

Hacia una Posible Configuración del Conocimiento Profesional del Formador de Docentes de Matemáticas: un Análisis Comparativo

For a Possible Configuration of the Professional Knowledge of the Mathematics Teacher Educator: a Comparative Analysis

Andrés Pérez-Montilla*

 ORCID iD 0000-0003-3132-5994

José María Cardenoso**

 ORCID iD 0000-0003-3905-9117

Resumen

Este trabajo revisa y recoge algunas de las aportaciones más relevantes y recientes en torno a la problemática que suscita la conceptualización de la naturaleza y organización del conocimiento profesional del formador de docentes de matemáticas, un gran reto para la comunidad investigadora en educación matemática. A través de una búsqueda en la base de datos *Web of Science* y tras una primera selección de trabajos científicos, exponemos los fundamentos teóricos de tres modelos distintos de conocimiento del formador: la tríada extendida, el MKTT y el modelo de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) para, posteriormente, realizar un análisis comparativo. Las conclusiones apuntan hacia un metaconocimiento de naturaleza compleja el cual permite articular tres niveles anidados – tarea matemática, alumno y profesor – así como se señala su especificidad, con subdominios que son propios y exclusivos del formador, aunque se evidencia un énfasis e interés notable en el conocimiento del contenido matemático y didáctico del contenido.

Palabras clave: Educación Profesor. Formador de Profesores. Conocimiento Profesional. Educación Matemática. Profesor de Matemáticas.

Abstract

This paper reviews and gathers some of the most relevant contributions regarding the problem raised by the conceptualization of the nature and organization of the mathematics teacher educator's professional knowledge, a great challenge for the research community in mathematics education. Through a search in the Web of Science database and after a first selection of scientific research, we expose the theoretical foundations of three different models of MTE's knowledge: the extended triad, the MKTT, and the model of Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021), to subsequently, carry out a comparative analysis. The conclusions point towards a meta-knowledge of a complex nature which allows articulating three nested levels – mathematical task, students, and teacher – as well as its specificity, with subdomains which are specific and exclusive to the MTE, although we observe a notable emphasis and interest on the mathematical content knowledge and pedagogical content knowledge.

* Doble Máster en Matemáticas + Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (UCA). Profesor Sustituto Interino en la Universidad de Cádiz (UCA), Algeciras, España. E-mail: andres.perezmontilla@uca.es

** Doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación: Educación Estadística y Probabilística (UCA). Profesor Titular de Universidad en la Universidad de Cádiz (UCA), Puerto Real, España. E-mail: josemaria.cardenoso@uca.es

Keywords: Teacher Education. Teacher Educator. Professional Knowledge. Mathematics Education. Mathematics Teacher.

1 Introducción

La literatura de investigación evidencia un interés de la comunidad investigadora en educación matemática, por comprender la complejidad del conocimiento que necesita un docente de matemáticas para ejercer su profesión (BROMME, 1988; LEINHARDT, 1989; GODINO *et al.*, 2017). Si bien, aunque las aportaciones en torno al formador han sido menos abundantes (PARRA-SANDOVAL, 2020), su interés ha ido creciendo con monográficos tales como los de Beswick y Chapman (2020) o Goos y Beswick (2021), motivado por la necesidad de dar respuesta a los desafíos que sobre la formación y el desarrollo profesional del docente, evidencia la investigación (MARBÁN *et al.*, 2013; GUERRERO; LLINARES, 2017; PÉREZ-MONTILLA; CARDEÑOSO, 2021); haciendo del formador un agente clave en el cambio y transformación educativa y ejerciendo, además, una influencia relevante en la evolución de la educación matemática.

Desde nuestra perspectiva, el formador desempeña un papel fundamental en la mejora de la formación del profesorado y, por ello, en este artículo nos centramos en la naturaleza y organización de su conocimiento profesional. Dado que el formador es un profesional involucrado en la formación y el desarrollo profesional del profesor (BESWICK; GOOS, 2018), debe tener una imagen del conocimiento que pretende construir en sus futuros docentes (CONTRERAS *et al.*, 2017), considerándose su conocimiento una ampliación del conocimiento del docente (ZASLAVSKY; LEIKIN, 2004).

Es Andrews (2011) quien afirma que el conocimiento para la enseñanza del docente de matemáticas es un constructo relativo y altamente influenciado por el contexto cultural, de manera que explicaría la gran variedad de enfoques teóricos existentes, lo que justificaría, también, un amplio y rico espectro de acercamientos al conocimiento del formador. Al respecto, Azcárate (1999) señala los tres focos principales que han orientado la investigación en torno al conocimiento del profesor: naturaleza, estructura y dinámica de elaboración, los cuales guían, también, la investigación en torno al conocimiento del formador.

Por su parte, Beswick y Goos (2018) desarrollan una revisión bibliográfica en similares términos a Azcárate (1999) sobre el formador, evidenciando importantes semejanzas y diferencias entre ambos profesionales. Además, Li y Castro-Superfine (2016) señalan que el conocimiento mostrado por el formador es altamente dependiente de la comunidad profesional

a la que pertenece – didactas de la matemática, matemáticos profesionales o docentes en activo – por lo que podemos intuir que es de naturaleza compleja y polifacética, altamente mediado por sus creencias sobre las matemáticas, la enseñanza-aprendizaje y la educación del profesorado (PASCUAL, 2021).

Respecto a su organización, dos son las hipótesis que se barajan, por un lado, hablan de relación jerárquica (HAUK; JACKSON, 2017; LEIKIN, 2020), es decir, el conocimiento del docente está totalmente incluido en el del formador; mientras que otros autores defienden que el conocimiento del formador es un metaconocimiento (CHICK; BESWICK, 2018; FERRETTI; MARTIGNONE; RODRÍGUEZ-MUÑIZ, 2021), el cual comparte algunos conocimientos con el docente (intersección no completa). Lo que sí, parece claro, es que el conocimiento del formador es más extenso y elaborado, al menos en lo relacionado con las matemáticas (REDISKE DE ALMEIDA; RIBEIRO; FIORENTINI, 2021), y con componentes específicas.

Los objetivos que nos planteamos alcanzar en este trabajo son:

- a) Caracterizar diversos modelos de conocimiento profesional del formador.
- b) Realizar un análisis comparativo entre distintos modelos con el fin de detectar aspectos comunes (semejanzas) y diferencias, además de delinear aspectos esenciales en su naturaleza y organización.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: comenzamos describiendo el método de la búsqueda bibliográfica. A continuación, caracterizamos las propuestas elegidas y llevamos a cabo un análisis comparativo, finalizando con las conclusiones.

