

## INDICADORES DE CALIDAD PARA LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA

LUIS RICO, PEDRO GÓMEZ, MARÍA FRANCISCA MORENO,  
ISABEL ROMERO, JOSÉ LUIS LUPIÁÑEZ, FRANCISCO GIL  
y MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ

En este documento abordamos la problemática de la evaluación de programas de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria desde la perspectiva de la calidad. Proponemos un significado para la calidad de un plan de formación a partir de tres dimensiones: relevancia, eficacia y eficiencia. Establecemos una relación entre estas dimensiones y la noción de indicadores de calidad. Ejemplificamos esta relación para el caso de la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. Presentamos un modelo de formación que se viene utilizando en las universidades de Granada, Almería y Cantabria, y proponemos algunas cuestiones a partir de las cuales es posible formular proyectos de investigación que exploren y caractericen la calidad de planes de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria.

*We explore the issues concerning the assessment of the quality of preservice secondary mathematics teachers training programs. We propose a meaning for this term on the basis of three dimensions: relevance, efficacy and efficiency. We establish a relationship between these dimensions and the notion of quality indicators. We illustrate this relationship for a particular case: preservice secondary mathematics teacher training. We present a teacher training model that is being used in the universities of Granada, Almería and Cantabria, and propose some issues from which it is possible to design research projects for exploring and characterizing the quality of preservice mathematics teachers training programs.*

### UN PROBLEMA ACTUAL DE CALIDAD

El sistema educativo español se encuentra actualmente inmerso en un proceso de revisión que se orienta hacia la elaboración de un nuevo marco normativo (García *et al.*, 1998; Cano, 1998; Marchesi, 2000). Dentro de este marco, estu-

dios nacionales e internacionales recientes sobre evaluación del aprendizaje de las matemáticas en la escuela ponen de manifiesto algunas deficiencias de su enseñanza y aprendizaje en España. En el Third International Mathematics and Science Study (TIMSS), España se ubicó en el puesto 31 de 41 países en el área de matemáticas (López y Moreno, 1998). En el proyecto Program for International Student Assessment (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, España permanece por debajo de la media de los países miembros de la organización en matemáticas, particularmente porque pocos escolares logran alcanzar altos niveles de rendimiento (OCDE, 2001). Estos resultados explican la preocupación de instituciones y administraciones educativas por mejorar el conocimiento de los escolares de secundaria en matemáticas y ciencia.

Paralelamente, existe preocupación por la formación del profesor de matemáticas de secundaria. El debate sobre esta problemática es permanente en nuestro país, y en él intervienen instituciones como la Real Academia de Ciencias (Guzmán y Rico, 1999), la Real Sociedad Matemática Española (Comité de Educación de la RSME, 2001), la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, 2001) y la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (Sociedad Isaac Newton, 2001). Recientemente, con motivo de la celebración en el año 2000 del año matemático mundial, este debate quedó recogido en la Proposición de Ley elaborada por el Congreso de los Diputados (Díaz *et al.*, 2000).

Uno de los temas de discusión es la dificultad para poner en marcha el plan de formación establecido por la Ley de Organización General del Sistema Educativo (LOGSE) en 1990 y que se concreta en el Curso de Cualificación Pedagógica (CCP). Transcurridos doce años, aún no ha sido posible acordar y poner en práctica un modelo básico para la formación inicial del profesorado de secundaria. Tampoco existen esquemas de evaluación que permitan valorar y comparar las fortalezas y debilidades de los planes de formación existentes en la actualidad (Ibáñez-Martín *et al.*, 1997).

Las cuestiones antes mencionadas muestran un problema de calidad. Actualmente, en la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) se reconoce, en su Título IV, la importancia de la formación del profesorado como factor determinante para mejorar la enseñanza. En efecto, la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas depende en gran medida de las decisiones y actuaciones del profesor. Ahora bien, para ofrecer una enseñanza de calidad, el profesor debe tener los conocimientos y capacidades necesarios tanto para diseñar tareas locales de trabajo, como para planificar secuencias complejas de tareas sobre tópicos específicos, llevar a la práctica las actividades de enseñanza y aprendizaje diseñadas y evaluar la puesta en práctica de estas actividades. La intuición y la experiencia no son suficientes para el desarrollo adecuado de los conocimientos y capacidades del profesor. Estos conocimientos y capacidades deben sostenerse mediante planes de formación inicial que se basen en unos conocimientos disciplinares de referencia. La calidad de los conocimientos y capacidades del profesor provienen de la calidad de los planes de formación con

los que inicia y desarrolla su preparación (Davis y Thomas, 1992; Delors, 1996). Sostenemos, por lo tanto, que hay una relación entre la calidad del aprendizaje de los escolares y la calidad de la formación del profesorado, sustentada por los planes para la formación inicial y permanente de profesores.

