

## COMPETENCIAS MATEMÁTICAS Y PEDAGÓGICAS EN LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE DOCENTES PARA LA ENSEÑANZA MEDIA

Edison De Faria Campos  
Universidad de Costa Rica  
edison.defaria@ucr.ac.cr

Costa Rica

**Resumen:** Esta conferencia analiza la importancia de competencias matemáticas y pedagógicas en los programas de formación docente para los futuros profesores de matemática para la enseñanza media. También se describe algunas competencias encontradas en programas de universidades públicas costarricenses para la formación de docentes de matemática para la enseñanza media.

**Palabras clave:** Competencias, currículo, formación docente.

**Abstract:** This lecture discusses the importance of the mathematics and pedagogical competences in teacher training programs for prospective teachers of mathematics for high school. It also describes some competences found in Costa Rican public university programs to train mathematics teachers for high school.

**Key words:** Competences, curriculum, teacher formation.

### Introducción

El planteamiento del currículo basado en competencias puede ser una oportunidad para repensar el sentido educativo de la enseñanza como periodo que tiene como función principal la preparación de los jóvenes para la vida y para el aprendizaje a lo largo de toda la vida; para repensar el rol del docente como educador, en coherencia con el sentido educativo de enseñanza obligatoria; para plantear un modelo de escuela más abierto a la comunidad educativa y a la sociedad; para plantear un sistema de evaluación más participativo; para hacer un planteamiento de aprendizaje más abierto a la interacción y al contexto. La historia ha dado testimonio de grandes cambios curriculares en matemáticas, motivados por distintos planteamientos: la introducción de matemáticas modernas; las evaluaciones y estudios internacionales en 1980; los estudios y evaluaciones de PISA, OCDE en 1997 y el estudio DeSeCo de la OCDE acerca de las competencias en 1999.

Particularmente estos últimos cambios se orientan hacia un modelo curricular centrado en el estudiante que enfatizan las salidas, en contraposición al modelo centrado en el docente que enfatizan las entradas, pues en aquél se requiere que los conocimientos y habilidades más importantes que el estudiante debe de adquirir durante el proceso de aprendizaje sean los que determinen los contenidos del programa de estudios. Además, los resultados del aprendizaje y las competencias están centrados en los requerimientos de la disciplina y las necesidades sociales en términos de preparación para el trabajo y la ciudadanía. Se sugiere que en los programas de estudio basados en ciclos, cada ciclo debería contar con su propio grupo de

resultados de aprendizaje, formulados en términos de competencias y orientados a un perfil de salida para el ciclo, un Currículo abierto a cambios permanentes, de carácter inter, multi y transdisciplinarios, que resalte ciertos principios como la ética profesional, el trabajo colaborativo, la capacidad de aprender y actualizarse, la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica y la capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, entre otros (González J., Wagenaar R. y Beneitone P., 2004).

Shulman (1987, pp 10-11) señala los conocimientos mínimos que debe poseer un educador:

- ❖ *Conocimiento del contenido;*
- ❖ *Conocimiento didáctico general*, teniendo en cuenta especialmente aquellos principios y estrategias generales de manejo y organización de la clase que trascienden el ámbito de la asignatura;
- ❖ *Conocimiento del currículo*, con un especial dominio de los materiales y los programas que sirven como “herramientas para el oficio” del docente;
- ❖ *Conocimiento didáctico del contenido*: esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional;
- ❖ *Conocimiento de los alumnos* y de sus características;
- ❖ *Conocimiento de los contextos educativos*, que abarcan desde el funcionamiento del grupo o de la clase, la gestión y financiación de los distritos escolares, hasta el carácter de las comunidades y culturas; y
- ❖ *Conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos, y de sus fundamentos filosóficos e históricos.*

Además señala que entre estas categorías, el conocimiento didáctico del contenido adquiere particular interés porque identifica los cuerpos de conocimientos distintivos para la enseñanza, representa la mezcla entre materia y didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses y capacidades de los alumnos, y se exponen para su enseñanza Shulman apuntó algunas de las principales categorías que vamos a considerar aquí, pero dirigidas hacia las matemáticas.

