

Formación de educadores matemáticos basada en competencias desde una perspectiva de la didáctica de las matemáticas

Evelio Bedoya M., *Ph.D.*

Grupo FIDMA¹¹
evebedoya@hotmail.com

Introducción

Las competencias se han convertido en referentes y orientación para la innovación, desarrollo, gestión y evaluación de la calidad del currículo y de la enseñanza de las matemáticas en todos los niveles educativos en nuestro país. Esto se pone de manifiesto tanto en los proyectos educativos institucionales en los cuales es frecuente encontrar el término competencias, así como en las convocatorias oficiales, foros y planes nacionales, regionales e institucionales de reforma e innovación curricular.

En particular, las ideas sobre competencias del profesor se han venido considerando en el contexto internacional desde la década de los años sesenta (“educación basada en competencias”) a raíz de los problemas crecientes de bajo rendimiento de los sistemas educativos en países norteamericanos y europeos. Y más recientemente, ha tomado gran relevancia en el contexto europeo (informe Tuning, proyecto PISA) y nacional (2006: Año de las Competencias Matemáticas; Foro de Educación Superior en Competencias Matemáticas, 2006).

En esta ponencia se presentará y reflexionará sobre una propuesta de formación de educadores matemáticos basada en competencias que el autor ha venido desarrollando en los dos últimos años en el marco de las actividades del grupo FIDMA y como una de las actividades centrales del proyecto de formación, innovación, evaluación e investigación: “Formación matemática, didáctica y tecnológica en la transición educación media – universitaria en el contexto de la UTB”.

Cuando nos referimos a formación basada en competencias desde una perspectiva de la Didáctica de las Matemáticas nos estamos refiriendo a dos ámbitos de formación, que para nosotros son inseparables y complementarios: la formación de los estudiantes, la cual se intenta desarrollar o alcanzar a través de los distintos cursos que estos asisten en su proceso educativo; y la formación de los profesores y educadores matemáticos.

En términos generales, esta formación se propone en relación o alrededor de tres tipos de conocimientos centrales y fundamentales y saberes relacionados con: (i) el conocimiento matemático escolar (CME); (ii) el conocimiento didáctico (CD) o de la Didáctica de las Matemáticas (DM) y, (iii) el

¹¹ **FIDMA**: Grupo de profesores de la Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB) dedicados a actividades de Formación, Investigación, Innovación y Docencia en Matemáticas y Didáctica de las Matemáticas.

conocimiento de recursos y tecnologías (CRT); y consulta los desarrollos que sobre el tema se han realizado en la Didáctica de las Matemáticas en los mencionados contextos nacionales e internacionales.

Tres tipos de competencias necesarias del educador matemático de hoy

De acuerdo con Niss (2003, citado por Gómez, 2005, p. 277) un “buen profesor de matemáticas es aquel que puede inducir y promover el desarrollo de competencias matemáticas en sus estudiantes. Esto implica que el profesor mismo debe poseer esas competencias matemáticas”.

Por su parte, Rico (2004, también citado por Gómez, 2005, p. 278) propone que durante el proceso de formación inicial y permanente de los profesores de matemáticas de secundaria y de los primeros cursos universitarios, se deben intentar desarrollar los siguientes tipos de competencias generales:

(i) dominio de los contenidos matemáticos escolares como objetos de enseñanza y aprendizaje;

(ii) dominio de la planificación y gestión de estos contenidos para el diseño y organización curricular y la enseñanza-aprendizaje; y

(iii) competencia para la interpretación, el análisis y la evaluación de los conocimientos matemáticos de los alumnos, puestos de manifiesto en sus producciones y actividades escolares e incluso extraescolares.

Teniendo en cuenta estas y otras referencias internacionales (Niss, 2003; Llinares, 2004; Gómez, 2005, 2006; Rico, 2005, 2006)) y nacionales sobre formación y competencias de profesores de matemáticas desde perspectivas de la Didáctica de las Matemáticas, y en el marco de las actividades de formación, innovación e investigación del grupo FIDMA, hemos diseñado y desarrollado una propuesta de formación de educadores matemáticos basada en competencias, la cual, tal y como se dijo anteriormente, considera y se centra en tres tipos de conocimientos y saberes que a la luz de la revisión del estado de arte, y de nuestra propia experiencia y reflexiones consideramos como necesarios y fundamentales en la formación y competencias profesionales de un educador matemático de estos últimos y próximos años. Estos tres tipos de conocimientos y saberes (competencias) son de carácter conceptual, procedimental y actitudinal y en términos generales son los siguientes:

(i) Conocimiento matemático escolar (CME), referido no sólo al conocimiento matemático convencional sino también a los aspectos complementarios (tales como los referidos a los sistemas de representación, visualización, la modelización, estructura conceptual, fenomenología e historia) que desde una perspectiva y prospectiva didáctico-cognitiva se han desarrollado en las últimas décadas en la disciplina Didáctica de las Matemáticas.

