemáticos, pedagógicos y tecnológicos en contextos de enseñanza mediados por tecnología.

En la literatura se identifican diversos estudios sobre la integración de las TD en la enseñanza de las matemáticas, particularmente a través de software de geometría dinámica, herramientas de representación gráfica y recursos digitales para el diseño de tareas. Investigaciones como las de Açıkgül y Aslaner (2020) muestran que el uso de GeoGebra favorece el desarrollo del conocimiento tecnológico-pedagógico docente, mientras que McLaughlin-Galanti et al. (2021) destacan el potencial de los recursos digitales para promover procesos de exploración y representación en ambientes tecnológicos. No obstante, gran parte de la evidencia se ha centrado en procesos de formación, diseño de tareas o elaboración de recursos, siendo menos frecuentes los estudios que analizan cómo un profesor en ejercicio articula los saberes del TPCSK al enseñar contenidos específicos en escenarios de práctica real (Padilla-Escorcía et al., 2025).

Esta propuesta atiende dicha necesidad mediante un estudio de caso orientado a analizar cómo un profesor de educación secundaria articula las dimensiones matemática, pedagógica y tecnológica al integrar herramientas digitales en la enseñanza de funciones y razones trigonométricas. Para ello, se emplean las categorías del modelo TPCSK como marco analítico, lo que permite interpretar la relación entre las decisiones disciplinares, las estrategias didácticas y el uso de las TDs en el aula.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, orientado a la comprensión de fenómenos educativos en su contexto natural y a la interpretación de los significados construidos por los actores involucrados (Denzin y Lincoln, 2011). Este enfoque resulta idóneo para analizar el conocimiento que moviliza un profesor de matemáticas al integrar las TDs en su práctica de aula, dada la complejidad de las decisiones disciplinares, pedagógicas y tecnológicas implicadas. El diseño corresponde a un estudio de caso instrumental, donde el caso se examina como un medio para comprender un fenómeno más amplio: la articulación de los saberes que integran el TPCSK en escenarios educativos mediados por tecnología en el nivel de secundaria.

El caso de estudio

El caso corresponde a un docente de matemáticas de educación secundaria que labora en una institución privada. El profesor cuenta con once años de trayectoria profesional, de los cuales nueve han estado vinculados al uso sistemático de las TDs en la enseñanza de la disciplina. El participante, denominado Luis, fue seleccionado mediante un muestreo intencional, considerando su amplio recorrido docente, su formación de posgrado y su disposición para reflexionar sobre su práctica y el uso de herramientas digitales en la enseñanza de contenidos matemáticos.

Instrumentos de recolección de información

Para la recolección de la información se emplearon dos técnicas:

1. Cuestionario TPCSK (Technological Pedagogical Content Specialised Knowledge) de Padilla-Escorcia et al. (2025b). Este instrumento integra elementos de los modelos TPACK (Mishra y Koehler, 2006) y MTSK (Carrillo et al., 2018), y fue utilizado para identificar evidencias del conocimiento del profesor al integrar las TDs en la enseñanza de las matemáticas.

El instrumento consta de dos dimensiones complementarias. La primera es de naturaleza cualitativa y está conformada por preguntas abiertas orientadas a explorar las experiencias, decisiones pedagógicas, reflexiones y formas de integrar tecnologías digitales en contenidos matemáticos específicos. La segunda consiste en una escala de autopercepción tipo Likert, la cual permitió identificar el nivel de habilidad que el profesor atribuye a su propio desempeño respecto al uso pedagógico de las herramientas digitales. La utilización conjunta de ambas secciones permitió obtener información tanto declarativa como perceptiva sobre el conocimiento profesional del docente, favoreciendo la posterior triangulación con las observaciones de aula.

2. Observaciones no participantes. Se realizaron cuatro observaciones de clases de matemáticas mediadas por las TDs, con registro en diarios de campo y grabaciones audiovisuales. Esto permitió documentar la práctica docente in situ, al integrar tecnologías digitales en escenarios reales de enseñanza.

