



Modelos TPACK y CCDM: Algunas claves para promover la reflexión docente

Yuri Morales-López

Escuela de Matemática, Universidad Nacional

Costa Rica

ymorales@una.ac.cr

Adriana Breda

Universitat de Barcelona

España

adriana.breda@ub.edu

Vicenç Font

Universitat de Barcelona

España

vfont@ub.edu

Resumen

El objetivo de este estudio fue explorar posibles conexiones entre los modelos TPACK y CCDM para organizar la reflexión de los futuros profesores sobre el proceso de instrucción de las funciones con el uso de recursos tecnológicos. Para lograrlo, se realizó una investigación cualitativa exploratoria que examinó la capacidad de reflexión de los docentes cuando analizan situaciones ocurridas en una clase virtual de matemáticas sobre funciones desde dos miradas distintas. Los resultados muestran que, mediante la idoneidad didáctica, el CCDM puede proporcionar criterios que fomentan capacidades de valoración (y también de descripción y explicación), mientras que el TPACK, a través del estudio de sus dominios y subdominios de conocimientos, puede ofrecer mayor especificidad en las evidencias que permiten inferir conocimientos relacionados con el uso de recursos tecnológicos.

Palabras clave: Educación Matemática; Educación superior; Formación docente inicial; TPACK; CCDM.

Introducción

Reflexionar sobre lo que sucede en el aula es una habilidad crucial en la formación de profesores. Es fundamental que los profesores sean capaces de analizar y comprender lo que sucede antes, durante y después de una clase, así como de describir y explicar los acontecimientos. Sin esta capacidad, resulta difícil identificar áreas de mejora en la enseñanza (Mason, 2002). En el ámbito de la Educación Matemática, se ha considerado que para que los futuros profesores adquieran esta habilidad, es necesario proporcionarles un apoyo constante y actividades estructuradas que faciliten la identificación de situaciones relevantes (Santagata, 2011).

Además de lo mencionado, nos encontramos en una era posterior a la pandemia que ha planteado desafíos significativos y ha abierto la puerta a la exploración de estrategias emergentes. Aunque muchas de las acciones tomadas durante la pandemia fueron reactivas, también expusieron a los docentes a nuevos desafíos en términos de planificación, gestión educativa y tecnología para los cuales no estaban previamente preparados (Ledezma y otros, 2023).

En este trabajo se investiga sobre la capacidad de reflexión de los docentes cuando se les pide analizar situaciones ocurridas en una clase virtual de matemáticas desde dos miradas distintas, creando y utilizando indicadores. Una de las profesoras de matemáticas de secundaria en formación (PMSF) desarrolló sus indicadores a partir del modelo Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK, por sus siglas en inglés) (Mishra y Koehler, 2006) y posteriormente realizó un análisis de la clase. La otra participante realizó una actividad similar, creando y utilizando indicadores, y analizando desde el modelo de Conocimientos y Competencias Didáctico Matemáticos del profesor de Matemáticas (CCDM) (Godino y otros, 2016) derivado del Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (EOS) (Godino y otros, 2007).

El objetivo de esto fue contrastar las similitudes, diferencias y posibles articulaciones entre ambos modelos, desde el estudio de las producciones realizadas por las PMSF, en búsqueda de nuevas herramientas y consideraciones para la reflexión profesional sobre la incorporación inteligente y oportuna de tecnología en la clase de matemáticas. A continuación, se describen los modelos TPACK y CCDM.

Marco de referencia

Desde hace algunas décadas, el conocimiento del profesor ha sido prioritario en la investigación educativa de múltiples países pues podría permitir una mejor comprensión de la labor docente. En particular, en Estados Unidos se han realizado numerosos esfuerzos para entender la enseñanza como una actividad profesional. En 1986 y 1987, los trabajos de Lee Shulman introdujeron la idea de establecer esquemas o sistemas para organizar el conocimiento de los profesores. Shulman propuso que, además del conocimiento pedagógico (PK) y del conocimiento del contenido (CK), era necesario un conocimiento específico del profesor que involucrara el concepto de la enseñanza de manera profesional; esto lo llamó conocimiento pedagógico del contenido (PCK). A partir de esta propuesta, se desarrollaron modelos más complejos y adaptados a diferentes disciplinas.

