

## ESTUDIO DEL CONOCIMIENTO DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICA SOBRE EL USO IDÓNEO DE RECURSOS MATERIALES

**José Fernandes da Silva, Ruy Pietropaolo, Vicenç Font Moll**

Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista. (Brasil), Universidad Anhanguera de São Paulo (Brasil), Universitat de Barcelona (España)

jose.fernandes@ifmg.edu.br, rpietropaolo@gmail.com, vicencfont@ono.com

**RESUMEN:** El propósito de esta investigación fue analizar y comprender el conocimiento de futuros profesores de Matemática sobre el uso idóneo de medios materiales en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Godino (2009; 2014), Pino-Fan, Font, y Godino (2014) y Pino-Fan, Godino (2015) proporcionan el marco teórico. El estudio cualitativo fue realizado con cinco futuros profesores de una institución pública. Se realizaron entrevistas semiestructuradas y visitas al Laboratorio de Matemática de la institución formadora. Los resultados señalan que los futuros profesores participaron y reflexionan sobre prácticas de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos que buscaron la construcción y el uso de recursos materiales importantes.

**Palabras clave:** formación de profesores – conocimiento matemático – idoneidad mediacional

**ABSTRACT:** The purpose of this research was to analyze and understand the knowledge of future Mathematics teachers about the suitable use of material aids in the teaching and learning process. Godino (2009, 2014), Pino-Fan, Font, and Godino (2014) and Pino-Fan, Godino (2015) provide the theoretical framework. The qualitative study was carried out with five future teachers of a public institution. Semi-structured interviews were carried out as well as visits to the Mathematics Lab of the training institution. The results indicate that future teachers participated and reflected on teaching and learning practices of mathematical contents that sought the construction and use of important material resources.

**Key words:** teachers' training - mathematical knowledge - teaching aids suitability

## ■ Introducción

A partir de la década del 80' surgieron estudios importantes para la discusión sobre los conocimientos necesarios para el profesor, entre los cuales destacamos como pioneros los estudios de Shulman (1986; 1987). Otras investigaciones se ocuparon de promover avances teóricos con respecto a los conocimientos de los profesores. Los estudios de Ball, Thames y Phelps (2008), sobre el conocimiento matemático para la enseñanza, ampliaron los abordajes hasta entonces propuestos. Otro avance llegó con la perspectiva ampliada del conocimiento didáctico matemático, gestada por Godino (2009; 2014), Pino-Fan, Font, y Godino, (2014) y Pino-Fan, Godino, (2015), en el ámbito del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y de la Instrucción Matemática – EOS.

Buscamos explicitar datos de un estudio realizado con futuros profesores de Matemática, teniendo como objetivo principal investigar el conocimiento de estos futuros profesores de matemática sobre el uso idóneo de recursos materiales en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Como punto de partida, elaboramos la pregunta guía “¿Qué conocimientos poseen los futuros profesores de Matemática sobre el uso idóneo de recursos materiales?”

## ■ Marco teórico

Hasta la década del 80' pocos estudios buscaban investigar la formación de profesores. Shulman (1986) destacó que el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico del contenido y el conocimiento del currículo serían necesarios para que el profesor desarrolle su profesión. En 1987, Shulman, amplió los conocimientos necesarios para el profesor.

Ball, Thames y Phelps (2008), propusieron las siguientes categorías de conocimiento: I) Conocimiento común del contenido - refiriéndose con él a un conocimiento que no es característico solo del profesor, sino común a las profesiones que se valen de los conocimientos matemáticos para desarrollar sus funciones; II) Conocimiento especializado del contenido - pudiendo ser definido como el conocimiento del contenido para la conducción del trabajo docente. Este es el tipo de conocimiento usado únicamente por los profesores; III) Conocimiento del horizonte del contenido – describe cómo los temas matemáticos están relacionados entre sí, sea dentro de la disciplina matemática o no. Para ello, el profesor debe conocer las posibles conexiones y articulaciones de los contenidos matemáticos; IV) Conocimiento de contenido y de alumnos - el profesor debe poseer habilidades para lidiar con el saber de los alumnos y el saber de la Matemática; V) Conocimiento de contenido y de enseñanza – evidencia el diálogo entre el saber matemático y el saber sobre la enseñanza.

