

Formación matemática y didáctica de los profesores de educación primaria. Una mirada retrospectiva sobre el proyecto Edumat-Maestros¹

Juan D. Godino

Catedrático jubilado de Didáctica de la Matemática

Miembro del Grupo de Investigación “Teoría de la Educación Matemática y Educación Estadística” de la Universidad de Granada

Resumen

La formación de profesores de matemáticas requiere tener en cuenta tanto el desarrollo de los conocimientos matemáticos como los correspondientes a la didáctica de la disciplina. Para ello los formadores de profesores deben disponer de modelos y recursos que orienten el diseño e implementación de programas y acciones formativas idóneas que contemplen la formación matemática y didáctica, así como su articulación. En este trabajo se describen los libros del Proyecto Edumat-Maestros como recursos para la formación matemática y didáctica de los maestros de educación primaria. Se analiza también el modelo implícito de los conocimientos didáctico-matemáticos implementado en dichos textos, así como la estrategia seguida para la articulación de la matemática y la didáctica.

Palabras clave: Formación de maestros, matemáticas, didáctica, proyecto Edumat-Maestros

Proyecto Edumat-Maestros

En el marco de un proyecto de investigación y desarrollo, conocido como proyecto Edumat-Maestros, iniciamos en el año 2002 la elaboración de una colección de monografías para la formación en matemáticas y didáctica de las matemáticas de profesores de educación primaria (Godino et al, 2004a; 2004b). En el año 2003 publicamos seis monografías donde presentamos los conocimientos matemáticos y didácticos de los distintos bloques de contenido: sistemas numéricos, proporcionalidad, estocástica, medida, geometría y razonamiento algebraico. En una monografía complementaria presentamos una perspectiva general de los fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Los contenidos matemáticos y didácticos de las siete monografías fueron reagrupados en 2004 en dos libros: Matemáticas para maestros y Didáctica de las matemáticas para maestros. La finalidad de esta nueva agrupación era responder a los planteamientos de aquellas universidades en las cuales se optaba por enfocar la formación de los maestros introduciendo una separación entre los contenidos matemáticos y los didácticos. Todos estos libros se publicaron en la modalidad de acceso abierto, y están disponibles en el sitio web <https://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/welcome.htm>

Los libros del Proyecto Edumat-Maestros han tenido una acogida muy favorable como mostramos en la Figura 1 donde se refleja la estadística producida por Google Analitic sobre el sitio web donde están disponibles los libros. En el periodo de 10 años, entre 2011 a 2020 ha tenido un total de 234.934 visitas.

¹ Godino, J. D. (2024). Formación matemática y didáctica de los profesores de educación primaria. Una mirada retrospectiva sobre el proyecto Edumat-Maestros. *Revista Internacional de Magisterio (RIM)*, 122, 64-70.

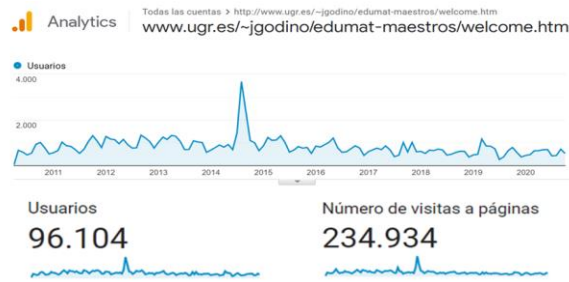


Figura 1. Visitas al sitio web de Edumat-Maestros según Google Analytics

Los libros Edumat-Maestros son considerados principalmente como recursos para el uso de los formadores de profesores y los estudiantes del grado de Educación Primaria y han recibido un número de citas notable en Google Scholar (Tabla 1), además de ser alojados en otros sitios web como academia.edu y researchgate.net.