2 Método

Se consideraron las colecciones *Web of Science Core Collection* de la *Web of Science* (WOS), excluyéndose las ediciones CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED e IC. El período de revisión fue desde el 2000 al 2022 y la clave de búsqueda avanzada incluyó palabras como *teacher educator* o *mathematics teacher educator* junto a los operadores *and* y *or* y los códigos AB (abstract) y TS (topic). Se realizó un cribado tomando sólo artículos revisados y capítulos de libros centrados en el área *Education Educational Research*. El total de trabajos fue de 219.

2.1 Procedimiento de selección de trabajos científicos

Los criterios que guiaron el cribado y selección fueron: (1) El trabajo debe tener como objetivo desarrollar/ilustrar algunos subdominios de un modelo de conocimiento del formador basándose en un constructo teórico sobre el conocimiento del profesor; (2) El trabajo ha de centrarse, exclusivamente, en el formador de profesores de matemáticas. Por cuestiones de extensión, seleccionamos tres de ellos (Cuadro 1), los que incluían una descripción más extensa de sus subdominios, además de estar publicados en revistas de prestigio. Se incluyó un capítulo del monográfico de Beswick y Goos (2021) por ser Springer una editorial de prestigio, además de la amplia trayectoria de sus autores en investigación sobre desarrollo profesional del docente de matemáticas.

| Autores | Editorial | Factor de Impacto de la Revista JCR | Nº Citas |
|---|-------------------|-------------------------------------|----------|
| Leikin, Zazkis y Meller (2018) | Springer | 1.786 | 16 |
| Castro-Superfine, Prasad, Welder, Olanoff y Eubanks-Turner (2020) | Sage Publications | 4.1320 | 17 |
| Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) | Springer | - | 2 |

Cuadro 1 - Selección de modelos teóricos del conocimiento del formador de docentes de matemáticas
Fuente: elaboración propia

3 Fundamentos teóricos de los modelos seleccionados

En esta sección presentamos los fundamentos teóricos de los tres modelos seleccionados, en especial, definimos cada uno de los dominios y subdominios que los conforman, así como describimos brevemente su origen.

3.1 La tríada extendida del formador de profesores de matemáticas

La tríada extendida del formador (LEIKIN; ZAZKIS; MELLER, 2018) es un modelo que surge como extensión y reorganización de la propuesta formulada, inicialmente, por Zaslavsky y Leikin (2004). Dicho modelo surge en un curso de matemáticas universitarias dirigido a futuros profesores de Secundaria.

La tríada (ver Figura 1) está compuesta de tres dominios:

- a) *Contenido desafiante para los profesores de matemáticas*: la principal aportación del modelo se sustancia en la inclusión de un nuevo conocimiento denominado *matemáticas desafiantes para profesores*, caracterizado por un fuerte énfasis en las matemáticas avanzadas; un conocimiento robusto, profundo y conectado de las matemáticas donde

destacan los aspectos meta-matemáticos como la belleza, el desarrollo de demostraciones, los problemas complejos y la creatividad y originalidad en su resolución. Según Leikin, Zazkis y Meller (2018) el contenido desafiante para profesores es construido en base a las percepciones de los cuatro formadores entrevistados, cuyo perfil es el de matemático profesional universitario. Todos coinciden en que un docente de Secundaria de matemáticas necesita saber muchas más matemáticas de las que enseña, y que un conocimiento robusto de éstas es una condición necesaria para su labor de enseñante. El segundo apartado es el desafío didáctico para los profesores, que se corresponde con el modelo de la tríada del profesor de Zaslavsky y Leikin (2004).

- b) *Sensibilidad hacia los profesores de matemáticas*: incluye el conocimiento sobre aspectos de carácter cognitivo y afectivo. Por ejemplo, cómo aprenden y razonan los docentes; dificultades, errores y obstáculos con las matemáticas o conocimiento para motivarlos y conseguir que ganen seguridad en ellos mismos.
- c) *Gestión del aprendizaje de los profesores*: hace referencia al conocimiento del formador que le permite facilitar la construcción del contenido desafiante para docentes. Algunas evidencias de este tipo de conocimiento son el uso de la historia de las matemáticas o las maneras de presentar definiciones y conceptos nuevos.



Figura 1 - Modelo de la tríada extendida del formador de profesores de matemáticas
Fuente: (LEIKIN; ZAZKIS; MELLER, 2018, p. 457)

En este modelo, las componentes principales son interdependientes, es decir, ha de buscarse un equilibrio entre las tres, ya que si se presta poca atención, por ejemplo, a la sensibilidad hacia el profesor, y mucho al contenido desafiante, podemos generar ambientes en

el aula de desconfianza y estrés que dificultan el aprendizaje. El formador ha de conocer cómo vertebrar las componentes a dos niveles. Por un lado, los elementos del desafío didáctico, que son propios del profesor y, en segundo lugar, los de la tríada extendida, en su objetivo de enseñar a los docentes.

3.2 El conocimiento matemático para enseñar a profesores (MKTT)

El modelo del Conocimiento Matemático para Enseñar a Profesores (MKTT en inglés, ver Figura 2) propuesto por Castro-Superfine *et al.* (2020) asume que el conocimiento profesional que necesita un formador para enseñar a enseñar matemáticas puede caracterizarse como un constructo que integra el conocimiento del docente, pero además, se concibe como *especializado* en tanto que incluye elaboraciones mucho más complejas y orientadas a conseguir que los futuros docentes reelaboren su conocimiento matemático previo – lo que denominan *unpacking*.

