

EXPLORANDO EL CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DE UNA MAESTRA INVESTIGATIVA Y SU RELACIÓN CON LA PRÁCTICA

Álvaro Aguilar, Miguel Montes, José Carrillo, C. Miguel Ribeiro

Universidad de Huelva. (España)

Universidad de Algarve. (Portugal)

UNESP-Rio Claro. (Brasil)

alaguilargon@gmail.com, miguel.montes@ddcc.uhu.es, carrillo@uhu.es, cmribeiro@ualg.pt

Palabras clave: MTSK, práctica, educación primaria

Key words: MTSK, teaching practice, primary school

RESUMEN

En este artículo se reportan avances de un trabajo de investigación que busca una más amplia comprensión del conocimiento matemático especializado de una maestra de primaria y las relaciones de dicho conocimiento con su práctica. Con ese objetivo, analizamos la práctica de la maestra en una clase de geometría a través del modelo Mathematics Teacher's Specialised Knowledge – MTSK (Carrillo et al., 2013). Los primeros resultados muestran cómo el conocimiento matemático especializado, fuertemente influenciado por la concepción que tiene la maestra sobre las matemáticas y su enseñanza y aprendizaje, influye en el desarrollo de la actividad matemática en el aula.

ABSTRACT

In this paper, we report advances of a study that looks for a wider comprehension of the specialized knowledge that a pre K-12 teacher possesses and the relations of that knowledge with his practice. With this aim, we analyze the practice of the teacher, in a geometry lesson through Mathematics Teacher's Specialised Knowledge, MTSK (Carrillo et al., 2013). The first results show us how, in the teaching practice, the specialized knowledge of mathematics of the teacher, very influenced by the beliefs she has about mathematics and their teaching and learning, influences in her carrying of the mathematical activity.

■ Introducción

Durante una época las concepciones han sido foco de muchos estudios en educación matemática, principalmente, desde dos perspectivas; una que pretendía definir las dentro del marco epistemológico del conocimiento (e.g., Thompson, 1992; Ponte 1994); y otra que las abordaba desde una perspectiva práctica, como por ejemplo las creencias y concepciones sobre la matemática y su enseñanza y aprendizaje (Carrillo y Contreras 1994). En la década de los ochenta del siglo pasado, sobre todo a partir de los trabajos e ideas seminales de Shulman (1986), han ido apareciendo distintas propuestas de caracterización de la naturaleza del conocimiento profesional, su origen, sus fuentes, sus componentes y sus vías de desarrollo. La comprensión y el conocimiento de los profesores de matemáticas han sido un foco de atención por parte de los investigadores, siendo varias las terminologías que han sido acuñadas para describir el conocimiento del contenido. Se empezó a atribuir también un rol importante al conocimiento del profesor para la práctica, introduciendo Shulman (1986) el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido (PCK, de sus siglas anglófonas) y de Conocimiento de la Materia, (SMK). Así, las primeras investigaciones se centraban en la comprensión de la naturaleza del conocimiento profesional (e.g., Shulman 1986), para posteriormente hacer hincapié en la pretensión de ahondar en el constructo del PCK (e.g., Llinares, 1994), o en el conocimiento de la materia (SMK), para diferentes tópicos (e.g. Ball, 1990, para la división). En los últimos años (fundamentalmente desde 2005) ha habido un importante auge de las investigaciones sobre conocimiento profesional del profesor de matemáticas que pretenden desarrollar modelos que permitan comprenderlo, como el *Knowledge Quartet* (Rowland, Turner, Thwaites y Huckstep, 2005), el *Mathematical Knowledge for Teaching*, MKT (Ball, Thames y Phelps, 2008), o el *Mathematics Teacher's Specialised Knowledge*, MTSK (Carrillo, Climent, Contreras y Muñoz-Catalán, 2013).