Tabla 1. Número de citas en Google Scholar de los libros Edumat-Maestros

Libro Edumat-Maestros	N.º de citas
Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas	943
Matemáticas para maestros	827
Didáctica de las matemáticas para maestros	742
Medida de las magnitudes y su didáctica	325
Estocástica y su didáctica	375
Razonamiento algebraico y su didáctica	214
Geometría y su didáctica para maestros	185
Sistemas numéricos y su didáctica	126
Proporcionalidad	87

Modelo de análisis de los conocimientos didáctico-matemáticos

Existen diferentes modelos de categorías de conocimientos que deberían tener los profesores de matemáticas para favorecer el aprendizaje de los estudiantes (p.e., Ball et al., 2008; Carrillo et al., 2018; Godino et al., 2017). La Figura 2 resume las categorías de los conocimientos didáctico-matemáticos propuestas por el modelo de Conocimiento Didáctico-Matemático, CDM (Pino-Fan y Godino, 2015). En la parte inferior de la Figura 2 incluimos también información sobre dos categorías de conocimientos del profesor relacionadas con la dimensión matemática, esto es, el conocimiento matemático *per se*, que el profesor debe tener. Según explicamos en Pino-Fan y Godino (2015), el conocimiento común del contenido es aquel conocimiento de un objeto matemático concreto, que es suficiente para resolver los problemas o tareas propuestas en el currículo de matemáticas (o planes de estudio) y en los libros de texto, de un nivel educativo determinado. Se trata de un conocimiento que es compartido entre el profesor y los estudiantes. El conocimiento ampliado del contenido es el que debe tener el profesor sobre las nociones matemáticas que se estudian más adelante en el currículo. El conocimiento ampliado del contenido provee al profesor las bases matemáticas necesarias para plantear nuevos retos matemáticos en el aula, vincular el objeto matemático que se está estudiando con otras nociones matemáticas y encaminar a los alumnos al estudio de las nociones matemáticas más avanzadas.

Los sistemas de categorías de conocimientos que deberían tener los profesores de matemáticas para favorecer el aprendizaje son *contenedores* para clasificar los conocimientos según diversos criterios, pero no especifican cuáles son, de hecho, tales conocimientos para los diversos bloques de contenido (aritmética, geometría, etc.). Los libros Edumat-Maestros complementan estos modelos teóricos al desarrollar efectivamente los conocimientos y habilidades matemáticas y didácticas para el diseño de programas y acciones formativas sobre matemáticas (profesor de matemáticas de educación primaria) y sobre didáctica de las matemáticas (formador de profesores). En los siguientes apartados analizamos las características de los libros del proyecto Edumat-Maestros desde la perspectiva del modelo CDM.

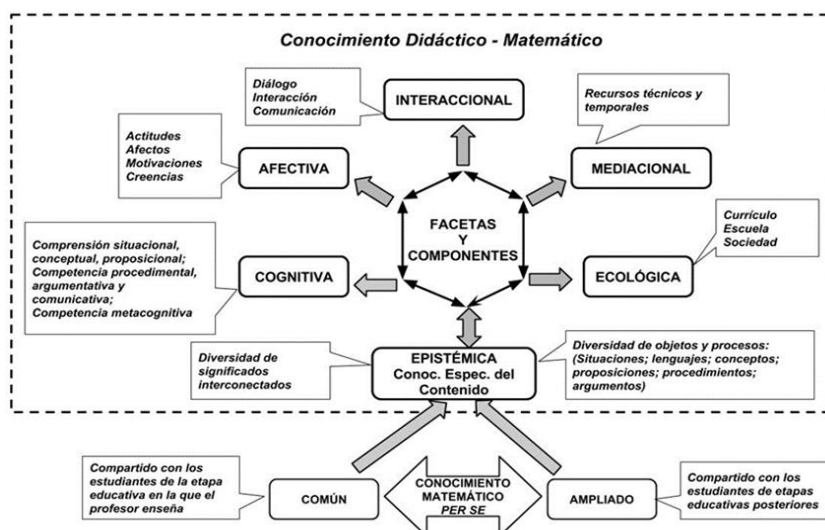


Figura 2. Facetas y componentes del conocimiento del profesor (Godino et al., 2017)

Matemáticas para maestros. Conocimiento común y ampliado del contenido

El libro *Matemáticas para maestros* (Godino et al., 2004) es un recurso que incluye los conocimientos que los maestros deberían tener para diseñar procesos de instrucción matemática en los distintos niveles de educación primaria. Define lo que se puede considerar “matemáticas idóneas”, tanto para los escolares de primaria (conocimiento común), como para los maestros encargados de su enseñanza (conocimiento ampliado). Veamos las características de los procesos instruccionales de matemáticas que el texto propone para las diferentes facetas del modelo CDM.