Junto a esto, dada la creciente importancia de estudiar el papel de las tecnologías en la educación, se han realizado esfuerzos considerables para entender sus posibles impactos. Mishra y Koehler (2006) destacan el papel crucial del conocimiento docente, argumentando que los profesores son los principales agentes que determinan cómo se emplean apropiadamente las tecnologías en el aula. Estos autores proponen la existencia de tres dominios de conocimiento en esta área: conocimiento tecnológico (TK), conocimiento pedagógico (PK) y conocimiento del contenido (CK).

Además, identifican tres subdominios que surgen de las intersecciones entre estos dominios: conocimiento tecnológico pedagógico (TPK), conocimiento tecnológico del contenido (TCK) y conocimiento pedagógico del contenido, que coincide con el PCK de Shulman (1986; 1987). Finalmente, señalan un subdominio que surge de la intersección de los tres dominios, denominado conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPCK, posteriormente renombrado como TPACK). En 2019, Punya Mishra enuncia un nuevo conocimiento llamado Conocimiento contextual (XK), que se deriva de concebir al manejo y comprensión del contexto como un conocimiento del docente.

Por otro lado, a partir del EOS surgió el modelo CCDM, el cual busca integrar las competencias y conocimientos didácticos-matemáticos del profesorado de matemáticas, haciendo hincapié en la interrelación entre competencias y conocimientos. El CCDM considera dos competencias clave para que los profesores pueden desarrollar su actividad: 1) competencia matemática; y 2) competencia de análisis e intervención didáctica. Esta segunda competencia consiste en diseñar, implementar, valorar y rediseñar secuencias de tareas a través de técnicas de análisis didáctico (Breda y otros, 2017); y está formada por cuatro subcompetencias: 1) competencia en el análisis de la actividad matemática; 2) competencia en el análisis y gestión de la interacción; (3) competencia en el uso d recursos; y 4) competencia en la valoración de la idoneidad didáctica Los tipos de análisis didácticos que permiten las tres primeras competencias permiten una descripción (y en algunos casos una explicación) de lo que ha pasado, que sirve de base para la valoración de la idoneidad didáctica (cuarta competencia). De estas cuatro competencias la que más se relacionan con la reflexión del profesorado es la cuarta. Esta última competencia se desarrolla enseñando al profesorado el uso del constructo idoneidad didáctica (ID) como herramienta para valorar la idoneidad del proceso de instrucción realizado.

Esta competencia se define como la capacidad de analizar y valorar la ID, buscando realizar juicios profesionales fundamentados sobre diversas situaciones relacionadas con la planificación, ejecución y evaluación de los procesos de instrucción. En los términos de Godino y otros (2023, p. 7), la ID se comprende de la siguiente manera:

Grado en que dicho proceso (o una parte del mismo) reúne ciertas características que permiten calificarlo como óptimo o adecuado para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno) (Godino y otros, 2023, p. 7).

Asimismo, la idoneidad didáctica está compuesta por seis criterios de idoneidad: Epistémico (CE), Cognitiva (CC), Interaccional (CI), Mediacional (CM), Afectivo (CA) y Ecológico (CEc).

Metodología

El enfoque de investigación adoptado es cualitativo. La recopilación de datos se llevó a cabo durante el período comprendido entre agosto y noviembre de 2022, involucrando a dos estudiantes de quinto año de Licenciatura en Enseñanza de Matemáticas en una universidad en Costa Rica. Esta selección se realizó de manera conveniente, considerando su interés en participar en el estudio. Las estudiantes leyeron y firmaron un consentimiento informado.

Respecto al protocolo de la investigación se establecieron dos grandes bloques formativos de ocho semanas. Durante el primer bloque se les instruyó a las participantes el sistema de organización de conocimiento del Shulman (1986; 1987) y otros sistemas vinculados a la educación matemática. En un segundo bloque formativo, se abordó el TPACK exclusivamente con la primera estudiante, y de manera independiente, se desarrollaron temas propios del EOS, el CCDM y los criterios de ID con la segunda participante. Se enfatizó en posibles aspectos, descriptores e indicadores para cada criterio en la ID, profundizando en los de Breda y Lima (2016), y para cada dominio y subdominio en el TPACK se estudiaron los aspectos considerados en Chacón y Vargas (2021).