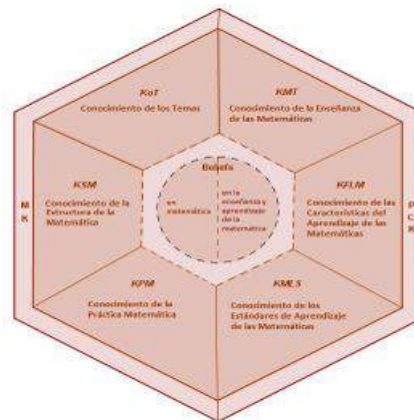
Así, como parte integrante del grupo que trabaja el MTSK, en los trabajos que estamos desarrollando, buscamos obtener una comprensión más amplia tanto de las concepciones como del conocimiento del profesor, pero también de sus posibles relaciones en la práctica. Una primera aproximación a esas relaciones fue hecha por Ribeiro y Carrillo (2011). Nos encontramos en el proceso de desarrollar una nueva conceptualización del conocimiento del profesor, y en esta las concepciones del profesor son asumidas como uno de los aspectos nucleares en y para una práctica "ideal", para lo que consideramos esencial obtener una más amplia comprensión sobre las relaciones entre las concepciones del profesor y sus conocimientos en y para la práctica. La importancia de un foco en las concepciones se justifica ya que, en algunos aspectos, su conocimiento y concepciones influyen de forma directa en la práctica (Ribeiro & Carrillo, 2011) y, por consiguiente en las oportunidades de aprender (Hiebert & Grouws, 2007) para sus alumnos. Así, una perspectiva en la que se integran las concepciones y el conocimiento nos parece fundamental como complemento para la comprensión del conocimiento, que como profesional de la enseñanza, en este caso de las matemáticas, posee el maestro. Así, en este artículo nos planteamos la siguiente cuestión de investigación: ¿Qué MTSK podemos observar en el uso y puesta en práctica de una actividad para definir polígono de una maestra investigativa de primaria?

■ Sobre conocimiento y concepciones del profesor acerca de polígonos

El tema del conocimiento del profesor ha ido asumiendo un lugar destacado en la investigación en Educación Matemática. Este destaque se justifica también por considerarse que ese conocimiento es específico de la profesión docente (e.g., Ball et al., 2008) y que el conocimiento del profesor es, de entre

un conjunto diverso de factores, lo que mayor influencia posee en los resultados de los alumnos (e.g., Nye, Konstantopoulos & Hedges, 2004). En ese sentido, los últimos años son fructíferos en trabajos enfocados a diferentes aspectos del conocimiento del profesor. En estos, el foco de interés varía, dependiendo también de la propia orientación del investigador y el grupo de investigación en el que participa, así como de sus objetivos concretos y de los resultados de otras investigaciones. Una de las conceptualizaciones que ha emergido de esos trabajos es el MTSK (Carrillo et al., 2013). El MTSK considera los dominios del conocimiento del contenido matemático (MK) y del conocimiento didáctico del contenido (PCK) divididos, cada uno de ellos, en tres subdominios (Figura 1). En el MK tenemos los subdominios: Conocimiento de los temas (KoT); Conocimiento de la Estructura Matemática (KSM); y Conocimiento de la Práctica de las Matemáticas (KPM). Como parte del PCK tenemos: Conocimiento de la Enseñanza de las Matemáticas (KMT); Conocimiento de las Características de Aprendizaje de las Matemáticas (KFLM); y Conocimiento de los Estándares de Aprendizaje Matemático (KMLS). En este trabajo, nos centraremos solamente en tres de estos subdominios, que desarrollaremos a continuación.

Figura 1. Mathematics Teachers Specialized Knowledge



En el primero de ellos, el conocimiento de los temas (KoT), se incluyen los aspectos fenomenológicos, significados, definiciones y ejemplos que caracterizan los aspectos del tema de estudio. Así, en el contexto de los polígonos, la maestra debe conocer amplia y profundamente las propiedades y elementos de los polígonos (que le servirán para poder corroborar la definición y justificaciones dada por los alumnos), reconocer diferentes respuestas erróneas de sus alumnos asociadas a la construcción de la definición de polígono. Respecto al segundo, el conocimiento de la práctica de las matemáticas (KPM) incluye conocimiento de las formas de conocimiento, creación y producción en las matemáticas, el conocimiento de aspectos de la comunicación matemática, razonamiento y pruebas. Así, en el caso de los polígonos, la maestra debe de poseer conocimiento relacionado con la evaluación de la validez de las afirmaciones de los alumnos cuando están explicando y razonando sus respuestas acerca de qué es un polígono. Finalmente, en el conocimiento de la enseñanza de las matemáticas (KMT) se incluye conocimiento de las diferentes estrategias que permitan al docente para desarrollar habilidades matemáticas conceptuales y de procedimiento, el conocimiento del potencial de los recursos, ejemplos y

otros medios de representación para la fabricación de un determinado contenido más comprensible, y el conocimiento de la teoría educativa en relación a las matemáticas. En el caso particular de los polígonos, se considera el conocimiento de la maestra sobre cómo desarrollar actividades específicas para la construcción de la definición de polígono y en este caso concreto, además, basadas en la resolución de problemas.