Facetas epistémica y ecológica

El texto incluye los distintos bloques de contenido curricular propios para la educación primaria: Sistemas numéricos; proporcionalidad; geometría; magnitudes; estocástica; razonamiento algebraico.

El bloque de sistemas numéricos es el más extenso y se compone de seis capítulos (Números naturales. Sistemas de numeración; Adición y sustracción; Multiplicación y división; Fracciones y números racionales; Números y expresiones decimales; Números positivos y negativos). La geometría se aborda en tres capítulos (Figuras geométricas; Transformaciones geométricas. Simetría y semejanza; Orientación espacial). Las magnitudes incluyen un capítulo sobre el concepto de magnitud y su medida y otro sobre las magnitudes geométricas. El bloque de estocástica se agrupa en dos capítulos (Estadística; Probabilidad), mientras que la proporcionalidad y el razonamiento algebraico se desarrollan en un capítulo cada uno de ellos. El estudio de cada capítulo incluye dos secciones:

A: Contextualización profesional.

En esta sección se incluye una colección de problemas y ejercicios extraídos de libros de educación primaria para los cuales se pide al profesor en formación resolverlos, analizar los conceptos y procedimientos implicados en la solución y formular otros problemas relacionados con los problemas dados. Con estas consignas se comparte con los profesores en formación una visión de las matemáticas centrada en la resolución de problemas y se desarrolla la competencia de su formulación y análisis.

B: Conocimientos matemáticos

Las matemáticas se entienden como actividad de resolución de problemas y también como sistema de objetos relacionados (conocimientos). En consecuencia, en cada capítulo se describe con detalle los conocimientos correspondientes. En cada lección se incluyen ejemplos introductorios que motivan la introducción de los contenidos y un apartado final *Taller de matemáticas* donde se proponen problemas complementarios para su resolución.

Para la trama de objetos conceptuales que caracterizan cada contenido se estudian diversos significados (intuitivos y formales), las definiciones, propiedades y procedimientos con sus

respectivas justificaciones y el uso de diversos sistemas de representación. El estudio, por ejemplo, de los números se inicia en educación infantil y se progresa en sucesivos niveles de complejidad en primaria y secundaria. Esto lleva a que los profesores tengan una visión amplia de los diversos significados y de su progresiva generalidad y formalización, lo cual les capacita para diseñar trayectorias de aprendizaje fundamentadas para los diferentes niveles de educación primaria.

Facetas interaccional y mediacional

El modelo de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas que se propone de manera implícita en el libro *Matemáticas para maestros* (esto es, los modos de interacción profesor-estudiante-contenido), tanto para el caso de los estudiantes de primaria como para los profesores se explicita en la monografía *Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas* (Godino, Batanero y Font, 2003). Sin restar importancia a los enfoques constructivistas en el estudio de las matemáticas, consideramos necesario reconocer explícitamente el papel crucial del profesor en la organización, dirección y promoción de los aprendizajes de los estudiantes. Una instrucción matemática significativa debe atribuir un papel clave a la interacción social, a la cooperación, al discurso del profesor, a la comunicación, además de a la interacción del sujeto con las situaciones-problemas. El maestro en formación debe ser consciente de la complejidad de la tarea de la enseñanza si se desea lograr un aprendizaje matemático significativo. Será necesario diseñar y gestionar una variedad de tipos de situaciones didácticas, implementar una variedad de patrones de interacción y tener en cuenta las normas, con frecuencia implícitas, que regulan y condicionan la enseñanza y los aprendizajes.