El nuevo contexto apunta a una disciplina que parte de los conceptos y métodos matemáticos, realiza una conversión de los mismos en objetos educativos para la enseñanza y aprendizaje (transposición didáctica), y coloca sus objetivos colectivos en aprendizajes dentro de entornos

sociales. Invoca matemáticas teóricas (que proporcionan objetos y métodos específicos), matemáticas para la enseñanza (matemáticas que han tenido un proceso de transposición didáctica), conocimientos de historia, filosofía, antropología y otras ciencias sobre las matemáticas, didáctica o pedagogía específica (asociada a las matemáticas), conocimiento de los aprendizajes matemáticos (cognitivo, social), y conocimiento de los procesos educativo generales (pedagogía, sociología). Existen otros conocimientos que se deben incorporar en la formación de un educador matemático que apelan a su formación integral, como las bellas artes, las humanidades y el uso de las tecnologías de la comunicación e información. Podemos integrar estos conocimientos en un modelo formado por esos elementos cognoscitivos de la siguiente manera:

Tabla 1: Estructura de conocimientos en la formación inicial del educador matemático

Elaborado por Ruíz en Ruíz, A.; Barrantes, H. y Gamboa, R. (2009).

Categoría	Subcategorías	Descripción
Conocimiento general		Aquel que no refiere a los procesos educativos pero que es relevante en la formación integral del educador y de todo profesional: estudios que sostienen una perspectiva humanista en la formación, conocimientos instrumentales (lenguajes y paquetes informáticos, etc.), otras lenguas.
Conocimiento matemático y meta-matemático	Conocimiento matemático	Las matemáticas que el educador necesita, una forma de matemática aplicada (subconjunto de las matemáticas, aunque no un subconjunto de las matemáticas para el matemático, del ingeniero, u otros): representaciones de conceptos y soluciones múltiples, útiles para construir situaciones problemas, generadoras de pensamiento matemático, interrelaciones teóricas dentro de las matemáticas, representación por medio de modelos y aplicaciones, etc.
	Conocimiento metamatemático	Los conocimientos sobre las matemáticas desde diferentes enfoques disciplinarios: historia, filosofía, estudios sociales de las matemáticas. No es toda la metamatemática sino aquella de interés para el educador (subconjunto de las metamatemáticas).
Conocimiento educativo general	Conocimiento pedagógico general	Refiere a los diferentes aspectos que participan directamente en la enseñanza y aprendizaje: currículo, evaluación, didáctica, psicología del aprendizaje y la enseñanza, cognición, sociología educativa.
	Conocimiento educativo general no pedagógico.	Intervienen en la educación pero no necesariamente para la acción pedagógica directa: normativas institucionales, sociología y antropología de grupos, etc.
Conocimiento pedagógico de las matemáticas y las metamatemáticas	Conocimiento pedagógico matemático	Refiere a las representaciones múltiples y mediaciones pedagógicas específicas de los contenidos matemáticos. En dos dimensiones generales: relativas a los estudiantes; relativas a la enseñanza.

	Conocimiento pedagógico metamatemático	Dimensiones pedagógicas de las metamatemáticas: conceptos y métodos cómo intervienen o se pueden usar historia, epistemología, antropología, etc. en el aula.
--	--	---

El conocimiento pedagógico matemático (y metamatemático) se refiere a conocimiento pedagógico de los diferentes tópicos de las matemáticas que se deben enseñar. Es decir, el conocimiento de las técnicas, principios, organización de situaciones y recursos en general para enseñar en el aula aquellas partes de las matemáticas que posee el currículo escolar. Incluye: orígenes cognoscitivos e históricos en las matemáticas, significado y perspectiva matemática de los conceptos o métodos a enseñar, estudio de los procedimientos de enseñanza posibles y una jerarquización de los mismos en función del aprendizaje, organización de la clase para el objetivo específico, estudio de dificultades u obstáculos didácticos. Se debe ver como una integración interactiva entre matemática y pedagogía orientada con precisión hacia el nivel educativo y a los contenidos matemáticos que se deben enseñar. Podemos incluir algunas subcategorías bajo el conocimiento pedagógico del contenido: Teorías del aprendizaje matemático; cognición y matemáticas; creencias en matemáticas; currículo matemático; didácticas y gestión de las matemáticas; evaluación matemática; investigación en Educación Matemática.

Para el conocimiento matemático (y metamatemático) Ruiz, Barrantes y Gamboa (2009) distinguen entre los conocimientos matemáticos (contenidos y métodos de las matemáticas) y los *conocimientos* meta-matemáticos (conocimientos filosóficos, históricos, sociológicos sobre las matemáticas, es decir contenidos de y sobre la disciplina). Sugieren las siguientes subcategorías: Conceptos y procedimientos; métodos de construcción, validación y comunicación; estructuras cognoscitivas; aplicaciones; historia, filosofía y estudios sociales de las matemáticas.