Además de los aspectos del conocimiento matemático y didáctico del contenido, consideramos también como foco de interés las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática (CEAM). Para el análisis de las CEAM nos basamos en el trabajo de Climent (2005), que aporta un conjunto de indicadores de concepciones que pueden ser asociados a un conjunto de seis dimensiones: metodología; concepción sobre la matemática escolar, sobre el aprendizaje; papel del alumno y del maestro. En este caso, nos centramos en las concepciones acerca del papel del alumno, reflejado en el hecho de que la maestra proporciona a sus estudiantes la posibilidad de tomar conciencia de qué están haciendo, y para qué están haciéndolo, dándoles un papel activo y tiempo de reflexión.

■ Contexto y metodología

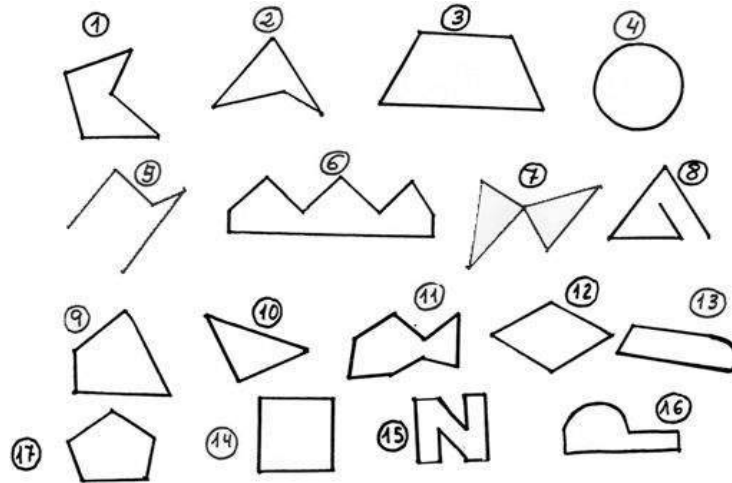
El trabajo que aquí se presenta es parte de un proyecto más amplio que pretende obtener una más completa comprensión del conocimiento profesional de una maestra de Primaria. Aquí nos enfocaremos en un episodio de clase en el contexto de la enseñanza de polígonos. Así, desarrollamos un trabajo en el ámbito de la investigación cualitativa basado en un estudio de caso. En una investigación anterior enfocada en la práctica de la misma maestra (Climent, 2005), esta ha sido caracterizada como tendente a la Resolución de Problemas en cuanto a su forma de concebir la matemática, e investigativa en cuanto a su concepción sobre la enseñanza y aprendizaje. En lo que se refiere al estudio del conocimiento profesional, partimos de la categorización del contenido del mismo a partir del modelo MTSK y, en cuanto al caso de las CEAM, partimos de un instrumento de análisis diseñado previamente por Climent (2005), que contiene categorías que permiten analizar las mismas en torno a las seis dimensiones anteriormente citadas, sobre el tipo de dinámicas que el profesor usa en el aula, los recursos que usa como guía para los alumnos, o las valoraciones personales que se hacen acerca de la matemática escolar, entre muchos otros.

El análisis ha consistido en la selección y segmentación de unidades de información de las videograbaciones de aula, que mantenían una unidad respecto de su significado y/o informaban de aspectos relacionados tanto de descriptores de CEAM como de MTSK. Posteriormente, una vez realizado este análisis por unidades de información, se elabora un informe donde se facilita la determinación de episodios en los que profundizar, pues con esta elaboración se relacionan y concretan aspectos de la interpretación de la información gracias a los dos focos de análisis.

Siguiendo el proceso anterior, nos centraremos en el siguiente episodio: La maestra plantea en clase una serie de figuras (Figura 2), con el objetivo de que los alumnos desarrollen una definición de polígono que sea equivalente a la habitual de "línea poligonal cerrada con una sola componente conexa". Vemos que se introducen los diversos elementos que permiten inducir la aparición de las características de la definición de polígono (cerrada, línea poligonal, formada por una sola componente conexa), a través de ejemplos que no cumplen cada una de las características de la definición, así como variantes en las

figuras que sí son polígonos, pero con diferentes características que los hacen diferir de las representaciones escolares habituales (distinto número de lados, cóncavos y convexos, regulares e irregulares, con lados iguales y desiguales).