Lo anterior sugiere la importancia de abordar la problemática de la evaluación de los programas de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria desde la perspectiva de la calidad. ¿Qué significa que uno de esos programas sea de calidad? ¿Qué dimensiones se deben tener en cuenta cuando se evalúa un programa desde esta perspectiva? ¿Cómo se pueden establecer indicadores de calidad para cada una de esas dimensiones? ¿Qué relación hay entre este tipo de evaluación y los estudios sobre el aprendizaje y el conocimiento del profesor?

En lo que sigue, hacemos una primera aproximación a algunas de estas preguntas. Nos basamos en la literatura sobre el tema de la calidad para proponer tres dimensiones que interesa considerar cuando se evalúa un programa de formación. Establecemos la relación entre estas dimensiones y los indicadores de calidad. A continuación describimos brevemente un modelo de formación que se viene utilizando en las universidades de Granada, Almería y Cantabria. Este caso particular nos permite sugerir algunas relaciones entre la evaluación de calidad y el aprendizaje y el conocimiento del profesor. Presentamos en seguida algunas pautas generales para desarrollar proyectos de investigación que evalúen la calidad de los planes de formación del profesorado de secundaria y enumeramos algunos de los beneficios de realizar este tipo de proyectos.

## CALIDAD Y FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA

Los planes de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria son procesos que se desarrollan dentro de organismos o instituciones<sup>1</sup>. Estas instituciones tienen definidas una visión de su futuro, una misión que desean lograr y se enmarcan en un entorno. Cada institución recoge las demandas sociales y, en función de éstas, organiza un plan de formación con una finalidad determinada. Consideramos que la calidad de estos planes es un concepto que al menos debe tener en cuenta tres dimensiones (Toranzos, 2000):

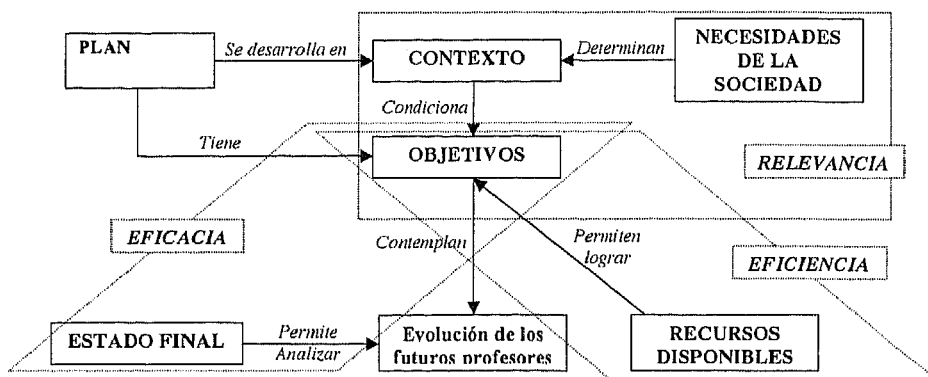
- Su relevancia, como medida del grado en el que los planes se adecuan a los requerimientos y expectativas del entorno y de sus participantes. Es decir, la medida en que aportan a los futuros profesores de matemáticas la cualifica-

<sup>1</sup> Entendemos por plan de formación todas las actuaciones desarrolladas en una universidad o centro de profesores encaminadas a la formación, en este caso, de profesores de matemáticas de secundaria. Así, cada institución desarrolla una serie de programas dentro de un plan: la licenciatura (correspondería al pregrado), masters, doctorado, CAP (correspondientes al postgrado). Estos programas se articulan, a su vez, a través de asignaturas.

ción y preparación necesaria para satisfacer las expectativas que la sociedad tiene de ellos.

- Su eficacia, como medida del grado en el que los planes logran los objetivos que se han propuesto.
- Su eficiencia, como la medida del grado en el que los planes logran sus objetivos con el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y al menor costo posible.

La figura muestra un esquema en el que hemos relacionado las tres dimensiones de calidad con algunas características de un plan de formación de profesores. Observamos que los objetivos del plan son el núcleo de la reflexión.