Según Brown y Borko (1992, p. 220), el dominio cuantitativo y cualitativo de conocimientos matemáticos ha demostrado ofrecer, entre otras cosas, mayores opciones para la enseñanza en el aula, así como mayor seguridad y confianza del docente en su labor. Por otro lado, Bass (2005) llegó a afirmar que la educación matemática no es matemática:

Es un dominio de trabajo profesional que hace un uso fundamental altamente especializada de formas de conocimiento matemático y en ese sentido puede ser, sugiero, útilmente vista como una especie de matemática aplicada. Voy a argumentar que, como sucede en otros dominios de las “matemáticas aplicadas”, la primera tarea del matemático que quiere contribuir en esta área es entender sensiblemente el dominio de aplicación, la naturaleza de sus problemas

matemáticos, y las formas de conocimiento matemático que son útiles y usables en este dominio (p. 416).

Inferimos de lo anterior que el educador matemático requiere una forma particular de matemática que exige ser a su vez enseñada de forma específica. Para Bass (2005): “El conocimiento necesario para la enseñanza debe ser usable para la resolución de problemas especializadas y el razonamiento que los maestros tienen que hacer”.

En el caso de la primaria, Heather Hill, Deborah Ball y Hyman Bass han desarrollado un proyecto que sigue esa perspectiva (Learning Mathematics for Teaching Project). Ellos han propuesto un modelo con 4 categorías:

(1) *Conocimiento matemático común* (que se espera sea conocido por cualquier adulto educado), (2) *Conocimiento matemático especializado* (estrictamente conocimiento matemático que es particular para el trabajo de enseñanza, aunque no requerido o conocido en otras profesiones que usan intensamente las matemáticas (incluyendo la investigación matemática), (3) *Conocimiento de matemáticas y estudiantes* y (4) *Conocimiento de matemáticas y enseñanza* (citado en Bass, 2005, p. 429).

El conocimiento matemático especializado no es un “subconjunto” de lo que otros profesionales, incluso matemáticos, deben saber. El conocimiento matemático aplicado a la educación supone contenidos matemáticos propios pero ligados a objetivos en la acción educativa.

La escogencia de los contenidos a enseñar es una forma de aplicación matemática en la educación, y una vez que se convierten esos contenidos en objetos de enseñanza, mediante la transposición didáctica, se invoca conocimientos pedagógicos de los mismos. En la transposición didáctica, el saber a enseñar y el saber enseñado toman como punto de partida el saber de referencia, es decir, que las matemáticas determinan plenamente los objetos de enseñanza de la matemática. Esta visión es concordante con las ideas de Brousseau, que colocan la “didáctica de las matemáticas” dentro de la práctica matemática. La teoría de la transposición didáctica subraya los contenidos en la enseñanza y aprendizaje y no precisamente los procesos de la enseñanza aprendizaje que se encuentran al margen de los contenidos; se subraya la disciplina como fuente de una pedagogía específica (Ruiz, 2003). La estructura de momentos que establece la transposición son válidos de manera general, no obstante la clave en todo es cuáles son las matemáticas y sus procesos pedagógicos asociados. Todo apunta a la construcción de currículos con una fuerte participación de pedagogías específicas de las

matemáticas, donde las competencias profesionales claramente establecidas pueden ser útiles. Esto supone cursos específicos de pedagogía matemática, y a la vez propósitos pedagógicos matemáticos específicos en todo el currículo.

### **Competencias matemáticas en el currículo de formación de docentes**

En el proyecto de investigación “El currículo nacional en la formación de docentes para la enseñanza de la matemática: fundamentos y propuesta”, estamos analizando los programas de estudio en universidades públicas formadoras de profesores para la enseñanza media, en cuanto a competencias matemáticas, didácticas y genéricas, para generar una propuesta curricular pertinente que contemple las reformas mencionadas anteriormente.

La incorporación de competencias en el currículo demanda la descripción de los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para llevar a cabo las acciones que demuestren las competencias, así como el diseño de los procesos de aprendizaje necesarios para la adquisición de tales competencias.

En el proyecto asumimos la definición de competencias dada por Mogens Niss, director del proyecto KOM (Competencies and the Learning of Mathematics). Para él una competencia matemática “es la habilidad de entender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de situaciones y contextos internos y externos a las matemáticas en los cuales ellas juegan o podrían jugar un papel” (Niss, 2002).