Figura 2. Tarea sobre polígonos a trabajar con los alumnos



■ Análisis y resultados

En este apartado se presenta el análisis de la práctica de la maestra enfocando los tres subdominios del MTSK anteriormente citados, las concepciones que revela y la(s) forma(s) en que estos dos aspectos del conocimiento del profesor se imbrican en la práctica e influyen en ella. Pretendemos en esta sección aportar evidencias de las oportunidades que la práctica docente de esta maestra nos brinda para estudiar aspectos de su conocimiento especializado como maestra de matemáticas.

Considerando la tarea propuesta a los alumnos (Figura 2), a continuación se encuentran dos extractos en los que la maestra, después de haber distribuido la tarea por los alumnos, promueve un diálogo clarificando el contenido de la tarea:

M: ...Bueno, os decía que tenemos que distinguir cuáles de ellos son polígonos, pero ya sabéis que no vale decir: “la número tal sí, o la número cuál no”, sino que hay que decir: “la número tal sí porque...” o “no, porque...” Si es o no es, pero además diciendo por qué os parece que sí o por qué os parece que no, ¿de acuerdo?[...]

M: Pasado ese tiempo vamos a trabajar en un grupo pequeñito, como siempre, de tres o de cuatro y entonces vamos a contar unos a otros cuál nos parece que es polígono, cuál nos parece que no y por qué, y si alguien no lo tiene como nosotros lo vamos a intentar convencer. O a lo mejor nos convencen a nosotros de lo contrario.

Estas dos intervenciones de la maestra insisten en la necesidad de que los alumnos justifiquen el por qué de cada una de las figuras ser uno polígono. Está poniendo un especial énfasis en que el alumno analice y explicita las propiedades o elementos que está considerando y que argumente y justifique matemáticamente sus afirmaciones acerca de qué es un polígono. Esto se configura como parte del (KPM) – conocimiento relacionado con la evaluación de la validez de las afirmaciones de los alumnos.

Además, como sustento de este conocimiento de la práctica de las matemáticas, entendemos que la maestra conoce igualmente las propiedades y elementos de los polígonos (que le servirán para poder corroborar la definición y justificaciones dadas por los alumnos), lo que podemos asociar al conocimiento de los temas (KoT).

Esta forma de encarar la práctica, asumiendo la resolución de problemas con el objetivo de que el alumno mantenga una actitud crítica, desarrolle su argumentación y acepte también las críticas justificadas a las ideas propias (la necesidad de los argumentos matemáticos para "*convencer*" o "*que te convenzan*"), se relaciona con sus concepciones sobre la práctica, el papel del profesor y de los alumnos, así como con sus concepciones sobre la matemática escolar (Climent, 2005). Se puede observar que la actividad es utilizada como un medio para desarrollar el conocimiento y las capacidades de los alumnos ligadas a la argumentación matemática y parece que también al propio aprendizaje matemático (e.g., observación de regularidades, comparación de elementos, tratamiento de la actividad).

La concepción sobre el aprendizaje, particularmente su interés en que los alumnos aprendan de un modo significativo y parcialmente autónomo, hace que plantee la actividad de manera que sean los propios alumnos los que exploren, argumenten y justifiquen sus opciones. Esto es reflejo del conocimiento de la maestra sobre cómo desarrollar actividades y, aquí en particular, basadas en la resolución de problemas (KMT). Esta forma particular de presentar y explorar el contenido hace que se potencie la instrucción, dando al alumno un papel donde tome conciencia de qué hace y para qué lo hace.

Respecto a la estructura del trabajo, la profesora pide que cada alumno, individualmente, reflexione sobre las figuras dadas anotando si es o no polígono y pensando por qué lo es o no. Parece conocer que el procedimiento de la comparación es necesario para la identificación de las cualidades de las figuras planas, por ello insiste a los alumnos en que reflexionen sobre las propiedades y elementos, de manera que vemos la oportunidad de explorar, en futuras investigaciones, su conocimiento de las características del aprendizaje matemático (KFLM).