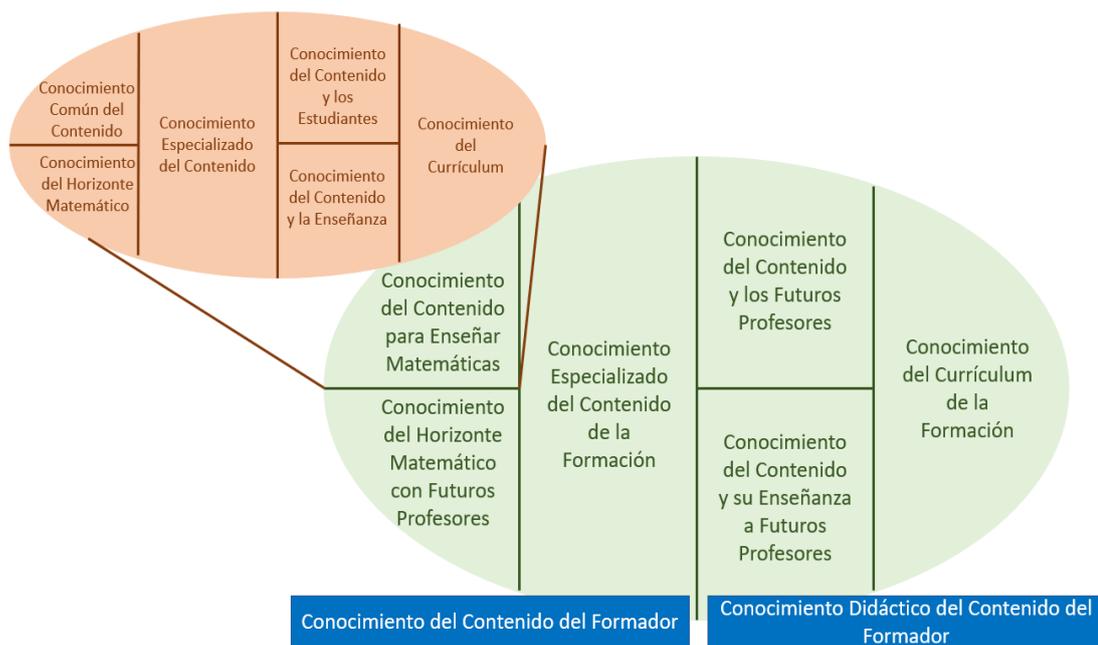


Figura 2 - Modelo del conocimiento matemático para enseñar a profesores (MKTT, en inglés)
 Fuente: (CASTRO-SUPERFINE *et al.* 2020, p. 372)

Toma como referencia el modelo del Conocimiento Matemático para la Enseñanza (MKT en inglés) de Ball, Thames y Phelps (2008). Asumen que los procesos de aprendizaje deben ir orientados no sólo a extender el conocimiento común de matemáticas de los profesores, sino a su especialización, entendida como un reaprendizaje y reelaboración de dicho *conocimiento común de matemáticas* hacia un conocimiento objeto de ser aprendido y enseñado. Siguiendo la tesis de Shulman (1986), en el MKTT se distinguen dos dominios de

conocimiento que pasamos a describir:

- a) *El conocimiento del contenido del formador*: este conocimiento hace referencia al contenido de la formación que ha de enseñar el formador. Un subdominio sería el *conocimiento para Enseñar Matemáticas*, es decir, el conocimiento que posee el formador del MKT, entendiéndose éste como el *conocimiento común* en analogía con el conocimiento del docente. Igualmente, debe tener un *conocimiento especializado* y específico de su profesión, que se concibe como una reelaboración de dicho conocimiento común y una comprensión profunda del mismo en aras de ser enseñado y aprendido por futuros profesores. Finalmente, distinguen un *conocimiento del horizonte*, el cual alude al conocimiento sobre qué contenidos se van a abordar en los programas de formación y cómo se interrelacionan y organizan.
- b) *El conocimiento didáctico del contenido del formador*: se refiere al conocimiento pedagógico que el formador moviliza para facilitar el aprendizaje y reaprendizaje de las matemáticas. Incluye tres subdominios, el *conocimiento del contenido y los futuros profesores*, que en analogía con el MKT incluye el conocimiento sobre las concepciones previas de los futuros maestros, sus errores, obstáculos y cómo desarrollan el MKT, el *conocimiento del contenido y la enseñanza* el cual aborda cómo acercar el contenido de la formación a los futuros profesores y finalmente, el *conocimiento del currículum*, donde se incluye el saber sobre materiales curriculares para que los futuros docentes se desarrollen profesionalmente.

3.3 El modelo del conocimiento del formador de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021)

La propuesta de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021, p. 23) asume que “décadas de investigación sobre lo que el profesor de matemáticas debería saber debería tener una influencia sobre lo que el formador debería saber”. En analogía con la propuesta de Shulman (1986), se distinguen dos dominios de conocimiento: el conocimiento del contenido de la formación y el conocimiento didáctico del contenido. Respecto al conocimiento del contenido, Ponte (2012) distingue tres áreas clave: conocimiento profesional, prácticas y habilidades para la gestión de la enseñanza de las matemáticas e identidad profesional (ver Figura 3). A continuación, pasamos a describir dichos subdominios:

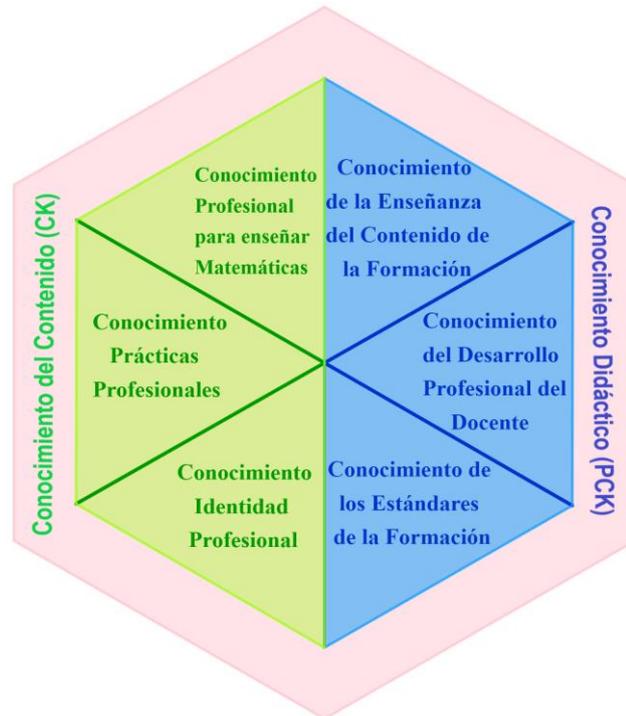


Figura 3 - Modelo del conocimiento del formador
Fuente: elaboración propia

- a) *Conocimiento profesional para enseñar matemáticas*: este subdominio se corresponde con el conocimiento que ha de tener el formador sobre el contenido matemático y didáctico del contenido matemático que ha de ir construyendo un profesor de matemáticas, y que según la tradición investigadora, acepta múltiples enfoques teóricos respecto a su organización y conceptualización, como, por ejemplo, el MTSK de Carrillo *et al.* (2018). Respecto al conocimiento del contenido matemático, Zopf (2010) señala que los estudiantes presentan un conocimiento matemático fragmentado e instrumental, mientras que el que requiere un docente, ha de *especializarse* durante la formación a través de un proceso de *desempaquetado*, de manera que pueda establecer conexiones con otros tipos de saberes que le permitan transformarlo en un objeto a ser enseñado y aprendido por sus alumnos. Por consiguiente, el conocimiento matemático del formador ha de ser aún más profundo, complejo y elaborado que el del docente, puesto que ha de movilizarlo para ayudar al sujeto en formación en esa tarea de desempaquetado, que es *específica* del formador. En el *conocimiento didáctico del contenido matemático* Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) consideran esencial que el formador tenga un conocimiento profundo acerca de su naturaleza, organización y relaciones, puesto que su cometido es ayudar a que los sujetos en formación *tomen conciencia* de sus conocimientos previos sobre la enseñanza-aprendizaje de las

matemáticas – fundamentalmente creencias – promoviendo, a través de un proceso de reflexión (PONTE; CHAPMAN, 2015), a su paulatina reestructuración y reorganización. Según Carrillo *et al.* (2018), el PCK se organiza en tres subdominios que son el conocimiento de la enseñanza de las matemáticas, el conocimiento de las características del aprendizaje de las matemáticas y el conocimiento de los estándares de aprendizaje de las matemáticas.

- b) *Conocimiento de las prácticas profesionales*: la idea de *práctica profesional* es compleja, aunque en consonancia con (PASCUAL, 2021, p. 27) puede entenderse como el “conocimiento en la acción que es el hacer o el ser capaz de”, es decir, un conocimiento sobre cómo los profesores usan y proyectan su conocimiento en el aula, además de cómo enfocan su práctica de enseñanza. Un ejemplo lo encontramos en las prácticas discursivas significativas para favorecer el aprendizaje de las matemáticas. Según los autores, el formador ha de conocer en profundidad estas prácticas, así como los contextos donde los profesores las llevan a cabo, sus limitaciones, fundamentos y potencialidades. Al respecto, Wu y Cai (2022) señalan que es precisamente la experiencia profesional del formador, en los niveles escolares, la que le facilita, en parte, esta tarea, posibilitándole la creación de conexiones entre teoría y práctica y reduciendo la brecha entre ambas. Otro elemento clave conectado a las prácticas profesionales son las habilidades para enseñar matemáticas, las cuales combinan conocimiento y práctica, como la mirada profesional (JACOBS; LAMB; PHILIPP, 2010) o la contingencia (ROWLAND; HUCKSTEP; THWAITES, 2005). En definitiva, los formadores han de comprender las relaciones existentes entre las decisiones que toma el profesor y el conocimiento que las sustenta, con el fin de fomentar un diálogo crítico y que los sujetos en formación puedan llegar a ser profesionales reflexivos.
- c) *Conocimiento de la identidad profesional*: la identidad profesional es un concepto multifacético que abarca múltiples realidades y vinculado con otros conocimientos del profesor. En consonancia con Ponte y Chapman (2015, p. 285) entendimos la identidad profesional como:

[...] el yo profesional que construyen y reconstruyen al convertirse y ser docentes. Incluye su apropiación personal sobre los valores y normas de la profesión, sus creencias fundamentales sobre la enseñanza y sobre sí mismos como docentes, su visión de lo que significa ser un docente excelente, el tipo de profesional al que se aspira, un sentido de sí mismo como aprendiz y una capacidad para reflexionar sobre su práctica.

Nuestros autores de referencia identifican dos identidades profesionales puestas en juego durante el proceso de formación – la del formador y la del futuro profesor – aunque en

este caso, se centran en el conocimiento que ha de tener un formador sobre la identidad profesional del futuro docente. Los formadores no sólo contribuyen al desarrollo profesional del profesor facilitando la construcción de conocimientos, sino ofreciéndoles oportunidades orientadas a adquirir una conciencia sobre qué tipo de profesionales quieren llegar a ser y cuál es su rol dentro de una comunidad profesional. Esa toma de conciencia pasa por ayudarles a adoptar una mirada crítica sobre los problemas que les interpelan como profesionales; siendo un objetivo primordial el que aprendan por ellos mismos a dirigir su propio desarrollo profesional y el de otros compañeros. Por tanto, el formador ha de conocer los factores que influyen en el proceso de construcción y configuración de la identidad profesional de los futuros docentes, así como los detalles de dicho proceso. Igualmente, los formadores han de ser conocedores de cómo las creencias, actitudes y emociones son factores relevantes en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas, lo que les permite ayudar a los docentes en formación a ponerse en el lugar del alumno. Finalmente, otra faceta importante de la identidad profesional hace referencia al dominio afectivo, el cual incluye concepciones y creencias respecto a las matemáticas o su enseñanza aprendizaje, por ejemplo. Algunos ejemplos en lo que el formador ayuda a los futuros profesores a configurar su identidad profesional los encontramos en el trabajo de Ernest (2019), el cual reflexiona acerca del papel ético de las matemáticas y del profesor de matemáticas en la construcción de una sociedad más justa, o el de Li y Tsai (2021) y Moreno-Pino *et al.* (2022) que abordan cómo integrar, en los programas de formación inicial del profesorado, los objetivos de desarrollo sostenible.

El conocimiento didáctico del formador se entiende como aquel que le permite crear oportunidades de aprendizaje para que los docentes aprendan a enseñar matemáticas. Como señala Contreras (2021, p. 16):

[...] mientras el profesor maneja el contenido matemático con la mirada puesta en el estudiante, el formador maneja simultáneamente el contenido matemático y el contenido didáctico-matemático con dos miradas, una más directa puesta en el estudiante que forma (futuro profesor) y otra indirecta puesta en el estudiante a quien enseñará ese futuro profesor.