En cuanto al uso de recursos o medios para la enseñanza y el aprendizaje (faceta mediacional), el maestro debe tener una actitud propicia al uso de materiales manipulativos de toda índole, incardinados como elementos de las situaciones didácticas, pero al mismo tiempo es necesario que adopte una actitud crítica al uso indiscriminado de tales recursos. Razonamos que el material manipulativo (sea tangible o gráfico-textual) puede ser un puente entre la realidad y los objetos matemáticos, pero es necesario adoptar precauciones para no caer en un empirismo ciego ni en un formalismo estéril.

Facetas cognitiva y afectiva

Los procesos de aprendizaje matemático que se proponen en el libro *Matemáticas para maestros* contemplan partir de los conocimientos previos de los estudiantes y desarrollar los nuevos conocimientos y competencias requeridas para una enseñanza idónea en los distintos niveles de educación primaria. La primera sección de cada capítulo, *A. Contextualización profesional*, tiene el objetivo de evocar conocimientos propios de educación primaria (conocimiento común del contenido) y al mismo tiempo motivar (faceta afectiva) el estudio al relacionarlo con el ejercicio de la profesión. Las matemáticas que se estudian están estrechamente relacionadas con las necesidades profesionales del maestro. Los contenidos incluidos en cada capítulo garantizan el desarrollo de la comprensión de los tipos de situaciones matemáticas propias de educación primaria, así como la comprensión de los conceptos y proposiciones y el desarrollo de la competencia procedimental, argumentativa y comunicativa que ponen en juego en la solución de las situaciones-problemas.

El proceso de estudio de las matemáticas que se propone a los maestros en formación, apoyado en el uso de los libros *Matemáticas para maestros* y *Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*, reúne características idóneas (Godino et al., 2023) en las diferentes facetas, de manera que el modelo didáctico que viven en su proceso formativo sea transferible a los niveles de educación primaria que ellos deben diseñar e implementar.

Didáctica de las matemáticas para maestros

El libro *Didáctica de las matemáticas para maestros* (Godino et al., 2004) es un recurso que desarrolla los conocimientos de didáctica de las matemáticas que los formadores de profesores deberían tener en cuenta para diseñar procesos formativos de maestros. Este libro incluye siete bloques de contenido didáctico. En el primer bloque, publicado previamente como la monografía

Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para maestros (Godino, Batanero y Font, 2003), está formado por cuatro capítulos: Perspectiva educativa de las matemáticas; Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; Currículo matemático para la educación primaria; Recursos para el estudio de las matemáticas. Cada uno de estos capítulos incluye tres secciones: Contextualización profesional; Conocimientos didácticos; Seminario didáctico. Incluye también un listado de referencias bibliográficas complementarias.

En esta monografía ofrecemos una visión general de la educación matemática. Tratamos de crear un espacio de reflexión y estudio sobre las matemáticas, en cuanto objeto de enseñanza y aprendizaje, y sobre los instrumentos conceptuales y metodológicos de índole general que la didáctica de las matemáticas está generando como campo de investigación. Los seis principios del NCTM (2000) — equidad, currículo, enseñanza, aprendizaje, evaluación y tecnología — describen cuestiones cruciales que, aunque no sean específicas de las matemáticas escolares, están profundamente interconectadas con los programas de matemáticas. Deben ser tenidos en cuenta en el desarrollo de propuestas curriculares, la selección de materiales, la planificación de unidades didácticas, el diseño de evaluaciones, las decisiones instruccionales en las clases, y el establecimiento de programas de apoyo para el desarrollo profesional de los profesores

Cada capítulo de la monografía ha sido estructurado en tres secciones. En la primera sección, que denominamos *Contextualización*, proponemos una situación inicial de reflexión y discusión colectiva sobre un aspecto del tema. En la segunda, *Desarrollo de conocimientos*, presentamos las principales posiciones e informaciones, así como una colección de actividades o tareas intercaladas en el texto que pueden servir como situaciones introductorias a los distintos apartados, o bien como complemento y evaluación del estudio. La tercera sección, *Seminario didáctico*, incluye una colección de "problemas de didáctica de las matemáticas" que amplían la reflexión y el análisis de los conocimientos propuestos en cada tema.