Posteriormente se les solicitó a las participantes que observaran una grabación de una clase virtual de matemáticas sobre el tema de funciones que se ejecutó durante la pandemia COVID-19. Respecto al material videograbado corresponde a una clase impartida por tres docentes de 120 minutos de duración sobre la introducción a elementos generales del tema de funciones. Se emplearon herramientas como Zoom para la organización de la clase, GeoGebra y Nearpod para desarrollar contenido matemático, y AwwApp como pizarra virtual. Durante la misma se llevaron a cabo diversas actividades, incluyendo un problema inicial, trabajo independiente, discusiones, ejercicios, cierre de conceptos y una actividad para relacionar lo aprendido con el contexto de la pandemia de COVID-19.

De esta manera, se diseñaron dos actividades para las estudiantes (instrumentos). En la primera tarea, se les pidió que elaboraran indicadores específicos para evaluar una clase virtual de matemáticas sobre funciones, teniendo la opción de utilizar o adaptar indicadores conforme al modelo estudiado, o bien crear nuevos indicadores para destacar aspectos relevantes presentes en el video observado. El resultado de esta actividad fue la elaboración de una tabla que contenía los aspectos o indicadores creados por cada estudiante. Por otro lado, la segunda tarea consistió en redactar una reflexión de entre 3 y 4 páginas de longitud, centrada en el video de la clase virtual y utilizando exclusivamente los indicadores previamente desarrollados. El análisis de estas dos actividades se basó en el enfoque de análisis de contenido propuesto por Bardin (1996).

Análisis

Para llevar a cabo la reflexión, la primera participante propuso ocho aspectos para PK, cinco para el CK, TK, TPK y TPACK, siete para el PCK, cuatro para el TCK. En el caso de la segunda participante, a partir de los criterios ID, diseñó seis aspectos para el CE, cuatro para el CC y el CM, cinco para el CA y CI, y tres para el CEc. En la Tabla 1, se muestra la distribución completa de los aspectos que tomaron textualmente, los que adaptaron de su modelo (en algunos

casos la adaptación consistía en adaptarlos a las funciones) y los que produjeron de forma original, según las participantes. Asimismo, en la Tabla 2 se muestran dos ejemplos de las producciones de las profesoras, una de creación propia y otra de adaptación de cada modelo.

Tabla 1.

Aspectos y criterios creados, adaptados o copiados respecto a cada modelo, según las participantes

Participante 1 (TPACK)			Participante 2 (CCDM)		
Dominio y subdominio	Creación propia	Adaptación o copia textual (indicador)	Criterio	Creación propia	Adaptación o copia textual (indicador)
CK	2	3	CE	2	4
PK	5	3	CC	2	2
TK	3	2	CM	2	2
PCK	2	5	CI	3	2
TCK	1	3	CA	1	3
TPK	3	2	CEc	0	4
TPACK	2	3			

Fuente: elaboración propia a partir del estudio (en la primera columna la C es contenido y en la cuarta es criterio).
Nota: La C en la columna 1 refiere a contenido y en la cuarta columna refiere a criterio.

Tabla 2.

Ejemplos de los aspectos creados, adaptados o copiados respecto a cada modelo, según las participantes

Participante 1 (TPACK)			Participante 2 (CCDM)		
Dominio y subdominio	Creación propia	Adaptación o copia textual (indicador)	Criterio	Creación propia	Adaptación o copia textual (indicador)
Conocimiento pedagógico	Capacidad de adaptar la enseñanza de acuerdo con las bases previas de los estudiantes.	Maneja adecuadamente los errores, para generar un nuevo punto de partida para el aprendizaje.	Mediacional	Utiliza recursos tecnológicos de acuerdo con la clase virtual y libres.	Utilización de software dinámicos como GeoGebra para promover la visualización.

Fuente: elaboración propia a partir del estudio.