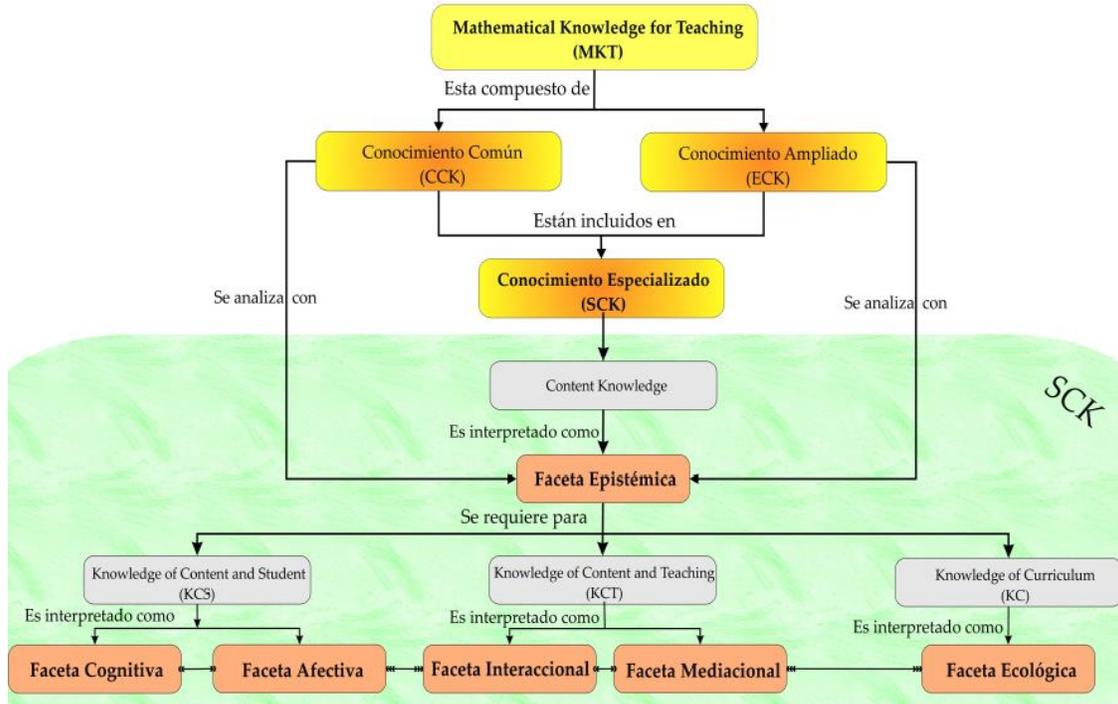
Para Godino (2009), no existe un consenso en la literatura disponible para señalar los conocimientos y las competencias que los profesores movilizan durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemáticos.

Sería útil disponer de modelos que permitan un análisis más detallado de cada uno de los tipos de conocimientos que se ponen en juego en una enseñanza efectiva (proficiente, eficaz, idónea) de la Matemática. Él permitiría orientar el diseño de acciones formativas y la elaboración de instrumentos de evaluación de los conocimientos del profesor. (Godino, 2009, p. 19, traducción nuestra).

Como profundización sobre los conocimientos necesarios para el profesor, Godino (2009) propone un conjunto de facetas que son categorías que organizan y extienden estos conocimientos: I) Epistémica: es el conocimiento didáctico matemático sobre el propio contenido, la forma particular en que el profesor de matemática comprende y conoce la matemática; II) Cognitiva: conocimiento de cómo los alumnos aprenden, raciocinan y entienden la matemática; III) Afectiva: es la faceta que permite a los profesores lidiar con la parte afectiva que está comprendida por elementos relacionados a las actitudes, emociones, creencias y valores de los alumnos; IV) Mediacional: se refiere a los conocimientos del profesor relacionados a la capacidad de articular materiales y tecnologías para la enseñanza. Asimismo, el profesor necesita tener condiciones de delimitar tiempo para las acciones en el ámbito del proceso de enseñar un contenido; V) Internacional: se trata de la capacidad del profesor de comprender, prever, implementar y evaluar las interacciones que ocurren en el proceso de enseñanza y aprendizaje y VI) Ecológica: percibir el currículo como una ventana que establece enlaces con el entorno social, político y económico.

