

## UNA PERSPECTIVA COMPETENCIAL SOBRE LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE SECUNDARIA DE MATEMÁTICAS

Vicenç Font\*, Norma Rubio \*\*, Yuly Vanegas\*, Susana Ferreres\*, Joan Gómez\*\*\*, Víctor Larios\*\*\*\*

Universitat de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya

España

Pontificia Universidad Católica del Perú

Perú

Universidad Autónoma de Querétaro.

México.

vfont@ub.edu, nrubio@pucp.edu.pe, ymvanegas@ub.edu, sferreres@ub.edu, joang@ma4.upc.edu, vil@uaq.mx

**Resumen:** En este trabajo se presenta primero una propuesta de competencias profesionales en matemáticas y su didáctica en la formación inicial de profesores de secundaria. A continuación se explica cómo se ha desarrollado uno de los componentes de la macro competencia en análisis didáctico (identificación de potenciales mejoras de un proceso de estudio en nuevas implementaciones) en el máster de profesor de secundaria de matemáticas de la Universitat de Barcelona durante el curso 2009-2010 y 2010-2011.

**Palabras clave:** Educación matemática, formación inicial, competencias profesionales, análisis didáctico.

**Abstract:** In this paper we present first a proposal of professional competencies in mathematics education for pre-service teacher training for Secondary School. Next we explain how one of the components of the macro competence in didactic analysis it has been developed (identification of potentials improvements of a study process in new implementations) in the “master for pre-service mathematics teacher training for Secondary School” of the University of Barcelona along the courses 2009-2010 and 2010-2011.

**Key words:** Mathematics education, pre-service teachers, professional competency, didactic analysis.

### Introducción

En los currículos que organizan la educación secundaria, la tendencia es considerar un diseño basado en competencias y a considerar que “saber matemáticas” incluye la competencia para aplicarlas a situaciones de la vida real. Esta tendencia, en algunos países, como es el caso de España, se ha concretado en el diseño de currículos que entienden la competencia matemática de los alumnos de manera similar a como se entiende en el informe PISA 2003.

La tendencia a una convergencia internacional en el diseño de los planes de estudio universitarios, y en particular los que se refieren a la formación del profesorado de matemáticas de secundaria, han impulsado un conjunto de reformas en diferentes países en las que domina un modelo secuencial: primero formación disciplinar y después formación profesionalizadora, que, además, se organiza por competencias profesionales. Este es, por ejemplo, el caso de España, donde para ser profesor, además de un grado que asegure conocimientos matemáticos, es necesario cursar un máster que habilita para el ejercicio de la profesión de Profesor de Educación Secundaria de Matemáticas y su currículum, siguiendo las tendencias internacionales, se organiza por competencias profesionales.

Los currículos de secundaria por competencias conllevan el problema de cómo conseguir que los profesores tengan la competencia profesional que les permita el desarrollo y la evaluación de las competencias matemáticas señaladas en el currículo. Dicho problema lleva a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las competencias profesionales que permiten a los profesores desarrollar y evaluar las competencias, generales y específicas de matemáticas, prescritas en el currículum de secundaria? La respuesta a la cual, a su vez, depende de cómo se conteste a la pregunta previa: ¿Cuál es el conocimiento didáctico-matemático que necesita el profesorado para enseñar matemáticas?

Una de las problemáticas que más ha interesado en el área de educación matemática es la de determinar cuál es el conocimiento didáctico-matemático del profesorado requerido para enseñar matemáticas. Diversos autores coinciden al considerar como una de las competencias profesionales que debe tener un profesor aquella que le permite describir, explicar, valorar y mejorar procesos de enseñanza-aprendizaje (análisis didáctico), pero difieren, entre otros aspectos, en cuáles son las herramientas necesarias para realizar este tipo de análisis didáctico.