Un aspecto relevante para destacar en la creación o adaptación de estos elementos es la identificación de dos niveles o modalidades diferentes en los mismos. En primer lugar, la mayoría de los elementos creados en el TPACK se centraron en verificar o demostrar la presencia de ciertas situaciones, lo cual está vinculado a la capacidad de reconocer y registrar eventos, así como explicarlos, representando un nivel más superficial. Por otro lado, en los criterios de ID, los elementos que emergen son mayoritariamente criterios que impulsan el análisis, y esto va más allá de la mera presencia de un fenómeno, enfocándose en una habilidad más compleja relacionada con la reflexión y la evaluación de situaciones con el propósito de mejorar, mediante criterios orientados hacia la mejora (criterios sobre lo que debería hacerse).

Así, aunque hay una diferencia en la cantidad de elementos, la evidencia muestra que no es algo significativo.

Esto también se evidencia en las reflexiones individuales de cada participante. En el caso de la participante 1, ella estructuró su reflexión en dos partes distintas. En la primera parte, se limitó a describir lo que consideraba más relevante durante la clase. En la segunda sección, indicó que había redactado una reflexión sobre lo acontecido. En la parte descriptiva inicial, detalló el problema introductorio planteado y las herramientas tecnológicas utilizadas, enfatizando la capacidad del personal docente para visualizar las respuestas de todos los estudiantes en el software, buscando una respuesta consensuada que se vinculara con el tema tratado.

La participante 1 resaltó el uso del GeoGebra para la presentación y explicación de los conceptos de funciones, describiendo la manipulación realizada para ilustrar diferentes casos. Resumió los conceptos abordados en la clase, lo cual coincidió con sus intenciones al diseñar su conjunto de indicadores. Luego, describió la siguiente actividad, los ejercicios y el tiempo asignado para su realización, destacando la detección de errores o elementos faltantes que podrían generar confusiones en ciertos momentos, ejemplificando con capturas de pantalla de la videograbación. Señaló que la actividad permitió al docente identificar errores en los estudiantes al intentar esbozar una gráfica de la situación explicada. En la sección que ella denominó análisis de la clase, la PMSF estructuró su análisis directamente con los tres dominios y cuatro subdominios del TPACK; a diferencia de la sección anterior, empleó muchos de los indicadores que había definido en su batería (aunque en la sección descriptiva previa no los mencionó explícitamente, algunos de ellos pueden ser vinculados de manera indirecta). Esto puede explicarse por el hecho de que el TPACK en sí mismo no proporciona herramientas para un análisis descriptivo.

Debido a lo anterior, el análisis que ella desarrolló consiste principalmente en la enumeración de los indicadores junto con conectores gramaticales de adición, lógicos y de ejemplificación, y cuenta con escasas justificaciones, tales como relaciones causa-consecuencia, contrastes, o posibles explicaciones. Esto es en esencia, una redacción que argumenta la existencia o carencia de evidencia para justificar un indicador.

Respecto a la participante 2, aunque no dividió explícitamente las secciones, ha realizado algo similar y fue que primero efectuó una descripción y, posteriormente intentó reflexionar.

En términos del CE, la PMSF intentó abordar todos los aspectos que mencionó, haciendo hincapié en la gestión de errores, ambigüedades y representatividad de la complejidad de la noción a enseñar. La evidencia sugiere que comprendió adecuadamente la naturaleza de este criterio, ya que se centra en la calidad de la enseñanza de las matemáticas en cada uno de sus componentes. Por ejemplo, destacó que el profesor aprovechó los errores para mejorar la calidad de la explicación de los conceptos. Se debe mencionar una situación particularmente relevante en este criterio. Después de ver el video y crear su conjunto de indicadores, la PMSF incluyó uno muy pertinente sobre el uso del lenguaje matemático por parte del profesor. Observó que, aunque el lenguaje era correcto, no era adecuado y esto representaba un obstáculo para los estudiantes, especialmente en el tema de los intervalos.