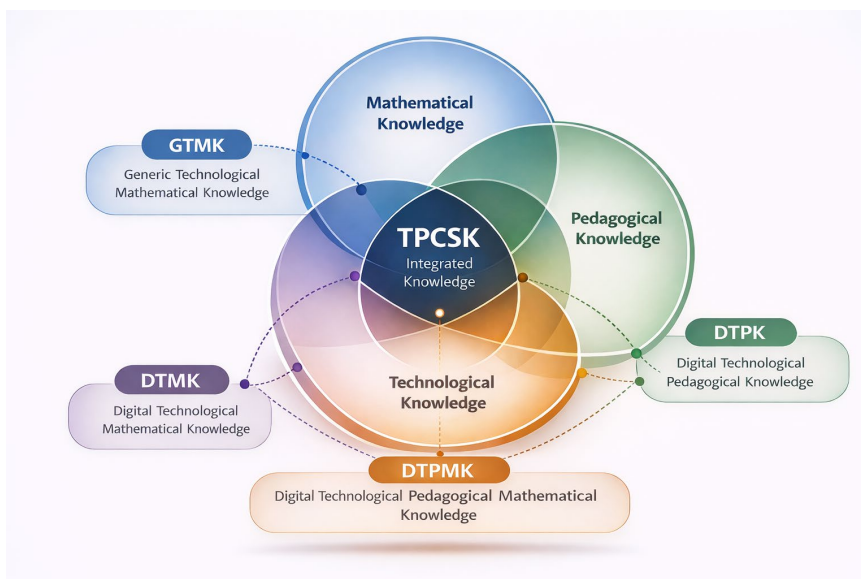
Dichas sesiones se centraron particularmente en la enseñanza de funciones y razones trigonométricas, contenidos seleccionados debido a la utilización recurrente de software especializado, especialmente GeoGebra, para la representación dinámica, exploración gráfica y análisis de relaciones matemáticas. Esta delimitación permitió analizar cómo el profesor articulaba decisiones disciplinares, pedagógicas y tecnológicas en situaciones concretas de enseñanza.

Categorías de análisis

El análisis de los datos se estructuró a partir de las categorías del instrumento TPCSK:

22. **GTMK (Conocimiento de tecnologías genéricas aplicadas para enseñar matemáticas):** es el conocimiento sobre el uso de tecnologías no especializadas en la enseñanza de contenidos matemáticos con características de hardware y software.
23. **DTMK (Conocimiento de tecnologías digitales específicas para matemáticas):** es el conocimiento sobre el potencial de tecnologías digitales especializadas en matemáticas para representar y explorar contenidos matemáticos. Además, como estas tecnologías permiten la simplificación o complejización de la enseñanza de estos contenidos.
24. **DTPK (Conocimiento pedagógico para utilizar tecnologías digitales):** es el conocimiento para integrar tecnologías digitales en estrategias de aula relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
25. **DTPMK (Conocimiento matemático pedagógico para utilizar tecnologías digitales):** es el conocimiento para integrar de forma simultánea los saberes matemáticos, pedagógicos y tecnológicos en el diseño e implementación de estrategias didácticas mediadas por TDs (Figura 1).

Figura 1
Conceptualización del instrumento TPCSK



Estas categorías se utilizaron en el análisis para la codificación de los datos provenientes del cuestionario y de las observaciones de aula. En el centro de la Figura 1 se ubica el constructo TPCSK, que simboliza el conocimiento profesional del profesor cuando integra simultáneamente saberes matemáticos, pedagógicos y tecnológicos en escenarios mediados por las TDs (sean estas herramientas especializadas o no especializadas para la matemática).

En torno al TPCSK aparecen tres dominios principales de conocimiento representados mediante un diagrama de intersección: Conocimiento Matemático, Conocimiento Pedagógico y Conocimiento Tecnológico. La confluencia de estos dominios refleja que el saber docente no se manifiesta de manera aislada, sino que se construye a partir de la integración dinámica de dichas dimensiones en la práctica educativa. A partir de esta estructura central se derivan las cuatro categorías analíticas del modelo TPCSK, representadas en los nodos externos del diagrama.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

El análisis de la información se realizó a partir de las categorías del modelo TPCSK, las cuales permitieron interpretar la articulación entre los saberes matemáticos, pedagógicos y tecnológicos en escenarios de enseñanza mediados por las TD. Para ello, se integraron los datos provenientes de: (a) las respuestas abiertas del profesor Luis en la sección cualitativa del cuestionario, orientadas a identificar evidencias de su conocimiento profesional; (b) la sección de autopercepción estructurada mediante una escala tipo Likert; y (c) las evidencias derivadas de las observaciones de aula. La triangulación de estas fuentes permitió contrastar las declaraciones del profesor con las prácticas desarrolladas durante la enseñanza de funciones y razones trigonométricas, proporcionando una visión integral del fenómeno estudiado.