La sociología considera que la calidad de una organización es un concepto que implica múltiples dimensiones, cada una de las cuales se caracteriza por diversos factores; dichos factores se refieren al conjunto de temas o áreas que se relacionan con los objetivos y con los medios que posee la organización para conseguir esos objetivos. Cada factor puede valorarse a través de unos instrumentos de recolección, codificación y análisis de la información cuya aplicación resulta en unos índices que denominamos indicadores de calidad. Los indicadores son datos cuantitativos, relativos a dos o más variables que se combinan bien como porcentaje, tasa o índice para representar una medida relativa del factor considerado. La valoración de la calidad de un plan de formación termina expresándose en unos indicadores de calidad, en virtud de los cuales es posible determinar sus debilidades y fortalezas (Cano, 1998; Gil, 1999; de Miguel *et al.*, 2001).

Veamos algunos ejemplos para el caso de planes de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. Un factor de relevancia puede ser la relación entre la visión que el plan sustenta sobre el aprendizaje de los escolares y las expectativas del entorno sobre dicho aprendizaje. Un indicador de relevancia correspondiente a este factor sería la proporción de objetivos del plan que forman parte de las expectativas del entorno. Si un plan de formación tiene como uno de

sus objetivos promover la utilización de las nuevas tecnologías en el diseño de unidades didácticas para secundaria, entonces un indicador de eficacia deberá expresar una medida de la utilización de este recurso didáctico en la planificación que realizan los futuros profesores. Un factor de eficiencia puede ser la gestión del tiempo o de la red (como recurso) para la instrucción en el plan. Un indicador de calidad para este factor podría ser una valoración de lo que el programa logra en el tiempo disponible o el grado en que utiliza los recursos tecnológicos para la instrucción.

Tanto los factores como los indicadores implican una cuidadosa selección y seguimiento de actuaciones; observación, aplicación de encuestas u otros instrumentos de recogida de información; análisis, revisión y balance de resultados y procesos; y, finalmente, nueva toma de decisiones<sup>2</sup>. Es decir, se trata de un proceso de evaluación cíclico, fundamentado y permanente.

Los mecanismos puestos en marcha por la evaluación deben estar naturalmente asociados al logro de mayor calidad (Tourriñan *et al.*, 1999). De ahí que cada esfuerzo por mejorar la calidad de un plan de formación necesite de un sistema de evaluación complementario, centrado en la comprensión y en la mejora de sus diferentes componentes y que proporcione información sistemática acerca de sus fortalezas y puntos débiles (Tiana, 2001). Una de las limitaciones de los planes actuales de formación inicial del profesorado se centra en las dificultades para evaluarlos críticamente mediante criterios objetivos, que permitan superar sus limitaciones y deficiencias e iniciar programas estratégicos de mejora. De este modo, es posible reformular los objetivos de los planes para responder a las demandas continuas y cambiantes de la sociedad, así como avanzar en el cumplimiento de los objetivos formativos contemplados. Esta idea apunta a que la calidad debe concebirse como un proceso cíclico continuo, cuyas fases representan una combinación de aspectos mutuamente implicados. En un grado máximo, excelencia significa el logro de un nivel óptimo de cohesión entre todos ellos.

La problemática de la investigación en formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria en España se ha estudiado de manera parcial hasta el momento (Llinares, 1998). Aunque disponemos de estudios que contemplan la formación inicial de profesores de secundaria con carácter general (Esteve, 1997), de hecho, no tenemos conocimiento de estudios que permitan caracterizar los planes de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria que se han venido ofreciendo.

## UN MODELO DE FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA

En las universidades de Granada, Almería y Cantabria, las asignaturas de didáctica de la matemática forman parte de los correspondientes planes de formación

<sup>2</sup> Éste es en esencia el ciclo de la investigación-acción: investigación, acción, reflexión y toma de decisiones (Castro, 1994).

inicial de profesores de matemáticas de secundaria. Estas asignaturas se diseñan y ejecutan desde una perspectiva en la que:

- se asume una posición con respecto a las matemáticas escolares;
- se asume una posición con respecto al modo en que los escolares construyen su conocimiento matemático;
- se propone una descripción de cómo el profesor debe contribuir a la construcción de ese conocimiento por parte de sus alumnos;
- se identifican los conocimientos que el profesor debe poner en juego para lograr lo anterior;
- se asume una posición con respecto a cómo el profesor construye esos conocimientos; y
- se tiene en cuenta el contexto social, cultural, institucional y personal del plan de formación inicial de los profesores (Gómez y Rico, 2002).