En este sentido, la organización del conocimiento didáctico del formador se divide en tres subdominios:

- a) *Conocimiento de la enseñanza del contenido de la formación inicial*: se incluye, aquí, el conocimiento que permite a un formador diseñar situaciones de aprendizaje que promuevan el desarrollo profesional de los docentes. Al respecto, Ponte y Chapman (2015) apuntan a diversas herramientas y recursos como el análisis de vídeos o narrativas, los grupos de discusión etc. El formador no sólo ha de manejar un amplio

catálogo de herramientas para hacer operativas en su aula las ideas teóricas que subyacen en el contenido que imparte (SÁNCHEZ; GARCÍA, 2004), sino que ha de saber sus fundamentos, potencialidades y limitaciones respecto de los objetivos que persigue.

- b) *Conocimiento de las características del desarrollo profesional del profesor*: este subdominio puede identificarse con el *conocimiento de las distintas formas de caracterizar el proceso de aprender a enseñar matemáticas* que propone Sánchez y García (2004, p. 491), el cual alude a las “distintas perspectivas teóricas sobre la forma en la que aprenden los estudiantes para profesores” el contenido de la formación. Tal y como apuntan Escudero-Ávila, Climent y Vasco (2016), un formador, para lograr el desarrollo profesional de los docentes, ha de tener conocimiento del profesor como *sujeto cognoscente*, así como sobre el propio proceso de aprendizaje. Por tanto, podríamos incluir, aquí, conocimiento sobre las dificultades, obstáculos y errores, vinculados al contenido de la formación (NORTES MARTÍNEZ-ARTERO; NORTES-CHECA, 2017).
- c) *Conocimiento de los estándares de los programas de formación*: un formador ha de conocer los estándares de organismos internacionales, como la Asociación de Formadores de Profesores de Matemáticas (AMTE en inglés) y recogidos en Bezuk *et al.* (2017), así como sobre las últimas tendencias que emergen de la investigación en educación del profesorado. A su vez, conocer otras culturas y tradiciones formativas les ayuda a enriquecer su visión y a incorporar potenciales elementos de transformación en la formación que imparten.

4 Análisis comparativo

Pasamos, ahora, a presentar un análisis comparativo centrándonos en la naturaleza y la organización del conocimiento del formador.

4.1 Naturaleza del conocimiento del formador

Los tres modelos ponen de relieve la complejidad del conocimiento del formador, evidenciando una extensa variedad de subdominios de distinta naturaleza, así como la amplia red de conexiones a elaborar entre ellos. Por otro lado, queremos reseñar su carácter práctico, entendiéndose como un rasgo compartido con el docente ya que el formador no sólo necesita

conocer algo, sino que ha de saber cuándo usarlo (SÁNCHEZ; GARCÍA, 2004) y porque, en esencia, los formadores son docentes, sólo que el contenido que enseñan, los fines que persiguen y los receptores, difieren respecto al profesor; hecho que se manifiesta, por ejemplo, en la existencia de subdominios específicos que aglutinan conocimientos orientados a enseñar a docentes el contenido de la formación.

Por consiguiente, el formador es un profesional que, al igual que el docente, ha de ser capaz de testar su conocimiento en entornos prácticos (JAWORSKI, 2008) y de elaborar sus propias teorías prácticas (AZCÁRATE, 1999) sobre problemas de enseñanza-aprendizaje en un contexto de formación de docentes, que guarda importantes similitudes con la práctica profesional del docente de matemáticas. El hecho de que el formador comparta con el profesor su rol de enseñante – el profesor forma al alumno y el formador, al docente – posibilita el que los investigadores puedan basarse en acercamientos teóricos sobre el docente para tratar de comprender la práctica del formador.

Por otro lado, observamos su carácter *meta*, en el sentido de que el conocimiento profesional se articula de tal manera que le permite organizar tres niveles anidados – {{alumno-tarea matemática}, Profesor}, Formador} – (SÁNCHEZ; GARCÍA, 2004), aunque no necesariamente ha de trabajar con todos a la vez. Este hecho revela la amplitud del conocimiento del formador, ya que no sólo contempla más subdominios, sino que aboga, también, por la profundización de su saber, como ocurre con el conocimiento matemático. Los tres modelos coinciden en un conocimiento matemático para la enseñanza mucho más profundo que el de docente, especialmente en el caso de docentes de Secundaria (tríada). Esto nos permite hipotetizar su especificidad, es decir, la existencia de conocimientos que le son propios de su profesión, algunos tales como el conocimiento de los estándares de la formación o las matemáticas desafiantes para profesores.

El rol de enseñante, compartido por docente y formador, nos lleva a inclinarnos por la hipótesis de un cuerpo común de conocimiento entre ambos profesionales. La tríada es un ejemplo de jerarquía completa, mientras que el modelo de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) aboga por una intersección no completa. Nosotros nos inclinamos por la segunda hipótesis, y buena parte de ello nos la da el MKTT.

La especialización del conocimiento del formador no es inmediata. Durante su etapa profesional, el formador, gracias a su propio desarrollo profesional, va desempaquetando, reelaborando y reorientando su conocimiento común de la enseñanza – compartido con el docente – en su nuevo rol de facilitador del aprendizaje del profesor, por lo que, en sintonía con Chick y Beswick (2018), pensamos que necesita conocer de un modo diferente qué sabe y debe

saber el profesor, de igual manera que el profesor necesita elaborar una visión diferente de qué sabe y debe saber el alumnado. Por ejemplo, el conocimiento de las matemáticas desafiantes de la tríada surge como una reformulación propia del conocimiento del contenido matemático, el cual incluye aspectos meta-matemáticos, mayores conexiones y elaboración.

Por tanto, estamos de acuerdo con Contreras (2021) en que no basta con ser un buen profesor de matemáticas para formar a docentes, se necesita un saber de segundo nivel, aunque si bien es cierto, los formadores podrían evidenciar algunos conocimientos similares a los del docente en los primeros niveles de su proceso de especialización. De ahí la importancia en ahondar sobre el desarrollo profesional del formador.