(ii) Conocimiento didáctico (CD) o de la Didáctica de las Matemáticas (DM); entendido como el sistema de conocimientos, habilidades y competencias profesionales fundamentales sobre los contenidos matemáticos, curriculares y didáctico-cognitivos y pedagógicos que el sistema curricular y sus agentes tienen o deben tener para realizar con ciertos niveles básicos de eficiencia y calidad la labor profesional que corresponde; y

(iii) Conocimiento de recursos y tecnologías (CRT), concebidos como medios e instrumentos necesarios, significativos y eficaces para alcanzar los objetivos formativos e instruccionales propuestos en los distintos niveles de concreción del diseño curricular.

Ahora bien, estos tres tipos de conocimientos y saberes se construyen y articulan estructuralmente a través del análisis didáctico (AD); de tal forma que bajo la condición de necesidad, se puede considerar que un educador matemático tiene la formación y competencias necesarias para realizar profesionalmente su trabajo si tiene y utiliza los conocimientos y saberes que le permitan realizar de manera adecuada o eficiente los diferentes y complementarios tipos de análisis didáctico, tales como: análisis de contenido, análisis cognitivo y análisis instruccional, entre otros (Rico, Castro y Coriat, 1996; Bedoya, 2002; Gómez, 2005; Rico, 1996, 1997, 2004, 2006).

Con carácter un poco más general, el análisis didáctico (AD) se considera como la “descripción de la forma ‘ideal’ de realizar actividades de diseño curricular y didáctico” por parte de los profesores, de maneras autónoma, reflexiva, innovadora, efectiva y con coherencia longitudinal, desde los puntos de vista matemático y tecnológico. Permite trascender de los diseños y enfoques tradicionales, centrados en una secuenciación lineal de los contenidos, a diseños sistémicos (por ejemplo en espiral) que tienen en cuenta la complejidad estructural y las distintas dimensiones (de carácter actitudinal, procedimental y conceptual) de los contenidos matemáticos escolares.

A partir de las experiencias y reflexiones que hemos mencionado del Grupo FIDMA, basándonos en conocimientos y el análisis didácticos, se ha intentado caracterizar y definir aproximadamente las nociones de formación y competencias lógico-matemáticas, didácticas y tecnológicas que necesariamente debe tener un profesor de matemáticas de educación media y primer año de universidad. A continuación nos limitamos a presentar un avance de estos resultados, solamente en lo que concierne a nuestra concepción y reflexiones sobre competencia lógico-matemática, tanto en relación con la formación de los estudiantes, como con la de los profesores de matemáticas. Durante el evento de ASOCOLME en la Universidad del Valle, Cali (Octavo Encuentro Colombiano de Matemática Educativa) ampliaremos estas nociones a los otros dos aspectos referidos al conocimiento matemático escolar (CME) y el conocimiento de los recursos y tecnologías (CRT).

Reflexiones generales y fundamentales sobre las competencias matemáticas

¿A qué nos referimos cuando hablamos de competencias lógico-matemáticas y más específicamente sobre formación basada en competencias lógico-matemáticas desde una perspectiva de la Didáctica de las Matemáticas?

Para empezar, es necesario considerar el carácter multicontextualizado del término, lo cual lo hace abstracto, polisémico, complejo y relativo. Por eso no se puede concebir ni definir de manera unívoca. Por esta razón proponemos considerarlo y conceptualizarlo desde su diversidad y complejidad relativa a la pluralidad de contextos. Y, a la vez, implementarlo y metodologizarlo, mediante procesos teórico-prácticos e inductivo-deductivos.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que las competencias lógico-matemáticas no son observables de manera directa. Se ponen de manifiesto en las actuaciones y producciones de las personas. Esto justifica su concepción y aproximación de acuerdo con la propuesta anterior a través de la observación, análisis y evaluación.

Más aun, las competencias son procesos y relaciones optimizables, funcionales y complejas de las personas (con sus capacidades cognitivas y sus habilidades), tanto individual como grupalmente, en relación con las situaciones, los problemas y las actividades a abordar, y los recursos (humanos, materiales, tecnológicos) necesarios y pertinentes para tales propósitos.

En últimas, las competencias son consecuencias de las aptitudes, conocimientos (sobre y en acción), actitudes, habilidades y saberes, todos los cuales a su vez dependen de los sistemas de valores sociales e individuales.

No obstante, siguen vigentes y abiertas preguntas como: ¿Qué son entonces las competencias lógico-matemáticas? ¿Qué significa que una persona sea competente en algo o para hacer algo? ¿Las competencias se enseñan, se forman, se construyen, se desarrollan? ¿Qué y como es un currículo y una enseñanza basada en competencias?