Conocimiento de tecnologías genéricas aplicadas a la enseñanza de las matemáticas (GTMK)

Las evidencias obtenidas muestran que Luis posee conocimiento sobre el uso de tecnologías digitales de carácter general para apoyar la enseñanza de contenidos matemáticos. Particularmente, se identificó el empleo del ordenador, el proyector y dispositivos móviles como recursos para presentar situaciones contextualizadas, representar información y favorecer procesos de visualización.

Asimismo, el profesor utiliza herramientas digitales no especializadas, como *Inspiration* y *CmapTools*, para organizar contenidos y representar relaciones entre conceptos. Estas tecnologías

son empleadas principalmente para estructurar explicaciones, elaborar esquemas conceptuales y facilitar la comprensión de propiedades matemáticas mediante apoyos visuales.

Desde la categoría GTMK del modelo TPCSK, estas acciones evidencian conocimiento sobre el potencial de las tecnologías genéricas para apoyar la representación y comunicación de contenidos en escenarios de enseñanza. En este sentido, las herramientas utilizadas por Luis no cumplen únicamente una función expositiva, sino que favorecen procesos de organización visual y la identificación de relaciones matemáticas por parte de los estudiantes.

Los resultados de la sección de autopercepción muestran coherencia con estos hallazgos. Luis reportó niveles altos respecto a su habilidad para utilizar recursos tecnológicos generales como estrategia de presentación de contenidos y para incorporar recursos multimedia en sus clases. No obstante, su autopercepción disminuyó ligeramente en relación con el uso de software general para la construcción de representaciones gráficas y el análisis de información; esto sugiere que el uso de tecnologías genéricas se orienta predominantemente hacia la visualización y la estructuración de contenidos.

Conocimiento de tecnologías digitales específicas para matemáticas (DTMK)

En relación con las tecnologías digitales especializadas, los resultados evidencian que GeoGebra constituye la herramienta de mayor relevancia en la práctica docente de Luis. El profesor integra este software para representar funciones, construir figuras geométricas y explorar relaciones mediante representaciones dinámicas.

Las evidencias muestran que el uso de GeoGebra trasciende la función instrumental de visualización, ya que se integra para promover procesos de exploración, análisis e interpretación. En particular, el docente emplea el dinamismo de las funciones para que los estudiantes analicen cómo la modificación de parámetros afecta elementos como la concavidad, los puntos de corte y el comportamiento gráfico.

Desde la categoría DTMK del modelo TPCSK, estas acciones evidencian conocimiento sobre el potencial de las TDs especializadas para articular simultáneamente distintos registros de representación y favorecer procesos de interpretación mediados por tecnología. En este sentido, GeoGebra no aparece únicamente como un recurso visual, sino como una herramienta que posibilita la formulación de conjeturas y el análisis de propiedades disciplinares.

De manera complementaria, Luis mencionó el uso de otras herramientas como Statgraphics y Derive para apoyar procesos específicos de análisis estadístico y tratamiento algebraico. Sin embargo, estas tecnologías tienen una presencia menor en su práctica, lo que sugiere que el conocimiento tecnológico especializado del profesor está más consolidado en el ámbito de la representación dinámica.

Los resultados de la sección de autopercepción confirman esta tendencia. Luis reportó niveles destacados respecto a su habilidad para utilizar software de geometría dinámica, mientras que su autopercepción disminuyó en relación con herramientas de álgebra computacional y estadística. Esto refuerza la idea de que su conocimiento tecnológico especializado se orienta primordialmente hacia la representación gráfica y la exploración visual de los objetos matemáticos.

Conocimiento pedagógico para utilizar tecnologías digitales (DTPK)

En esta categoría se identificó que Luis articula el uso de las TD con estrategias pedagógicas orientadas a promover la participación activa del estudiantado y el análisis de situaciones contextualizadas. Particularmente, se hallaron evidencias vinculadas al aprendizaje basado en problemas (ABP) y al trabajo colaborativo.

El profesor plantea situaciones que requieren el análisis de información matemática mediante herramientas digitales. Por ejemplo, en el abordaje de funciones y análisis de datos, se propusieron actividades relacionadas con problemáticas cercanas al entorno de los alumnos, como el estudio de edades promedio asociadas a enfermedades o el comportamiento de utilidades empresariales. Estas

situaciones exigieron la construcción y el análisis de representaciones gráficas en GeoGebra, lo que permitió a los estudiantes interpretar las relaciones matemáticas subyacentes.