El modelo CDM evolucionó desde que fue propuesto por Godino (2009) pasando por otras investigaciones como Pino-Fan, L., Font, V.; Godino, J. D. (2014). Tales estudios proponen una reestructuración más refinada de los componentes de MKT, propuestos por Ball *et al* (2008) donde dejan claro el vínculo e interacciones entre las proposiciones y las seis facetas del CDM.

La relación establecida entre las proposiciones de Ball *et al*. (2008) y las facetas puede ser observada en la siguiente figura:



**Figura 1.** Relación entre las categorías del conocimiento de MKT y el CDM (Pino-Fan, Godino y Font, 2014)

De este aporte, utilizamos el concepto de faceta mediacional, que amplía el abordaje de conocimiento del contenido y de la enseñanza.

En el contexto del conocimiento ampliado del profesor de matemática la faceta mediacional se refiere a los conocimientos sobre los recursos y medios (materiales y tecnológicos) que pueden potenciar el aprendizaje de la Matemática.

### ■ Metodología

El estudio realizado es de cuño cualitativo, habiendo sido realizadas entrevistas semiestructuradas y visitas a un Laboratorio de Matemáticas – LM para la recolección de datos.

Participaron de la investigación cuatro futuros profesores del curso de Licenciatura en Matemática del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, Brasil. Estos futuros profesores son participantes del Programa de Consolidación de la Licenciatura. Este programa es una política pública de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior – Capes, que tiene como foco el fomento de la innovación y la elevación de

la calidad de los cursos de formación inicial de profesores. Según la Capes, este programa apoya proyectos de instituciones públicas de enseñanza superior.

Llevamos a cabo, en un primer momento, las entrevistas con cuatro futuros profesores (A, B, C y D) de matemáticas. Luego buscamos conocer sus producciones académicas relacionadas con las prácticas desarrolladas, y hemos seleccionado las más significativas.

Buscamos en Godino, Batanero, Rivas y Arteaga (2013) los componentes y los indicadores de idoneidad que estos elaboraron para evaluar programas de formación de profesores en didáctica de la Matemática. De esta forma, adoptamos los criterios en el ámbito faceta mediacional, en especial, el ítem que trata el uso de recursos materiales manipulativos para las prácticas pedagógicas realizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

**Tabla 1. Indicadores de recursos materiales manipulativos**

Componente:	Indicadores:
<i>Recursos materiales</i> (Manipulativos, calculadoras, ordenadores)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se usan materiales manipulativos e informáticos que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos y argumentaciones adaptadas al contenido pretendido</li> <li>• Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones</li> </ul>

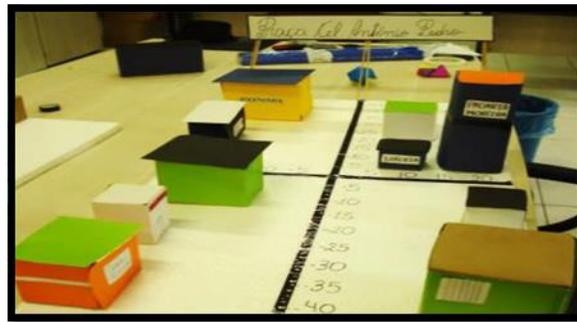
### ■ Resultados y discusiones

Los futuros profesores destacan la importancia del uso del Laboratorio de Matemáticas – LM, dado que usan este espacio para consolidar sus formaciones. Señalan la utilización de los recursos y materiales del LM para enriquecer prácticas de enseñanza y aprendizaje de la Matemática.

“El laboratorio de matemática propicia discusiones y análisis, [...] tanto de enseñanza, como de investigación, [...]. Además de poseer un material didáctico rico, varios libros didácticos que puede consultar, analizando la propuesta de los autores, se encuentran también materiales, y un ambiente, propicio, tecnologías con las que puede realizar sus trabajos, puede llevar a cabo investigaciones, puede estudiar, puede aplicar situaciones de materiales didácticos para alumnos de las escuelas con las que nosotros estamos directamente relacionados. Por ejemplo, usted va a demostrar que la suma de los ángulos internos de un triángulo es igual a  $180^\circ$ , usa un papel colorido para incentivar, usa dobladuras, prepara un taller, y entonces todos los materiales del laboratorio, contribuyen para esa visión, en ese sentido de manipular. Son materiales concretos que así permiten un mejor aprendizaje”. (Futura profesora A).