Niss (2002, 2003a, 2003b) plantea 8 competencias matemáticas organizadas en dos grupos:

1. Competencias para preguntar y responder acerca de, dentro y por medio de las Matemáticas: Pensar matemáticamente; plantear y solucionar problemas matemáticos; modelar matemáticamente; razonar matemáticamente.
2. Competencias de comprensión y uso del lenguaje y los instrumentos matemáticos: Representar entidades matemáticas; manipular símbolos matemáticos y formalismos; comunicar dentro de, con, y sobre las Matemáticas; hacer uso de los soportes y de las herramientas (incluyendo TICs).

Este enfoque ha tenido una influencia muy grande en el proyecto PISA de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), en particular en la prueba que se realizó en el año 2003, lo que se explica en parte por la presencia del mismo Niss en el equipo que la confeccionó. Es un punto de partida importante para orientar los currículos de la Educación Matemática con base en competencias.

Basados en las ocho competencias anteriores, procedimos a analizar los programas de estudio de formación de docentes de educación matemática, en las universidades públicas costarricenses: los cursos de matemática y los cursos de pedagogía. Adicionalmente entrevistamos a una muestra de profesores formadores en las universidades mencionadas para cuáles de las competencias planteadas por Niss estaban presentes en el currículum. Nuestros primeros hallazgos son:

- ❖ Las competencias propuestas en los programas de estudio de las cuatro universidades estatales que forman docentes en educación matemática no son específicas. Objetivos como generar criticidad, compromiso social, humanismo, aunque correctos, son muy generales.
- ❖ Se proponen objetivos y competencias que son de la educación general, a las cuales se les acompaña de referencias a las matemáticas, o sea, son propósitos generales aplicados a las matemáticas. Por lo tanto hay poca especificidad hacia la educación matemática como disciplina y profesión.
- ❖ Cuando se mencionan las matemáticas, no se incluyen competencias matemáticas específicas.
- ❖ Los programas de estudio no están basados en competencias, sino en objetivos. Pero, por iniciativa personal, algunos profesores decidieron incluir en sus cursos algunas de las competencias propuestas por Niss. En realidad son pocos los docentes que optaron por esta nueva visión que no ha sido institucionalizada.

Nos falta analizar las entrevistas mencionadas anteriormente para hacer una triangulación con la información obtenida en los programas de estudio.

### Referencias bibliográficas

- González J.; Wagenaar R. y Beneitone P., eds. (2004). *Tuning America Latina: un proyecto de las universidades*. Revista Iberoamericana de Educación, Número 35.
- Bass, H. (2005). Mathematics, mathematicians, and Mathematics education, *Bulletin* (New Series) of the *American Mathematical Society*. Volume 42, Number 4, Pages 417–430, S 0273-0979(05)01072-4. Artículo publicado electrónicamente el 23 de junio del 2005
- Brown, C. A., y Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. En D. A. Grouws, *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Clarke, D; Emanuelsson, J.; Jablonka, E. & Mok, I. A. C. (2006) (Eds.). *Making Connections. Comparing Mathematics Classrooms Around The World*. The Netherlands: Sense Publishers.

- Niss, M. (2002). *Mathematical competences and the learning of mathematics: the Danish KOM Project*. IMFUFA, Roskilde University, Dinamarca. Recuperado el 20 de junio de 2010 de [http://www7.nationalacademies.org/mseb/Mathematical\\_Competerencies\\_and\\_the\\_Learning\\_of\\_Mathematics.pdf](http://www7.nationalacademies.org/mseb/Mathematical_Competerencies_and_the_Learning_of_Mathematics.pdf)
- Niss, M. (2003a). *Quantitative Literacy and Mathematical Competencies*. Recuperado el 20 de junio de 2010 de [http://www.maa.org/q1/pgs215\\_220.pdf](http://www.maa.org/q1/pgs215_220.pdf)
- Niss, M. (2003b). The need for reform: Perspectives on the result of education students' competence in mathematics. En Carter, J. Eriksen K., Horst S., Troelsen R. (Eds.), *If reform of science education is the answer-what were the questions?* Copenhagen, Dinamarca: Centre for Science Education, University of Copenhagen.
- Ruiz, A.; Barrantes, H. & Gamboa, R. (2009). *Encrucijada en la Enseñanza de las Matemáticas: la formación de educadores*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Ruiz, A.; Chavarría, J. & Alpízar, M. (2003). Epistemología y construcción de una nueva disciplina científica: la *Didactique des Mathématiques*. Revista *UNICIENCIA*, Vol. 20 Número 2, 2003, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review* (1), 163-196). La versión que usamos es una traducción española en *Profesorado. Revista de currículo y formación del profesorado*, 9, 2 (2005).