Desde la categoría DTPK del modelo TPCSK, estas acciones evidencian conocimiento sobre la integración de tecnologías digitales en estrategias pedagógicas que favorecen procesos de exploración, interpretación y discusión. En este caso, la tecnología no figura como un recurso aislado, sino como un mediador que estructura las dinámicas de participación y análisis en el aula.

Asimismo, se identificó el uso de plataformas para diagnosticar conocimientos previos y monitorear el progreso del grupo, lo que facilitó el ajuste del nivel de complejidad en las actividades. Esto demuestra que las decisiones tecnológicas del profesor están estrechamente vinculadas a una intención pedagógica de seguimiento y acompañamiento.

Los resultados de la sección de autopercepción guardan coherencia con estos hallazgos. Luis reportó niveles altos de habilidad para integrar las TD con metodologías como la indagación y el aprendizaje colaborativo. Esto sugiere que el docente reconoce el potencial de las herramientas digitales para fortalecer enfoques de enseñanza centrados en el estudiante.

Conocimiento matemático pedagógico para utilizar tecnologías digitales (DTPMK)

El análisis de esta categoría permitió identificar la integración simultánea de conocimientos matemáticos, pedagógicos y tecnológicos en la práctica de Luis. Las TD son utilizadas para diseñar situaciones de aprendizaje orientadas al desarrollo de procesos cognitivos complejos, como el razonamiento, la argumentación y la modelación.

Particularmente, mediante GeoGebra, el profesor propone actividades donde los estudiantes manipulan parámetros de funciones y analizan cómo estas modificaciones afectan sus representaciones gráficas. Este tipo de tareas favorece el establecimiento de relaciones entre distintos registros de representación y la construcción de explicaciones disciplinares sobre los cambios observados. Desde la categoría DTPMK del modelo TPCSK, estas acciones evidencian una articulación situada entre decisiones matemáticas, estrategias pedagógicas y el uso de herramientas digitales. La tecnología no se limita a facilitar procedimientos, sino que participa activamente en la construcción de significados dentro de la dinámica del aula.

Los resultados de autopercepción muestran que Luis se ubica en niveles altos respecto a su habilidad para utilizar las TD en la resolución de problemas y la modelación de situaciones contextualizadas. Las observaciones de aula permitieron profundizar en estas evidencias; específicamente, durante una sesión sobre ángulos de elevación y depresión asociados a razones trigonométricas, se identificaron manifestaciones de las categorías GTMK, DTMK y DTPK.

En relación con GTMK, se observó el uso del celular para capturar imágenes del lanzamiento de un balón por parte de un estudiante. Posteriormente, estas capturas se emplearon como recurso didáctico para analizar relaciones entre altura, distancia horizontal y ángulos. Este episodio evidencia cómo dispositivos de uso cotidiano pueden favorecer la representación concreta de situaciones matemáticas. Asimismo, mediante una presentación digital, Luis planteó una situación contextualizada sobre la observación de un ave desde la playa. A partir de esta escena, el estudiantado identificó líneas de referencia y analizó los ángulos involucrados, lo que facilitó la comprensión de los conceptos de elevación y depresión desde una visualización situada.

Desde la categoría DTPK, se identificó la implementación del ABP como estrategia mediada por tecnología. El profesor organizó actividades grupales donde los estudiantes debían representar gráficamente las situaciones y aplicar razones trigonométricas para estimar medidas. Estas dinámicas favorecieron procesos de discusión y comparación de resultados. En este sentido, las TD funcionaron como mediadores pedagógicos que facilitaron la exploración y la construcción colectiva de explicaciones.

Finalmente, las evidencias derivadas de las observaciones muestran coherencia con las declaraciones de Luis y su autopercepción. La convergencia entre estas fuentes ratifica la consistencia entre el conocimiento que el profesor manifiesta y las prácticas que desarrolla en escenarios reales de enseñanza.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que el conocimiento profesional del profesor Luis se manifiesta mediante una articulación situada entre saberes matemáticos, pedagógicos y tecnológicos. A partir del análisis de las categorías del modelo TPCSK, se evidenció que el docente emplea tanto tecnologías generales como herramientas especializadas, particularmente GeoGebra, para representar, explorar y analizar conceptos en el aula.