Otro argumento que nos permite inclinarnos por la intersección no completa lo encontramos en el trabajo de Wu y Cai (2022). Estos investigadores analizan el papel de la experiencia profesional escolar en la práctica profesional de los formadores de profesores de matemáticas. Al respecto, consideran que, si bien tanto profesores y formadores han de saber cómo analizar y reflexionar acerca de cómo enseñar matemáticas de manera diligente, en el caso del formador, la experiencia profesional previa les dota de “una cierta sensibilidad tanto a las teorías como a las prácticas involucradas en la enseñanza de las matemáticas, [...] lo que les permitiría construir relaciones bidireccionales entre teoría y práctica” (WU; CAI, 2022, p. 672-673), lo que a su vez, contribuye a disminuir la brecha entre teoría y práctica. Por ejemplo, podría facilitar el aprendizaje de los futuros profesores sobre cómo enseñar un tópico matemático y a comprender los elementos clave, mediante el análisis de casos reales basados en su propia experiencia acerca de cómo enseñar dicho tópico, mientras que el docente, utiliza dichos procesos de reflexión para obtener un mejor conocimiento sobre la práctica con el fin de mejorarla y enriquecerla.

4.2 Organización del conocimiento del formador

En los tres modelos presentados, se intuye una estructuración del conocimiento profesional alineada con la propuesta de Shulman (1986, 1987) en lo referente a la distinción entre conocimiento del contenido y didáctico. En la tríada, esta diferenciación aparece de forma menos explícita, pero consideramos que tanto el conocimiento de la sensibilidad como el de la gestión del aprendizaje encajarían en el conocimiento didáctico.

En este sentido, parece haber un consenso común respecto a la organización del conocimiento didáctico del formador. Parece claro que dicho saber didáctico ayuda al formador en su rol de facilitador y en la toma de conciencia del profesor, desprendiendo importantes

semejanzas con el saber didáctico del docente, hecho que podría explicarse mediante el isomorfismo didáctico (PASCUAL, 2021).

Leikin, Zazkis y Meller (2018) señalan que los futuros docentes de matemáticas pueden aprender matemáticas avanzadas o distintos enfoques de enseñanza-aprendizaje, los cuales, podrían trasladar a sus aulas observando las prácticas de sus formadores, y a su vez, algunos formadores proyectan enfoques de enseñanza-aprendizaje propios de docentes de matemáticas, por ejemplo, cuando enseñan matemáticas avanzadas (REDISKE DE ALMEIDA; RIBEIRO; FIORENTINI, 2021) en cursos sin ningún eco didáctico, al menos explícito. Por consiguiente, hipotetizamos que el isomorfismo podría ser bidireccional.

Sin embargo, en el conocimiento del contenido sí que observamos diferencias notables, algo que puede justificarse si asumimos que, realmente, es este conocimiento el que configura la formación (PASCUAL; MONTES; CONTRERAS, 2019), es decir, responde a la compleja cuestión: ¿qué deben aprender los docentes en la formación que reciben? y porque la educación del profesor es un constructo en el que interactúan múltiples agentes (PONTE; CHAPMAN, 2015), además de estar mediada por las creencias del formador. Chapman (2021) señala dos posibles enfoques a la hora de estructurar el contenido de la formación: por un lado, un enfoque centrado en el conocimiento profesional para enseñar matemáticas, es decir, poniendo el foco en el conocimiento del contenido matemático y didáctico que ha de aprender el profesor, y otro, un enfoque más extensivo y basado en la investigación reciente sobre la educación del docente.

Tanto la tríada como el MKTT son ejemplos en los que el contenido de la formación se estructura, principalmente, en torno al conocimiento matemático y didáctico del profesor, que es el contenido a enseñar y aprender en la formación. Sin embargo, la propuesta de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) nos ofrece un marco más general e integrador de la educación del profesor, incluyendo aspectos importantes como la identidad o las prácticas profesionales. Hipotetizamos que esta diferenciación podría ser el origen de las dos corrientes en torno a la intersección entre conocimiento del formador y profesor.

El enfoque jerárquico parece alinearse con una concepción del contenido de la formación centrado en el conocimiento del contenido matemático y didáctico, donde el formador ha de conocer en mayor profundidad el saber que ha de construir el futuro profesor durante su formación, mientras que, los planteamientos de intersección no completa adquirirían mayor coherencia desde un enfoque de la educación del profesor más holística, donde docentes y formadores tienen conocimientos compartidos, pero también *específicos* de su profesión. En cualquiera de los dos casos, el conocimiento del contenido matemático y didáctico que ha de construir el profesor ocupa un lugar relevante en todos los modelos, creemos que por ser un

tema recurrente en educación matemática y porque, en esencia, es un conocimiento nuclear del profesor y del formador, especialmente presente en programas de formación inicial (WU; CAI; YAI, 2020).

Para finalizar, queremos realizar un breve apunte sobre la construcción de los modelos antes reseñados. La tríada surge en un contexto universitario de formación de docentes de matemáticas de Secundaria, cuyos formadores son matemáticos profesionales. Por otro lado, tanto el MKTT como la propuesta de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) emergieron en contextos de formación de maestros donde los formadores son investigadores en educación matemática, y los sujetos en formación, futuros maestros de Primaria. Tal y como apunta Leikin (2020), la jerarquía entre conocimiento de formadores y profesores difiere según la comunidad de práctica, de ahí que la jerarquía completa, como en el caso de la tríada, sea más significativa con matemáticos profesionales, ya que estos formadores centran el contenido de la formación en el desarrollo de un conocimiento matemático muy avanzado, sobre todo con docentes de Secundaria.

5 Conclusiones

El análisis expuesto evidencia la complejidad intrínseca que supone la conceptualización teórica del conocimiento profesional del formador de docentes de matemáticas. Avanzar en ello supone un reto para los investigadores de este campo de la educación matemática.

Por un lado, consideramos esencial la puesta en marcha de estudios comparativos que conjuguen variables tales como los perfiles de formadores, estatus profesional de los sujetos en formación – en activo o futuros – y nivel de enseñanza. Algunos autores como Leikin (2020) señalan que la comunidad de práctica a la que pertenece el formador es una variable relevante en el conocimiento que evidencian y perfila su visión de la educación del docente. Creemos que, mediante estudios de distinta naturaleza, sería posible ir conformando marcos teóricos que integren varias realidades, aunque el camino es largo y resulta pertinente su indagación investigativa.

Por otro lado, la investigación en torno al conocimiento del docente resulta una vía útil para acceder al conocimiento del formador, aunque reconocemos que hay un excesivo énfasis y predominancia del saber del contenido matemático y didáctico del contenido, siendo necesarios otros estudios donde se aborden conocimientos de otra índole. Tal y como evidencian Wu, Cai e Yai (2020), de las múltiples prácticas que configuran la labor del formador, una de

las que más atención ha recabado por parte de los investigadores, es la preparación de futuros profesores.