■ Algunos comentarios y potencialidades

La concepción que tiene la maestra sobre la matemática, acorde con una perspectiva de resolución de problemas, y su concepción acerca del papel que tiene el alumno durante el desarrollo de las clases, hace que se ponga de manifiesto su KPM (conocimiento relacionado con la evaluación de la validez de las afirmaciones de los alumnos) como eje central de la actividad, la cual aparece organizada desde una concepción investigativa de la práctica docente (Carrillo y Contreras, 1994).

Somos conscientes del carácter integrado del conocimiento del profesor. En este caso, tanto las concepciones sobre la matemática (escolar), como las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, muestran rasgos ligados a consideraciones didácticas (que impregnan especialmente el PCK), y sobre la naturaleza de la actividad matemática (ligadas al MK) contemplados ambos en MTSK, reforzando así la idea de que las concepciones influyen en ambos dominios del conocimiento del profesor, a la vez que nos ayudan a comprenderlo mejor. Hemos tratado de mostrar relaciones o influencias plausibles entre conocimiento y concepciones a partir de evidencias que la práctica docente de esta maestra provee.

Asimismo, hemos mostrado la utilidad que posee la consideración conjunta de conocimiento y concepciones, ya que la comprensión de estas últimas por parte del investigador permite tener una visión más completa de los fundamentos en que se basa la maestra para gestionar el aula de una forma dinámica e investigativa que le lleva a dotar a los alumnos de un papel mucho más activo. Así, el uso que hace del conocimiento incluido en los tres subdominios analizados, relativos al conocimiento de los temas, la práctica de las matemáticas y la enseñanza de las mismas, refleja estas concepciones como elemento que permea a dicho conocimiento, y nos permite aproximarnos a la intencionalidad de la maestra respecto de la forma en que cree que sus alumnos deben aprender.

Un mejor conocimiento de las dimensiones del conocimiento profesional en la práctica nos lleva a la necesidad de hacer estudios más profundos y amplios enfocándonos en las conexiones e influencias entre concepciones y conocimiento en y para la práctica – de modo que se pueda mejorar la comprensión sobre el contenido del conocimiento del profesor, preparándonos para, en el futuro, preparar tareas que puedan desarrollar ese conocimiento, teniendo en consideración la especificidad del mismo para la labor docente.

Agradecimientos. Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portugal) y se ha llevado a cabo en el marco del proyecto “*Caracterización del conocimiento especializado del profesorado de Matemáticas*” (EDU2013-44047-P), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España.

■ Referencias bibliográficas

- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, **90**, 449-466
- Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes its special? *Journal of Teacher Education*, *59* (5), 389-407.
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L.C. & Muñoz-Catalán, M.C. (2013). Determining Specialized Knowledge for Mathematics Teaching. En B. Ubuz, C. Haser, & M.A. Mariotti (Eds.), *Actas del CERME 8* (pp. 2985-2994). Antalya, Turquía: Middle East Technical University, Ankara.
- Carrillo, J. & Contreras, L.C. (1994). The relationship between the teachers' conceptions of mathematics and of mathematics teaching. A model using categories and descriptors for their analysis. *Actas del PME 18, Vol. 2* (pp.152-159). Lisboa, Portugal

- Climent, N. (2005). *El desarrollo profesional del maestro de Primaria respecto de enseñanza de la matemática. Un estudio de caso*. Tesis doctoral. Michigan: Proquest Michigan University. www.proquest.co.uk.
- Hiebert, J. & Grouws, D. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. En F. Lester (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 371-404). NCTM: InformationAge Publishing.
- Llinares, S. (1994). El profesor de matemáticas. Conocimiento base para la enseñanza y desarrollo profesional. En J. Etayo, J. García, S. Ríos-García, S. Ríos, L. Santaló, A. Chica (Eds). *La enseñanza de las matemáticas en Educación Intermedia*. Madrid: Rialp.
- Nye, B., Konstantopoulos, S. & Hedges, L. V. (2004). How large are teacher effects? *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 26(3), 237-257.
- Ponte, J.P. (1994). Mathematics teachers' professional knowledge. En J.P. Ponte & J.F. Matos (Eds.), *Actas del PME 18 (1)*, (pp.195-210). Lisboa: Universidad de Lisboa.
- Ribeiro, C. M. & Carrillo, J. (2011). Discussing Maria's MKT and beliefs in the task of teaching. In J. Novotná & H. Moraová (Eds.), *Actas del SEMT 11* (pp. 290-297). Praga, República Checa: Charles University, Faculty of Education.
- Rowland, T., Huckstep, P. & Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: the knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 255-281.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.