En esta misma línea, el futuro profesor B, destaca la importancia de conocer recursos y medios que pueden facilitar el proceso de enseñar un determinado contenido matemático, esto es, la variedad de formas de organizar o exponer el contenido en el aula para presentar ideas clave y conceptos a los alumnos. En este contexto, la exposición del futuro profesor B está en consonancia con lo indicado por Ball, Thames y Phelps (2008) cuando afirman que al profesor no le basta solamente el conocimiento del contenido, sino sí, una interrelación entre éste y la pedagogía.

Una de las actividades desarrolladas por la futura profesora A y el futuro profesor B fue la construcción de una maqueta, junto a los alumnos de la educación primaria, en el proceso de enseñanza y aprendizaje del contenido de números enteros.



**Figura 2.** Maqueta construida por los futuros profesores

Otro aspecto de gran importancia fue la producción de materiales didácticos. En el contexto de la formación inicial de profesores de Matemática, posibilitar que los futuros profesores construyan materiales, secuencias y establezcan un planeamiento es fundamental para que se reflejen sobre la enseñanza y el aprendizaje de contenidos matemáticos. En este sentido, Godino (2009) destaca que en el contexto del conocimiento pedagógico del contenido y de la enseñanza se debe considerar la llamada faceta mediacional del proceso de enseñanza y aprendizaje.

El futuro profesor B, también destaca que tener el conocimiento matemático y el conocimiento pedagógico es indispensable para la vida profesional.

“[...] no basta solo saber mucho contenido matemático y no tener la práctica ni didáctica de poder compartir aquello con el estudiante que yo voy a ser un profesor un día. Es importante también saber matemática, pero es importante que usted sepa la didáctica y saber lo que puedo hacer para que el alumno pueda tener una adquisición matemática que pueda utilizar en el día a día”. (Futuro profesor B)

Dos futuras profesoras entrevistadas fueron tutoras de un alumno ciego que realiza, junto con ellas, el Curso de Licenciatura en Matemática. En este contexto, estas dos futuras profesoras dieron foco a sus trabajos realizados en el campo de la inclusión, en especial, destacando sus actuaciones en la creación y adaptación de materiales en diferentes contenidos, tanto en el campo de la educación básica, como en la enseñanza superior.

Entendemos que las experiencias de estas dos futuras profesoras contribuyen, significativamente, para comprender el desarrollo del conocimiento de contenido y de la enseñanza, en especial, y sus avances de acuerdo con el CDM en lo que concierne a la faceta mediacional que se ocupa de los recursos materiales, manipulativos, tecnológicos para el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos.

En las palabras de la futura profesora C:

“[...] aprovechamos los materiales que allí poseen (en el LM) para algunas materias que él (el cursante de licenciatura no vidente) precisa manipular como, por ejemplo, el multiplan y figuras espaciales que son materiales del laboratorio”. (Futura profesora C)

A continuación una imagen que representa el trabajo de la futura profesora con el alumno no vidente, utilizando el multiplan, en una actividad relacionada al contenido de cónicas:



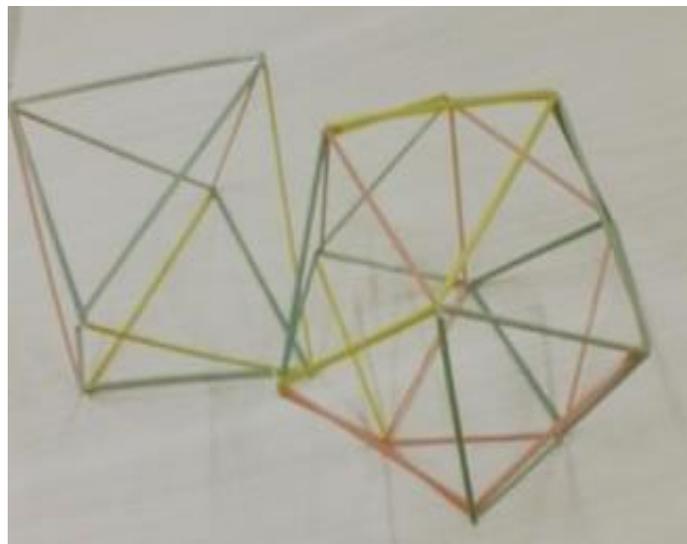
**Figura 3.** Actividad con el multiplan