En concreto, se observa un interés notable en el conocimiento que muestra un formador acerca del conocimiento del contenido matemático y didáctico que ha de construir el futuro docente en la formación. Por ello, consideramos que la propuesta de Escudero-Ávila, Montes y Contreras (2021) es más extensiva, en tanto que otras prácticas inherentes a la labor de formador como desarrollar profesionalmente a profesores en activo (WU; CAI; YAI, 2020), parecen centrarse más en desarrollar conocimientos relacionados con la identidad o las prácticas profesionales, por lo que este modelo podría ser útil en el diseño de planes de desarrollo profesional orientados a perfiles más diversos de formadores.

No obstante, variables como la experiencia, la diversidad de contextos y agentes intervinientes, así como la inexistencia de estudios a gran escala, hacen realmente complicado el encontrar escenarios significativos que ofrezcan información amplia y exhaustiva sobre el conocimiento y la práctica del formador, sin olvidar sus creencias (PAGÉS; LEZAMA; OLAVE, 2021) como elemento crucial en su conocimiento y práctica. Sea como fuere, son muchos los desafíos a los que, todavía, hemos de enfrentarnos, pero entendemos necesario señalar la necesidad de que la comunidad investigadora haga un esfuerzo compartido por situar al formador de docentes como un agente relevante y genuino en la transformación educativa, de manera que la investigación contribuya de manera sustancial a su desarrollo profesional.

Referencias

- ANDREWS, P. The Cultural Location of Teachers' Mathematical Knowledge: Another Hidden Variable in Mathematics Education Research? *In*: ROWLAND, T.; RUTHVEN, K. (eds.). **Mathematical Knowledge in Teaching**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 99-118.
- AZCÁRATE, P. El conocimiento profesional : Naturaleza, fuentes, organización y desarrollo. **Cuadrante**, Lisboa, v. 8, n. 1-2, p. 111-138, 1999.
- BALL, D.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**, Washington D. C., v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.
- BESWICK, K.; CHAPMAN, O. **International Handbook of Mathematics Teacher Education Volume 4: The Mathematics Teacher Educator as a Developing Professional**. 2. ed. Leiden: Brill Sense, 2020.
- BESWICK, K.; GOOS, M. Mathematics teacher educator knowledge: What do we know and where to from here? **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 21, n. 5, p. 417-427, 2018.
- BEZUK, N. *et al.* **Standards for Preparing Teachers of Mathematics**. Raleigh, NC: Association of Mathematics Teacher Educators, 2017. Disponible en: <https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf>. Acceso en: 31 oct. 2022.

BROMME, R. Conocimientos profesionales de los profesores. **Enseñanza de las Ciencias** - Revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v. 6, n. 1, p. 19-29, 1988.

CARRILLO, J. *et al.* The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. **Research in Mathematics Education**, Londres, v. 20, n. 3, p. 236-253, 2018.

CASTRO-SUPERFINE, A. *et al.* Exploring mathematical knowledge for teaching teachers : Supporting prospective elementary teachers' relearning of mathematics. **The Mathematics Enthusiast**, Missoula, v. 17, n. 2-3, p. 367-402, 2020.

CHAPMAN, O. Mathematics Teacher Educator Knowledge for Teaching Teachers. *In*: GOOS, M.; BESWICK, K. (eds.) **The Learning and Development of Mathematics Teacher Educators: International Perspectives and Challenges**. Cham: Springer, 2021. p. 23-40.

CHICK, H.; BESWICK, K. Teaching teachers to teach Boris: a framework for mathematics teacher educator pedagogical content knowledge. **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 21, n. 5, p. 475-499, 2018.

CONTRERAS, L. C. *et al.* Fundamentos teóricos para conformar un modelo de conocimiento especializado del formador de profesores de matemáticas. *In*: JORNADAS DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE HUELVA, 3. 2017, Huelva. **Actas...** Huelva: Universidad de Huelva, 2017. p. 11-25. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326157317_FUNDAMENTOS_TEORICOS_PARA_CONFORMAR_UN_MODELO_DE_CONOCIMIENTO_ESPECIALIZADO_DEL_FORMADOR_DE_PROFESORES_DE_MATEMATICAS. Acceso en: 20 dic. 2022.

CONTRERAS, L. C. Una aproximación a un modelo de conocimiento del formador de profesores de matemáticas. **Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática**, Caracas, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2021.

ERNEST, P. The ethical obligations of the mathematics teacher. **Journal of Pedagogical Research**, Düzce, v. 3, n. 1, p. 80-91, 2019.

ESCUADERO-ÁVILA, D.; CLIMENT, N.; VASCO, D. Conocimiento de las características del aprendizaje de las matemáticas (KFLM). *In*: JORNADAS DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE HUELVA, 2., 2015, Huelva. **Actas...** Huelva: Universidad de Huelva, 2016. p. 42-48. Disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/12509>. Acceso en: 31 oct 2022.

ESCUADERO-ÁVILA, D. I.; MONTES, M.; CONTRERAS, L. C. What Do Mathematics Teacher Educators Need to Know? Reflections Emerging from the Content of Mathematics Teacher Education. *In*: GOOS, M.; BESWICK, K. (eds.) **The Learning and Development of Mathematics Teacher Educators: International Perspectives and Challenges**. Cham: Springer, 2021. p. 23-40.

FERRETTI, F.; MARTIGNONE, F.; RODRÍGUEZ-MUÑIZ, L. J. Mathematics Teachers Educator Specialized Knowledge model. **Zetetiké**, Campinas, SP, v. 29, p. 1-12, 2021.

GODINO, J. D. *et al.* Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. **Bolema**, Rio Claro, v. 31, n. 57, p. 90-113, abr. 2017.

GOOS, M.; BESWICK, K. (eds.). **The Learning and Development of Mathematics Teacher Educators: International Perspectives and Challenges**. Cham: Springer, 2021.

GUERRERO, Ó.; LLINARES, S. Aprender a ver la enseñanza: Una competencia docente necesaria en su formación profesional. **Heurística: Revista Digital de Historia de la Educación**, San Cristóbal, n.

20, p. 654–664, 2017.