Asimismo, se identificó que el uso de estas herramientas se integra con estrategias pedagógicas como el ABP y el trabajo colaborativo, lo que favorece la participación activa del estudiantado y la exploración de relaciones matemáticas en situaciones contextualizadas. La triangulación de fuentes evidenció una sólida coherencia entre las declaraciones del profesor, su autopercepción y su práctica docente efectiva.

En conjunto, los resultados sugieren que el constructo TPCSK permite identificar evidencias precisas del conocimiento del profesor al integrar las TD en la enseñanza de la disciplina, aportando un marco analítico robusto para estudiar la confluencia entre los saberes matemático, pedagógico y tecnológico en escenarios reales de aula.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos PID2024-155358NB-100 (DALICS) de la Agencia Estatal de Investigación de España y el proyecto GRUPIN-IDE/2024/000713 de la Agencia Asturiana de Ciencia, Competitividad Empresarial e Innovación (SEKUENS). Iván Andrés Padilla-Escorcía y Alvaro Aguilar-González pertenecen a la Red MTSK (<https://redmtsk.net/>).

Referencias

- Açıkgül, K. y Aslaner, R. (2019). Effects of Geogebra supported micro teaching applications and technological pedagogical content knowledge (TPACK) game practices on the TPACK levels of prospective teachers. *Education And Information Technologies*, 25(3), 2023-2047. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10044-y>
- Badillo, E., González, M. y Moreno, M. (2022). Una mirada crítica al MTSK. En Investigación sobre conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK) 10 años de camino. (2022). En J. Carrillo, N. Climent, y M.Á. Montes (Eds.), *Dykinson eBooks* (pp. 317-336). <https://doi.org/10.2307/j.ctv2zp4vp1>
- Carrillo-Yáñez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, Á., Ribeiro, M. y Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model*. *Research In Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Conde-Carmona, R. J. y Padilla-Escorcía, I. A. (2025). La inteligencia artificial en educación matemática: percepciones de futuros docentes sobre expectativas, prácticas y desafíos. *Voces Y Silencios. Revista Latinoamericana De Educación*, 16(2), 1-26. <https://doi.org/10.18175/VyS16.2.2025.1>
- Denzin, N. y Lincoln, Y. (2011). Introduction. The discipline and practice of qualitative research. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (pp. 1-20). Sage.
- Dilling, F. y Vogler, A. (2022). 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. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09602-0>

- Galanti, T. M., Baker, C. K., Morrow-Leong, K. y Kraft, T. (2020). Enriching TPACK in mathematics education: using digital interactive notebooks in synchronous online learning environments. *Interactive Technology and Smart Education*, 18(3), 345-361. <https://doi.org/10.1108/itse-08-2020-0175>
- Guggemos, J. y Seufert, S. (2020). Teaching with and teaching about technology – Evidence for professional development of in-service teachers. *Computers In Human Behavior*, 115, 106613. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106613>
- Hanifah, U., Budayasa, I. K. y Sulaiman, R. (2024). Technology, pedagogy, and content knowledge in mathematics education: a systematic literature review. *Journal Of Education And Learning (EduLearn)*, 19(1), 579-586. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21816>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record The Voice Of Scholarship In Education*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Ozdamli, F. y Karagozlu, D. (2022). Online Education During the Pandemic: A Systematic Literature Review. *International Journal Of Emerging Technologies In Learning (iJET)*, 17(16), 167-193. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i16.32287>
- Padilla-Escorcía, I. A., García-Rodríguez, M. L. y Aguilar-González, Á. (2025). Mathematics Teachers' Knowledge for Teaching with Digital Technologies: A Systematic Review of Studies from 2010 to 2025. *Education Sciences*, 15(12), 1598. <https://doi.org/10.3390/educsci15121598>
- Padilla-Escorcía, I. A., García-Rodríguez, M. L. y Aguilar-González, Á. (2025a). Mathematics teachers' knowledge in the use of digital technologies for teaching: Insights from the TPCSK instrument. *International Electronic Journal Of Mathematics Education*, 20(4), em0851. <https://doi.org/10.29333/iejme/16836>
- Sancho-Blanco, V., Arnal-Bailera, A. y Manero, V. (2025). Cuestionario para evaluar el desarrollo del TPACK en docentes de Matemáticas. En M. Burgos, M. C. Cañadas, J. M. Marbán e I. Polo-Blanco (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVIII* (pp. 397-404). SEIEM.
- Schettini, C. y Cunha, A. (2023). Characteristics of Education 4.0 and its Application in Industry 4.0. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(1), 51-61. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v37i1/23131>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189x015002004>