Didáctica de los bloques de contenido matemático. Conocimiento especializado del contenido

El libro *Didáctica de las matemáticas para maestros* (Godino et al., 2004) incluye, además de la monografía *Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas* otros seis bloques de contenido didáctico que refieren a conocimientos didáctico-matemáticos específicos de los bloques de contenido matemático: sistemas numéricos; proporcionalidad; geometría; magnitudes; estocástica; razonamiento algebraico. En cada capítulo se incluye los siguientes apartados:

Orientaciones curriculares; Desarrollo cognitivo y progresión en el aprendizaje; Conflictos en el aprendizaje; Instrumentos de valuación; Situaciones y recursos; Taller de didáctica (Análisis de textos escolares, Diseño de unidades didáctica; Análisis de respuestas a tareas de evaluación).

En estos apartados se contempla la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático, que incluye aspectos de la cognición matemática de los contenidos específicos (desarrollo cognitivo, conflictos de aprendizaje, instrumentos de evaluación), ecológica (orientaciones curriculares), mediacional (situaciones y recursos). El *Taller de didáctica* corresponde a aspectos de la faceta mediacional e interaccional del conocimiento del formador de profesores de matemáticas al indicar cómo contextualizar los conocimientos didáctico-matemáticos.

Conclusiones

Desde la investigación sobre formación del profesor de matemáticas y de los formadores de profesores se vienen proponiendo diversos sistemas de categorías de conocimientos y competencias del profesor, así como de las características de los programas efectivos de desarrollo profesional docente (NCTM, 2014; AMTE (2017)). En este trabajo hemos realizado una mirada retrospectiva a los libros del proyecto Edumat-Maestros mostrando su coherencia con el modelo CDM (Pino-Fan y Godino, 2015), su difusión a nivel internacional, así como la inclusión sistemática de los conocimientos matemáticos y didácticos requeridos para la formación del profesor de educación primaria. Consideramos que estos libros vienen siendo recursos valiosos para los profesores de

matemáticas y los formadores de profesores al tener en cuenta las diferentes facetas implicadas en los procesos educativos-instruccionales sobre matemáticas y didáctica de las matemáticas.

Queda pendiente de abordar un nuevo desarrollo de este proyecto en el que se amplíe la monografía Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con la presentación de las herramientas de análisis didáctico proporcionadas por el marco teórico del Enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (Godino et al., 2020). Así mismo, en las restantes monografías se pueden incluir talleres específicos para que los profesores se apropien de dichas herramientas y puedan usarlas para la reflexión sobre la práctica docente.

Referencias:

- Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE). (2017). *Standards for preparing teachers of mathematics*. Association of Mathematics Teacher Educators.
- Ball, D. L., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Batanero, C. y Godino, J. D. (2003). *Estocástica y su didáctica para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95706>
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., et al. (2018). The Mathematics Teacher's Specialised Knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236–253.
- Cid, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2003). *Sistemas numéricos y su didáctica para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95696>
- Godino, J. D. y Batanero, C. (2003). *Proporcionalidad y su didáctica para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95719>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Burgos, M. (2023). Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2270.
- Godino, J. D., Batanero, C., Cid, E., Font, V., Roa, R. y Ruiz, F. (2004a). *Matemáticas para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95571>
- Godino, J. D., Batanero, C., Cid, E., Font, V., Roa, R. y Ruiz, F. (2004b). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95586>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95591>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2020). El enfoque ontosemiótico: Implicaciones sobre el carácter prescriptivo de la didáctica. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 12 (2), 3-15.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Roa, R. (2003). *Medida y su didáctica para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95703>
- Godino, J. D. y Font, V. (2003). *Razonamiento algebraico y su didáctica para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95716>
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C. y Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema*, 31 (57), 90-113.
- Godino, J. D. y Ruiz, F. (2003). *Geometría y su didáctica para maestros*. Los autores. Libre acceso en: <https://hdl.handle.net/10481/95698>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- Pino-Fan, L., y Godino, J. D. (2015). Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *PARADIGMA*, 36(1), 87-109.