En cuanto al CC, señaló que había evidencia de que los profesores tenían en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes según el programa, pero a pesar de ello, los estudiantes aún tenían dificultades y consignó posibles formas de abordar esto. Con relación al criterio interaccional, la PMSF indicó que, aunque la presentación era adecuada, no siempre se enfatizaban los conceptos clave, señalando en cuáles debía darse más importancia. Además, resaltó en su reflexión que los profesores promovían la inclusión, pero no todos los estudiantes lograban participar activamente en las actividades. En este caso, intentó justificar todos los indicadores que había propuesto en su conjunto.

En cuanto a criterios de idoneidad afectiva y ecológica, la PMSF estrictamente señaló la presencia o ausencia del indicador. En estos dos últimos aspectos, de alguna manera, combinó sus indicadores para analizar el impacto que tuvo en los estudiantes la presentación de actividades contextualizadas.

Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren que el TPACK por sí solo, incluyendo sus dominios y subdominios, no proporciona suficiente orientación a un PMSF para reflexionar adecuadamente sobre una clase de matemáticas; trabajos como Niess (2014) tratan de atender esta limitación. Estas baterías de indicadores derivadas de un modelo de organización del conocimiento, que se estructuran en base a dominios y subdominios, presentan limitaciones significativas para abarcar criterios de evaluación y reflexión sobre la totalidad de la actividad desarrollada en la clase. De esta manera, aunque el modelo TPACK ofrece una guía específica para inferir diversos tipos de conocimiento, se requieren otras herramientas teóricas y metodológicas para observar y evaluar adecuadamente una clase de matemáticas. En contraparte, el uso directo de los criterios de ID, evidenció la posibilidad de que un PMSF logre realizar una descripción y un análisis más pertinentes de lo que ocurre en la clase, sin embargo, sin guía parece ser que es difícil que los PMSF concreten indicadores de análisis más específicos para clases virtuales y todo lo que un entorno como este puede contener. Las limitaciones de ambas guías sugieren generar complementariedades entre ambos.

Respecto a las posibles articulaciones de los dominios del TPACK y el CCDM, el CK está vinculado directamente con el CE en el entendido que el conocimiento que se ha pretendido valorar es el conocimiento matemático. Al igual que ocurrió con nuestras participantes, los autores Koehler y Mishra, recurren directamente a Shulman (1986) para indicar que en el CK están comprendidos el conocimiento sobre los conceptos, teorías, ideas, evidencias y pruebas, así como prácticas y enfoques ante este conocimiento. En el caso del CE, se lograron encontrar similitudes pues aborda elementos como los contenidos específicos, problemas, lenguajes, argumentos, procesos y relaciones. En el caso del PK su principal relación parece estar definida con el CC pues ambos abordan la problemática sobre los procesos y prácticas educativas, manejo de la clase, planeamiento e implementación y evaluación. Incluso, el PK hace alusión a la necesidad de comprender distintas teorías del aprendizaje y cómo emplearlas. De lo anterior se deriva directamente una relación muy estrecha entre los CE y CC con el PCK del TPACK, que en síntesis se preocupa por la comprensión del conocimiento y la forma de poder ser enseñado. En el caso del XK, la literatura permite establecer una relación directa con el CEc, aunque

debido a que no hay indicadores explícitos del XK, es posible que el CEc nutra al XK de sus propios indicadores para la reflexión.

En lo que respecta a los subdominios, las relaciones no parecieron ser tan inmediatas pues, según las estructuras, el TK, TCK y TPK parecieron ser utilizados como elementos dentro del CM. Esto, más allá de ser una dificultad, más bien permitió un desarrollo específico de los argumentos alrededor del CM. Es decir, el conocimiento específico sobre las tecnologías en general, las tecnologías orientadas a la enseñanza y las tecnologías orientadas al desarrollo de la matemática permiten aproximarse a la problemática del uso de la tecnología de forma más detallada, incluso permitiendo la generación de nuevos aspectos e indicadores que promuevan la reflexión profesional sobre la tecnología en la instrucción matemática. Este resultado podría enriquecer y aportar argumentos a los hallazgos de González-Ruiz (2017) y el análisis tecnológico didáctico de González y otros (2018).