HAUK, S.; JACKSON, B. Those who teach the teachers: Knowledge growth in teaching for mathematics teacher educators math knowledge for teaching future teachers. *In: CONFERENCE ON RESEARCH IN UNDERGRADUATE MATHEMATICS EDUCATION, 7., 2017, San Diego. Actas...* San Diego: SIGMAA, 2017. p. 428-439. Disponible en: <http://sigmaa.maa.org/rume/RUME20.pdf>. Acceso en: 20 dic. 2022.

JACOBS, V. R.; LAMB, L. L. C.; PHILIPP, R. A. Professional noticing of children's mathematical thinking. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 41, n. 2, p. 169-202, 2010.

JAWORSKI, B. Development of the Mathematics Teacher Educator and Its Relation to Teaching Development. *In: JAWORSKI, B.; WOOD, T. (eds.). International Handbook of Mathematics Teacher Education Volume 4: The Mathematics Teacher Educator as a Developing Professional.* Rotterdam: Sense Publishers, 2008. p. 333-361.

LEIKIN, R. How Far is the Horizon? *In: BESWICK, K.; CHAPMAN, O. (eds.). International Handbook of Mathematics Teacher Education Volume 4.* Leiden: Brill Sense, 2020. p. 15-33.

LEIKIN, R.; ZAZKIS, R.; MELLER, M. Research mathematicians as teacher educators: focusing on mathematics for secondary mathematics teachers. **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 21, n. 5, p. 451-473, 2018.

LEINHARDT, G. A. Maths Lessons: a Contrast of Novice and Expert Competence in Maths Lessons. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 20, n. 1, p. 52-75, 1989.

LI, H. C.; TSAI, T. L. Education for sustainable development in mathematics education: what could it look like? **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, [s.l.], v. 53, n. 9, p. 1-10, 2021.

LI, W.; CASTRO-SUPERFINE, A. Mathematics teacher educators' perspectives on their design of content courses for elementary preservice teachers. **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 21, n. 2, p. 179-201, 2016.

MARBÁN, J. M. *et al.* Perfil emocional matemático y competencias profesionales. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Murcia, v. 16, n. 1, p. 73-96, 2013.

MORENO-PINO, F. M. *et al.* Training in Mathematics Education from a Sustainability Perspective: A Case Study of University Teachers' Views. **Education Sciences**, [s.l.], v. 12, n. 3, 199, 2022.

NORTES MARTÍNEZ-ARTERO, R.; NORTES-CHECA, A. Competencia matemática, actitud y ansiedad hacia las Matemáticas en futuros maestros. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Murcia, v. 20, n. 3, p. 145-160, 2017.

PAGÉS, D.; LEZAMA, J.; OLAVE, M. Búsqueda y negociación de acuerdos entre formadores de profesores de matemática. Las teorías personales construidas sobre la práctica. Una Teoría Fundamentada. **Bolema**, Rio Claro, v. 35, n. 71, p. 1506-1529, dic, 2021.

PARRA-SANDOVAL, H. Problematización y conocimiento especializado del formador de profesores de Matemáticas. **Paradigma** (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020), Maracay, v. 41, n. 1, p. 251-270, 2020.

PASCUAL, M. I. **El conocimiento del formador de maestros en la etapa de formación inicial, en relación con la enseñanza de la Didáctica de las Matemáticas. Un estudio de caso.** 2021. 148 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de

Huelva, Huelva, 2021.

PASCUAL, M. I.; MONTES, M.; CONTRERAS, L. C. **Un acercamiento al conocimiento del formador de profesores de matemáticas.** In: XXIII SIMPOSIO DE LA SEIEM, 23., 2019, Valladolid. **Actas...** Valladolid: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, 2019. p. 473-482. Disponible en: <http://seiem2019.uva.es/files/cientifico/comunicaciones/Viernes6/A106/V6A106N3.pdf>. Acceso en: 20 dic. 2022.

PÉREZ-MONTILLA, A.; CARDEÑOSO, J. M. Explorando el Conocimiento de los Temas (KoT) sobre el Límite desde la perspectiva del MTSK. In: ROSAS, A. M. (ed.). **Avances en Matemática Educativa. Teorías Diversas.** México: Programa Editorial del Programa de Matemática Educativa (PROME), 2021. p. 99-119.

PONTE, J. P. Mathematics teacher education programs: Practice and research. **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 15, n. 5, p. 343-346, 2012.

PONTE, J. P.; CHAPMAN, O. Prospective mathematics teachers' learning and knowledge for teaching. In: ENGLISH, L. D.; KIRSHNER, D. (eds.). **Handbook of International Research in Mathematics Education.** 3. ed. New York: Routledge, 2015. p. 275-296.

REDISKE DE ALMEIDA, M. V.; RIBEIRO, M.; FIORENTINI, D. Mathematical Specialized Knowledge of a Mathematics Teacher Educator for Teaching Divisibility. **PNA**, Granada, v. 37, n. 3, p. 187-210, 2021.

ROWLAND, T.; HUCKSTEP, P.; THWAITES, A. Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 8, n. 3, p. 255-281, 2005.

SÁNCHEZ, V.; GARCÍA, M. Formadores de Profesores de Matemáticas. Una Aproximación Teórica a su Conocimiento Profesional. **Revista de Educación**, Madrid, [s.v.], n. 333, p. 481-493, 2004.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

WU, Y.; CAI, J. Does school teaching experience matter in teaching prospective secondary mathematics teachers? Perspectives of university-based mathematics teacher educators. **ZDM - Mathematics Education**, Berlín, v. 54, n. 3, p. 665-678, 2022.

WU, Y.; YAO, Y.; CAI, J. Learning To Be Mathematics Teacher Educators: from Professional Practice to Professional Development. In: BESWICK, K.; CHAPMAN, O. (eds.). **International Handbook of Mathematics Teacher Education Volume 4: The Mathematics Teacher Educator as a Developing Professional.** 2. ed. Leiden: Brill Sense, 2020. p. 231-270.

ZASLAVSKY, O.; LEIKIN, R. Professional Development of Mathematics Teacher Educators: growth through practice. **Journal of Mathematics Teacher Education**, Netherlands, v. 7, p. 5-32, 2004.

ZOPF, D. A. **Mathematical knowledge for teaching teachers:** The mathematical work of and knowledge entailed by teacher education. 2010. 260 f. Tesis (Doctorado em Filosofia, Educação) - Universidad de Michigan, Ann Arbor, 2010.



Submetido em 30 de Julho de 2022.
Aprovado em 13 de Outubro de 2022.