Además de la adaptación de materiales didácticos para alumnos no videntes, las futuras profesoras destacan la importancia de estas experiencias para el ejercicio de la docencia en la educación básica. Los recursos creados por ellas se transforman en tecnologías para la enseñanza de contenidos matemáticos diversos. En el siguiente trecho la futura profesora D resalta la importancia de la actuación en la inclusión, en la construcción de materiales didácticos para este contexto:

“[...] trabajamos en la investigación y confección de materiales manipulativos adaptados para alumnos con deficiencia visual en el sistema regular de enseñanza. [...] después de adaptado, esos materiales quedan

en el Laboratorio de Matemática, enriqueciendo aún más ese espacio importantísimo para la formación de profesores”. (Futura profesora D)

Como ejemplo de materiales creados y depositados en el LM, las estructuras geométricas de los poliedros se destacan por la importancia que poseen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría, pues posibilitan la visualización de elementos que no son, fácilmente, comprendidos cuando dibujados en una hoja de papel. Las estructuras geométricas son hechas con sorbetes de plástico y piolín. A continuación presentamos la estructura del octaedro y del icosaedro construidos por las futuras profesoras C y D:



**Figura 4.** Representaciones de los Poliedros

La futura profesora D destaca la importancia de la utilización de materiales lúdicos para su práctica pedagógica. Para ella, el uso de los materiales manipulativos contribuye para la consolidación de conceptos matemáticos.

Los instrumentos y medios utilizados por los futuros profesores son parte de los elementos tecnológicos movilizados para el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos. En este sentido, las definiciones y propiedades deben ser contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones que posibiliten al estudiante, vidente o no, desarrollar niveles de abstracción y razonamiento lógico.

### ■ Consideraciones finales

El propósito de esta investigación fue analizar, comprender e investigar el conocimiento sobre el uso idóneo de medios materiales que emerge de la práctica profesional de los futuros profesores de matemática.

El análisis de los datos revela, asimismo, que los futuros profesores demuestran una preocupación importante por buscar recursos manipulativos para enseñar contenidos en las aulas.

Sin embargo, señalan que no todas las materias del Curso de Licenciatura en Matemática, les posibilitan experiencias y vivencias en el campo de la construcción y del uso de recursos materiales para enseñar Matemática.

Los resultados obtenidos señalan que los futuros profesores, además de haber vivenciado experiencias en el desarrollo y uso de recursos materiales para el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos, estos, reflexionan sobre tales prácticas.

Otras investigaciones podrán contribuir para caracterizar a qué punto los programas de formación de profesores han avanzado en lo que concierne al desarrollo de las diferentes facetas del conocimiento didáctico matemático de los futuros profesores.

### ■ Referencias bibliográficas

- Ball, D. L., Thames, M. H., Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59, 389-407.
- Godino, J. D., Batanero, C., Rivas, H. y Arteaga, P. (2013). Componentes e indicadores de idoneidad de programas de formación de profesores en didáctica de las matemáticas. *REVEMAT*, 8 (1), 46-74.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31.
- Pino-Fan, L., Font, V.; Godino, J. D. (2014). El conocimiento didáctico-matemático de los profesores: pautas y criterios para su evaluación y desarrollo. En C. Dolores, M. García, J. Hernández, y L. Sosa (Eds.), *Matemática Educativa: La formación de profesores* (pp. 137 – 151). México, D. F.: Ediciones D. D. S. y Universidad Autónoma de Guerrero.
- Pino-Fan, L.; Godino, J. D. (2015). Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *PARADIGMA*, 36(1), 87-109.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, n. 15, p. 4-14.