En el marco de dos proyectos de investigación sobre el desarrollo de competencias profesionales en matemáticas y su didáctica en la formación inicial de profesores de secundaria, hemos reflexionado sobre las preguntas anteriores y hemos llegado a la conclusión de que la competencia profesional que permite evaluar y desarrollar la competencia matemática se puede considerar compuesta por dos macro competencias que, a su vez, se pueden descomponer en otras: 1) La competencia matemático-epistemológica y 2) La competencia en análisis didáctico de procesos de instrucción matemática. Además, nuestra posición es que, en un contexto curricular de tipo secuencial para la formación inicial de los futuros profesores de matemáticas de secundaria, el núcleo de la competencia profesional del futuro profesor de secundaria debería de ser la competencia en el análisis didáctico. De manera secundaria se debería mejorar la competencia matemática-epistemológica.

### **Marco de referencia e hipótesis**

Para el desarrollo de la competencia en análisis didáctico, hemos optado por el modelo de análisis propuesto por un enfoque de investigación integrativo en el área de didáctica de las matemáticas: el enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS). Este enfoque (Font, Planas y Godino, 2010) propone un análisis didáctico de procesos de instrucción que considera los siguientes cinco niveles o tipos de análisis: 1) Identificación de prácticas matemáticas. 2) Elaboración de las configuraciones de objetos y procesos matemáticos. 3) Análisis de las trayectorias e interacciones didácticas. 4) Identificación del

sistema de normas y metanormas. 5) Valoración de la idoneidad didáctica del proceso de instrucción.

En este trabajo se explica un experimento de enseñanza en el que se ha implementado un ciclo formativo para contribuir a desarrollar la competencia en análisis didáctico en los futuros profesores de secundaria.

Nuestra hipótesis es que hay un núcleo de la competencia en análisis didáctico que entendemos como: “Diseñar, aplicar y valorar secuencias de aprendizaje, mediante técnicas de análisis didáctico y criterios de calidad, para establecer ciclos de planificación, implementación, valoración y plantear propuestas de mejora. Y suponemos que podemos encontrar criterios e indicios del desarrollo de esta competencia y de cómo se relaciona con las otra competencias profesionales del futuro profesor de matemáticas de secundaria.

La competencia en análisis didáctico se caracterizó a priori de la manera siguiente, donde N1, N2 y N3 indican grados de desarrollo:

*Competencia en análisis de secuencias didácticas*

<b>Diseñar, aplicar y valorar secuencias de aprendizaje, mediante técnicas de análisis didáctico y criterios de calidad, para establecer ciclos de planificación, implementación, valoración y plantear propuestas de mejora.</b>		
N1: Muestra conocimiento del currículum de matemáticas como elementos fundamentales para comprender su práctica pedagógica.	N2: Integra teorías, metodologías y currículum, en la planificación de los procesos de enseñanza y reconoce las implicancias en su práctica considerando los contextos institucionales.	N3: Implementa la planificación de los procesos de enseñanza en sus prácticas y emite juicios argumentados y reflexivos acerca de las teorías, metodologías y el currículum.
N1: Aplica herramientas para describir las prácticas, objetos y procesos matemáticos presentes en un proceso de enseñanza aprendizaje. y muy en especial en su propia práctica.	N2: Conoce y aplica herramientas socioculturales para conocer la interacción y las normas que condicionan un proceso de enseñanza aprendizaje y muy en especial en su propia práctica.	N3: Explica los fenómenos didácticos observados en los procesos de enseñanza aprendizaje y muy en especial en su propia práctica
N1: Conoce criterios de calidad y los tiene presentes en la planificación de una secuencia didáctica de matemática	N2: Utiliza criterios de calidad para valorar procesos ya realizados de enseñanza y aprendizaje de la matemática	N3: Aplica criterios de calidad para valorar su propia práctica y realizar innovaciones con el objetivo de mejorarla

Tabla1. Grados de desarrollo de la competencia en análisis didáctico

**Metodología**

La investigación es primordialmente cualitativa, puesto que estamos interesados en describir el desarrollo de la competencia en análisis didáctico de los futuros profesores. Las muestras han

sido intencionales. El experimento de enseñanza para el desarrollo de la competencia en análisis didáctico se ha desarrollado con futuros profesores de secundaria/bachillerato de la Universidad de Barcelona (España) durante los cursos 2009-2010 y 2010-2011. Como grupo de contraste en tareas específicas se ha trabajado con estudiantes del máster de profesor de secundaria de matemáticas de Universidad Politécnica de Catalunya (España), con estudiantes del grado de Matemáticas de la Maestría en Docencia de las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Querétaro (México) y de la Maestría en Enseñanza de las matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. También, se trabaja con estudiantes de la Universidad de Pamplona (Colombia). En general, son alumnos con un conocimiento variado sobre matemáticas y concepciones sesgadas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

El registro de la información fue la grabación en video de las clases impartidas, la documentación grabada en la plataforma moodle (powerspoints, lecturas, tareas y respuestas de los alumnos a las tareas, cuestionarios y respuestas de los alumnos a los cuestionarios) y material impreso.