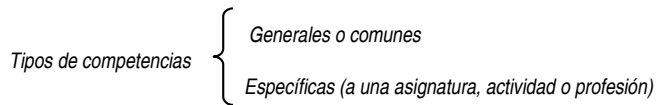
Teniendo en cuenta las reflexiones anteriores, la revisión de fuentes documentales y nuestra propia experiencia proponemos que el análisis o estudio, así como el diseño y desarrollo de propuestas teóricas y prácticas (de investigación e innovación educativa y curricular) consideren o tengan en cuenta adicionalmente las siguientes perspectivas conceptuales y metodológicas:

- (i) Didáctica de las Matemáticas (conocimiento y análisis didáctico).
- (ii) Socio-constructivismo;
- (iii) Pensamiento complejo¹²
- (iv) Formación (análisis de casos), Innovación, Investigación (I-A) y Evaluación.

Estructura teórica y aproximación a una definición de las competencias matemáticas

Teniendo en cuenta las reflexiones anteriores, asumimos los siguientes esquemas teóricos generales sobre las COMPETENCIAS:

¹² De acuerdo con los principios del pensamiento complejo, “se plantea la heterogeneidad, la interacción, el azar. Todo objeto del conocimiento, cualquiera que él sea, no se puede estudiar en sí mismo, sino en relación con su entorno; precisamente por esto, toda realidad se debe concebir como sistema complejo, por estar en relación con su entorno ... Un sujeto tiene tres características: su autonomía, su individualidad y su capacidad de procesar información. ... El hombre es el sujeto de mayor complejidad” (E. Morin).



Estructura general (tipos de componentes y relaciones):



Aproximación a una definición de competencias lógico-matemáticas

Basándonos en el hecho de que las matemáticas escolares son principalmente procesos de pensamiento y razonamiento que implican la construcción, adquisición, comprensión y utilización (aplicación) de una serie conocimientos (por lo general abstractos) relacionados y fundamentados lógicamente. Estos procesos y conocimientos surgen de la necesidad de abordar y resolver situaciones problemas de la vida cotidiana, escolar, la ciencia y la tecnología. Situaciones problemas que van desde, cómo hacer el balance de unas cuentas domésticas, o cómo modelizar determinadas situaciones o procesos naturales o sociales, hasta cómo analizar, estudiar e investigar hechos o fenómenos de carácter escolar, científico y tecnológico mucho más complejos, adoptamos de forma aproximada (aproximaciones constructivas) las siguientes definiciones de competencias lógico-matemáticas:

- “Formación por competencias consiste en el desarrollo continuo y articulado de competencias a lo largo de toda la vida y en todos los niveles de formación.” (Vasco)

- Las competencias son el “conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, meta cognitivas, socio afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos nuevos y retadores.” (Vasco).

- “Competencia es la capacidad de actuación eficaz frente a un conjunto de situaciones, que una persona logra dominar porque dispone de los conocimientos necesarios y la capacidad de movilizarlos en el momento oportuno frente a una situación de resolución de problemas.” (Perrenoud)

- “Las competencias tienden a transmitir el significado de lo que la persona es capaz de o es competente para ejecutar, el grado de preparación, suficiencia y responsabilidad para ciertas tareas ... las competencias y las destrezas se entienden como conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico, la capacidad de conocer y comprender), saber como actuar (la aplicación práctica y

operativa del conocimiento a ciertas situaciones), y saber como ser (los valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto social. Las competencias representan una combinación de atributos (con respecto al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades) que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos” (González y Wagenaar, 2003, citados en Gómez, 2005, p. 277).

Las COMPETENCIAS de carácter LÓGICO-MATEMÁTICO se ponen de manifiesto en las producciones y actuaciones de los estudiantes y profesores en relación con los siguientes tipos de actividades y procesos matemáticos (escolares):

Intuición, visualización, comprensión y aprendizaje de nociones y conocimientos lógico-matemáticos básicos, elementales o fundamentales.

- Análisis de situaciones-problemas
- Procesos de matematización (de primero y segundo nivel)
- Procesos de modelización matemática
- Resolución de problemas lógico-matemáticos
- Demostración de resultados, propiedades, proposiciones, teoremas, etc.
- Procesos de argumentación y comunicación.

Referencias bibliográficas

Bedoya, E. (1996). *Estudio del sistema didáctico en torno a conceptos básicos del Análisis, basado en el enfoque de visualización asistido por nuevas tecnologías graficadoras*. Tesis de Magíster. Barcelona: Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona.