De la comparación realizada a ambos modelos y los hallazgos en las producciones de las participantes no fue posible hacer una relación, al menos cercana, del TPACK, y los CI y CA. Es decir, una preocupación importante es que no se ve claramente qué dominios y subdominios del TPACK estudian las interacciones entre los participantes, las normas entre ellos, la negociación de significados, ni las emociones, actitudes, creencias, intereses, entre otros. Esta carencia mencionada ya ha sido detectada tanto en educación matemática (por ejemplo, Kartal, y Çinar, 2018), así como en otras disciplinas (por ejemplo, Zhang y Chen, 2022). Esto puede representar una importante oportunidad para que el CCDM aporte constructos para el estudio de estos elementos de interés, dado que el TPACK no los contiene de forma tan explícita en la definición de sus dominios y subdominios.

En conclusión, hay posibilidad de crear articulaciones entre el TPACK y el CCDM, a través de la idoneidad didáctica, pues se pueden establecer relaciones y vínculos teóricos directos entre los dominios del conocimiento pedagógico, conocimiento del contenido matemático, del conocimiento pedagógico del contenido matemático y los componentes e indicadores del criterio epistémico y, además, entre el conocimiento contextual y el criterio ecológico. En el caso del criterio mediacional, este puede verse enriquecido del estudio de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos tecnológicos y tecnológicos del contenido matemático. Por lo que respecta a los criterios interaccional y afectivo, estos no tienen una conexión tan evidente dentro del TPACK y su combinación e integración dentro de este modelo puede enriquecer fuertemente la capacidad del modelo TPACK como herramienta para realizar una reflexión más amplia del papel de la tecnología en la educación matemática.

Referencias

- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido* (2.da Ed.). Ediciones Akal.
- Breda, A. y Lima, V. (2016). Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de matemáticas en servicio. *Redimat*, 5(1), 74–103. <https://doi.org/10.17583/redimat.2016.1955>
- Breda, A., Pino-Fan, L. R., y Font, V. (2017). Meta Didactic-Mathematical Knowledge of Teachers: Criteria for The Reflection and Assessment on Teaching Practice. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 1893–1918. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>

- Chacón, Y. y Vargas, W. (2021). *Perfil de los estudiantes de la carrera Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de la Matemática de la Universidad Nacional sobre los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y del contenido función cuadrática* [Tesis]. Universidad Nacional. www.bit.ly/3MZy524
- Godino, J. D., Batanero, C. y Burgos, M. (2023). Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2270. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13187>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1–2), 127–135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C. y Font, V. (2016). Articulando conocimientos y competencias del profesor de matemáticas: El modelo CCDM. In C. Fernández, J. L. González, F. J. Ruiz, Juan A. Macías, A. Jiménez, M. T. Sánchez, P. Hernández, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX*, (pp. 257–265). Málaga: SEIEM.
- González, C., Montes de Oca, N. y Guerrero, S. (2018). El análisis didáctico-tecnológico del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Transformación*, 14(2), 202–213.
- González-Ruiz, I. (2017). Idoneidad mediacional y selección de tareas matemáticas TIC. Un estudio de caso desde las perspectivas TPB y TPACK. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*.
- Kartal, B. y Çinar, C. (2018). Examining Pre-Service Mathematics Teachers' Beliefs of TPACK during a Method Course and Field Experience. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(3), 11–37.
- Ledezma, C., Breda, A., y Font, V. (2023). Prospective Teachers' Reflections on the Inclusion of Mathematical Modelling During the Transition Period Between the Face-to-Face and Virtual Teaching Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10412-8>
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice: The discipline of noticing*. Routledge.
- Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P. y Koehler, J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for Teacher Knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684>
- Niess, M. L. (2014). Guiding preservice teachers in developing TPCK. In *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 233–260). Routledge.
- Santagata, R. (2011). From teacher noticing to a framework for analyzing and improving classroom lessons. In *Mathematics teacher noticing* (pp. 182–198). Routledge.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189x015002004>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Zhang, M. y Chen, S. (2022). Modeling dichotomous technology use among university EFL teachers in China: The roles of TPACK, affective and evaluative attitudes towards technology. *Cogent Education*, 9(1), 2013396. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.2013396>