Estas asignaturas, en las que participamos como formadores y que se fundamentan en un modelo común de formación, tienen dos objetivos centrales: promover la participación del futuro docente en las comunidades de práctica de la educación matemática (enseñanza, innovación, investigación), e incentivar la construcción de los conocimientos y capacidades necesarios para abordar, de manera sistemática, la complejidad de las matemáticas escolares y diseñar, llevar a la práctica y evaluar actividades para su enseñanza y aprendizaje.

Con base en la noción de currículo (Rico, 1997a) y habiendo abordado las cuestiones enumeradas anteriormente, en el modelo se conceptualiza el conocimiento didáctico como el conocimiento que el profesor pone en juego (y construye) a la hora de planificar, realizar y evaluar unidades didácticas. La noción de conocimiento didáctico (Gómez y Rico, 2002) es una elaboración conceptual que surge de la idea de conocimiento pedagógico de contenido de Shulman (1986), enfatiza la problemática del diseño curricular a nivel local a partir de una posición sobre el aprendizaje de los escolares (Simon, 1995) y permite proponer una caracterización del conocimiento del profesor (al estilo de Shulman, 1986; Cooney, 1995; Bromme, 1994; Carrillo, Coriat y Oliveira, 1999). En nuestro modelo, el conocimiento didáctico tiene unos conocimientos disciplinares que lo estructuran y sustentan: las bases teóricas de la noción de currículo, los fundamentos de las matemáticas escolares (matemáticas escolares, aprendizaje, enseñanza y evaluación) y los organizadores del currículo (Rico, 1997b). Estas herramientas conceptuales y metodológicas le permiten al profesor recoger y analizar información para producir y justificar una planificación, unos materiales y documentos para su puesta en práctica y unos instrumentos para la evaluación de la enseñanza (Moreno, 1998; Gómez, 2002).

Este modelo, que comparten las tres universidades mencionadas, presenta variantes locales en sus actuaciones, enfatizándose en cada universidad diferentes aspectos y adecuándose a las condiciones de su entorno. Sobre esta base, es posible plantearse un problema de investigación, como el que describimos en el siguiente apartado.

## CALIDAD Y EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE FORMACIÓN

Calidad es un concepto central para los planes de formación educativa españoles y un criterio determinante en la valoración de los programas y titulaciones impartidos por la universidad. Hemos vinculado la calidad de la enseñanza de las matemáticas escolares con la calidad de los planes de formación para su profesorado. La *inexistencia de criterios e instrumentos para establecer la calidad de dichos planes* es, como se ha argumentado, una carencia inexcusable.

Por lo tanto, se hace patente la necesidad de proyectos de investigación que establezcan, de forma fundamentada, criterios objetivos y esquemas sistemáticos para evaluar la calidad de los planes de formación mencionados. Sostenemos que la calidad de un plan de formación se puede caracterizar en términos de tres dimensiones: *relevancia, eficacia y eficiencia*, y que dichas dimensiones pueden caracterizarse en términos de factores que han de ser medidos mediante indicadores de calidad.

Partiendo de este esquema, se pueden formular las siguientes preguntas de investigación:

- *¿Qué factores caracterizan cada una de las dimensiones de relevancia, eficacia y eficiencia para un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria?*
- *¿Qué indicadores de calidad se pueden considerar para cada uno de esos factores?*
- *¿Cómo caracterizar la calidad de un plan de formación a partir de los indicadores?*
- *¿Cuáles son las fortalezas y las debilidades de los planes de formación que se estudian?*
- *¿Qué estrategias de mejora hacia el futuro se pueden diseñar como consecuencia de esta evaluación de calidad?*

Indicadores, factores y dimensiones deben permitir estructurar unas guías de evaluación que ayuden a recoger información sobre los planes de formación de profesores, estudiar sus fortalezas y debilidades y proponer medidas estratégicas para su mejora.

Los proyectos dentro de esta línea de investigación deben producir también documentos que contengan la caracterización de la calidad de cada plan de formación de profesores en términos de su relevancia, eficacia y eficiencia; la determinación de los factores que establecen cada una de estas dimensiones para el caso de los planes de formación de las universidades participantes; y los indicadores de calidad que se establecen para cada uno de estos factores en cada caso.

La ejecución de proyectos de investigación de este tipo puede constituir una aportación a la problemática de la calidad de la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria en nuestro país, y sus resultados serán una contribución al análisis y la mejora de los planes de las universidades para esta formación.