### Ciclo formativo

El desarrollo de la competencia en análisis didáctico corresponde a todas las asignaturas del máster de profesor de secundaria de matemáticas de la Universitat de Barcelona. A continuación comentamos brevemente la secuencia que se ha seguido en tres asignaturas del máster para contribuir al desarrollo de dicha competencia durante los cursos 2009-2010 y 2010-2011. Este ciclo formativo se ha focalizado en el desarrollo de herramientas que permitan valorar la idoneidad didáctica de procesos de instrucción.

En la asignatura de innovación e investigación sobre su propia práctica se ha seguido la siguiente secuencia:

1) *Análisis de casos (sin teoría)*. Se propuso a los alumnos la lectura y análisis del episodio descrito en Font, Planas y Godino (2010), dicho análisis se debía realizar a partir de sus conocimientos previos sobre análisis didáctico. El proceso seguido fue el siguiente: 1) Lectura individual del contexto del problema y de la transcripción. 2) Formación de grupos de 3-4 personas. 3) Análisis didáctico del episodio de clase en grupo. 4) Elaboración de conclusiones. 5) Presentación a los otros grupos de las conclusiones.

2) *Emergencia de los niveles de análisis didáctico propuestos por el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS)*. La puesta en común de los análisis realizada por los diferentes grupos, completada con la técnica de “otras voces” si es necesario, permite observar como el gran grupo ha contemplado los cinco niveles de análisis que siguen, aunque

cada grupo sólo ha contemplado alguno de ellos: 1) Análisis de las prácticas matemáticas. 2) Análisis de objetos y procesos matemáticos activados y emergentes de las prácticas matemáticas. 3) Análisis de las trayectorias e interacciones didácticas y de conflictos semióticos. 4) Identificación del sistema de normas que condicionan y hacen posible el proceso de estudio (dimensión normativa). 5) Valoración de la idoneidad didáctica del proceso de estudio.

Los niveles de análisis 1-4 son herramientas para una didáctica descriptiva explicativa (para comprender) que permite responder a la pregunta ¿Qué está pasando (y por qué) aquí? El nivel de análisis 5 pretende ser una herramienta para una didáctica prescriptiva (para evaluar y para indicar el camino a seguir) que permite responder a la pregunta ¿Qué se debería hacer?

3) *Teoría (criterios de idoneidad)*. De los cinco niveles anteriores en la asignatura de innovación e investigación sobre su propia práctica se focaliza la atención en el quinto, para ello se dan elementos teóricos a los alumnos, en concreto se les explican los criterios de idoneidad propuestos en el EOS mediante la lectura de algunas páginas del capítulo “Inicio a la investigación en la enseñanza de las matemáticas en secundaria y bachillerato”, del libro “Matemáticas: Investigación, innovación y buenas prácticas” (Font y Godino, 2011). Dicho enfoque (Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi, 2006; Godino, Font, Wilhelmi y De Castro, 2009) propone los siguientes criterios de idoneidad:

*Idoneidad epistémica*, se refiere a que las matemáticas enseñadas sean unas “buenas matemáticas”. Para ello, además de tomar como referencia el currículo prescrito, se trata de tomar como referencia a las matemáticas institucionales que se han transpuesto en el currículo.

Se puede aumentar su grado presentando a los alumnos una muestra representativa y articulada de problemas de diversos tipos (contextualizados, con diferentes niveles de dificultad, etc.); procurando el uso de diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico...), y traducciones y conversiones entre los mismos; procurando que el nivel del lenguaje matemático utilizado sea adecuado y que las definiciones y procedimientos estén clara y correctamente enunciados y adaptados al nivel educativo a que se dirigen; asegurando que se presentan los enunciados y procedimientos básicos del tema y adecuando asimismo las explicaciones, comprobaciones, demostraciones al nivel educativo a que se dirigen; estableciendo relaciones y conexiones significativas entre las definiciones, propiedades, problemas del tema estudiado, etc.