Bedoya, E.; Rico, L. (1998). *Calculadoras graficadoras y enseñanza de las matemáticas en secundaria*. Actas del IV simposio sobre investigación en el aula de matemáticas (pp. 113-131). Granada: SAEM-Thales.

Bedoya, E. (2001). *La enseñanza del cálculo en un ambiente de calculadora graficadora, papel y lápiz*. En Gómez, P.; Rico, L. (Eds.). *Investigación en didáctica de la matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro*. Granada: Universidad de Granada.

Bedoya, E. (2002). *Formación inicial de profesores de matemáticas: Enseñanza de funciones, sistemas de representación y calculadoras graficadoras*. Tesis Doctoral. Granada: Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Universidad de Granada.

Blanco, L. J.; Mellado, V. (2001). *La Formación Inicial del Profesorado de Matemáticas en la Enseñanza Secundaria*. *Epsilon*, 50, 355-360.

Ernest, P. (1992). *The nature of mathematics: Towards a social constructivist account*. *Science & Education*, 1 (1), 89-100.

Ernest, P. (1999). "Forms of Knowledge in Mathematics and Mathematics Education: Philosophical and Rhetorical Perspectives", in Tirosh, D. (Ed.): *Forms of Mathematical Knowledge. Learning and Teaching with Understanding*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 67-83.

Even, R. (1993). "Subject-matter knowledge and pedagogical content knowledge: prospective secondary teachers and the function concept", in *Journal for Research in Mathematics Education*, 24 (2), 94-116.

Gómez, P. (2005). "Diversidad en la formación de profesores de matemáticas: en la búsqueda de un núcleo común", en *Revista EMA*, Vol. 10, No. 1, 242-293.

Gómez, P.; Rico, L. (2002). *Análisis didáctico, conocimiento didáctico y formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Sin publicar. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.

- Hiebert, J.; Lefevre, P. (1986). "Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis", in J. Hiebert (ed.): *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, pp. 1-27.
- Hiebert, J.; Carpenter, T. (1992). "Learning and teaching with understanding", in D. Grouws (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan, pp. 65-97.
- Kaput, J. (1992). *Technology and Mathematics Education*. En Grows (Ed.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 515-556). New York: Macmillan.
- Kutzler, B. (1999). *The Algebraic Calculator as a Pedagogical Tool for Teaching Mathematics* [Doc. Online]. [http:// www.kutzler.com/bk/bk.html](http://www.kutzler.com/bk/bk.html)
- Linares, S. (1991). *La formación de profesores de matemáticas*. Sevilla: GID (Grupo Investigación Didáctica), Universidad de Sevilla.
- MEN (1999). *Nuevas Tecnologías y currículo de matemáticas*. Serie Lineamientos Curriculares. Bogotá, D.C.: MEN.
- MEN (2003). *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas*. Serie Memorias. Bogotá, D.C.: MEN.
- MEN (2004). *Tecnologías Informática: Innovación en el Currículo de Matemáticas de la Educación Básica Secundaria y Media*. Serie Estudios. Bogotá, D.C.: MEN.
- MEN (2004). *Pensamiento Geométrico y Tecnologías Computacionales*. Serie Documentos. Bogotá, D.C.: MEN.
- MEN (2004). *Pensamiento Variacional y Tecnologías Computacionales*. Serie Documentos. Bogotá, D.C.: MEN.
- MEN (2004). *Talleres para Formación de Docentes en el Uso Didáctico de Nuevas Tecnologías en la Educación Matemática*. Serie Documentos. Bogotá, D.C.: MEN.
- NCTM (2004). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sevilla: SAEM-THALES.
- Rico, L. (1994). *Componentes básicas para la Formación del Profesor de Matemáticas de Secundaria*. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21, 33-44.
- Rico, L. (Coord.) (1997). *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Rico, L. (Ed.) (1997). *Bases teóricas del Currículo de Matemáticas en Educación Secundaria*. Madrid: Síntesis.
- Rico, L. (1998). *Conocimiento Profesional en Educación Matemática*. Rico (Coord.). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 32, 15-23, Monográfico sobre Didáctica de las Matemáticas en Educación Secundaria.
- Rico, L. (2004). "Reflexiones sobre la formación inicial del profesor de matemáticas de Educación Secundaria". *Profesorado: Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, Vol. 8, n° 1.
- Rico, L. (2006). *Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas*. *Revista de Educación*, extraordinario 2006, pp. 275-294.
- Segovia, I.; Rico, L. (2001). *Unidades didácticas y organizadores*. En Castro, E. (Ed.): *Didáctica de la Matemática en la Educación Primaria* (pp. 83-104). Madrid: Síntesis.
- Waits, B.; Demana, F. (1995). *La reforma de las Matemáticas y el papel de la tecnología*. *UNO: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 4, 76-84.