## REFERENCIAS

- Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers professional knowledge. En R. Biehler *et al.* (Eds.), *Didactics of mathematics as a scientific discipline* (pp. 73-88). Dordrecht: Kluwer.
- Carrillo, J., Coriat, M., & Oliveira, H. (1999). Teacher education and investigation into teacher's knowledge. En K. Krainer & F. Goffree (Eds.), *On research in mathematics teacher education* [On line] (pp. 99-145). Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Castro, E. (1994). *Niveles de comprensión en problemas verbales de comparación multiplicativa* (Tesis doctoral). Granada: Universidad de Granada.
- Cooney, T. J. (1994). Research and teacher education: In search of common ground. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (6), 608-636.
- Cano, E. (1998). *Evaluación de la calidad educativa*. Madrid: La Muralla.
- Comité de Educación de la RSME. (2001). Sobre la situación de la enseñanza de las matemáticas, *La Gaceta de la RSME* Vol. 4 (3), 500-509.
- Davis, G. & Thomas, M. (1992). *Escuelas eficaces y profesores eficientes*. Madrid: La Muralla.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana.
- De Miguel, J., Cañs, J., Vaquera, E. (2001). *Excelencia. Calidad de las universidades españolas*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Díaz, I., Fernández, J., Martínón, A., Riera, T. (2000) *Jornada Matemática*. Madrid: Congreso de los Diputados.
- Esteve, J. M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria*. Barcelona: Ariel.
- Gómez, P. (2002). Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. *Revista EMA*, 7, 3, 251-293.
- Gómez, P., y Rico, L. (2002). *Análisis didáctico, conocimiento didáctico y formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Granada: Universidad de Granada. [Online] <http://cumbia.ath.cx/pna.htm> (Indicador PNA: 2715).
- García, J. L., Buj, A.; González, J., Ibáñez-Martín, J., Orden, A de la, Pérez, J. Rodríguez, J. (1998). *Elementos para un diagnóstico del Sistema Educativo Español. Informe global*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Gil, F. de (1999) *Indicadores educativos sobre entornos y procesos escolares*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Guzmán, M., Rico, L. (1999). Debate sobre la enseñanza de las matemáticas realizado en la Academia de Ciencias. *Revista Suma*, 31, 15-18.
- Ibáñez-Martín, J., Arribas, C., Bordas, I, Gracia, J., Hernández, F., Medina, A. (1998). *La profesión docente. Diagnóstico del Sistema Educativo*. 5. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Llinares, S. (1998). La investigación sobre el profesor de matemáticas: aprendizaje del profesor y práctica profesional. *Aula. Revista de Enseñanza e Investigación Educativa*, 10, 153-179.
- López, J., Moreno, M. L. (1998) Tercer Estudio Internacional de matemáticas y Ciencias. Análisis de los resultados españoles en matemáticas. *Revista Suma*, 27, 39-47.
- Marchesi, A. (2000) *Controversias en la educación española*. Madrid: Alianza Editorial.
- Moreno, M. F. (1998). *Didáctica de la matemática en la educación secundaria. Manual para la formación inicial del profesorado de secundaria*. Almería: Universidad de Almería.



- OECD (2001). *Home Knowledge and Skills for Life - First result from PISA 2000* [On-line]. <http://www.pisa.oecd.org/Docs/Download/PISAExeSummary.pdf>.
- Rico, L. (Ed.). (1997a). *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria*. Madrid: Síntesis.
- Rico, L. (Coord.), Castro, E., Castro, E., Coriat, M., Marín, A., Puig, L., Sierra, M., y Socas, M. (1997b). *La educación matemática en la enseñanza secundaria*. Barcelona: ice - Horsori.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26 (2), 114-145.
- Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (2001) Documentos de debate: Posición del Área de Conocimiento Didáctica de la Matemática ante la Formación del profesorado de Matemáticas en Educación Secundaria. *Boletín SEIEM* 11, 36-39.
- Sociedad Canaria Isaac Newton (2001) Seminario de reflexión sobre la enseñanza de las matemáticas. *Revista Suma*, 37, 5-25.
- Tiana, A. (2001). Tratamiento y usos de la información en evaluación. *Programa de Evaluación de la Calidad de la Educación*.
- Toranzos, L. (2001). El problema de la calidad en el primer plano de la calidad educativa. *Cumbre iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno*. Programa de Evaluación de la Calidad de la Educación.
- Touriñán López, J. M., Santos, M. A., et al. (1999). La función de la universidad: universidad, calidad y sociedad civil. *Aula Abierta*, 74, 27-67.