*Idoneidad cognitiva*, expresa el grado en que los aprendizajes pretendidos/ implementados están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los aprendizajes logrados a los pretendidos/implementados.

Se puede aumentar su grado asegurándonos, por una parte, que los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema y, por otra parte, que los contenidos que se pretenden enseñar se pueden alcanzar (tienen una dificultad manejable); procurando incluir actividades de ampliación y de refuerzo; realizando una evaluación formativa durante el proceso de enseñanza-aprendizaje que nos asegure que los alumnos se han apropiado de los contenidos enseñados.

*Idoneidad interaccional*, grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado y favorecen la autonomía en el aprendizaje.

Se puede aumentar su grado asegurándonos que el profesor hace una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, ¿se le entiende cuando habla?, haciendo un uso correcto de la pizarra, poniendo suficiente énfasis en los conceptos clave del tema, etc.); procurando reconocer y resolver los conflictos de significado de los alumnos (interpretando correctamente los silencios de los alumnos, sus expresiones faciales, sus preguntas, etc.); utilizando diversos recursos retóricos argumentativos para captar, implicar, etc. a los alumnos; procurando facilitar la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase y no la exclusión; favoreciendo el diálogo y comunicación entre los estudiantes; contemplando momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio (exploración, formulación y validación) etc.

*Idoneidad mediacional*, grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se puede aumentar su grado usando materiales manipulativos e informáticos; procurando que las definiciones y propiedades sean contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones; procurando invertir el tiempo en los contenidos más importantes o nucleares del tema e invirtiendo el tiempo en los contenidos que presentan más dificultad de comprensión.

*Idoneidad afectiva*, grado de implicación (interés, motivación) del alumnado en el proceso de estudio. Se puede aumentar su grado seleccionando tareas de interés para los alumnos, promoviendo la valoración de la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional; promoviendo la implicación en las actividades, la perseverancia, responsabilidad, etc.; favoreciendo la argumentación en situaciones de igualdad de manera que el argumento se

valore en sí mismo y no por quién lo dice; promoviendo la autoestima evitando el rechazo, fobia o miedo a las matemáticas, etc.

*Idoneidad ecológica*, grado de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social, etc.

Se puede aumentar su grado asegurando que los contenidos enseñados se corresponden con las directrices curriculares; asegurando que dichos contenidos contribuyen a la formación socio-profesional de los estudiantes; procurando que los contenidos que se enseñan se relacionan con otros contenidos matemáticos y de otras disciplinas, etc.

4) *Análisis de una clase completa sobre ecuaciones utilizando los criterios de idoneidad.*

5) *Lectura y comentario de partes de algunos trabajos final de máster de cursos anteriores*, en los que los futuros profesores de cursos anteriores utilizaron los criterios de idoneidad para valorar la unidad didáctica que implementaron en el prácticum II (este punto sólo es posible a partir de la segunda edición del máster)

6) En las asignaturas *Prácticum II* y *Trabajo Final de Máster* los alumnos han de utilizar los criterios de idoneidad para diseñar y valorar su propia práctica, en concreto la unidad que han diseñado e implementado en el Prácticum II.

### **Consideraciones finales**

La evaluación inicial diagnóstica sobre la competencia de análisis didáctico de los futuros profesores nos ha permitido concluir que estos utilizan algunos de los cinco niveles de análisis didáctico propuesto por el EOS. Además la puesta en común de los análisis realizada por los diferentes grupos de alumnos permite observar como el gran grupo ha contemplado estos cinco niveles de análisis, aunque cada grupo sólo ha contemplado alguno de ellos.

Con relación a la valoración de procesos de instrucción identificamos una mayor profundidad en el análisis y valoración de la práctica *propia* en relación al análisis y valoración de la práctica *ajena*.

Los criterios de idoneidad han resultado una herramienta útil para organizar la reflexión sobre su propia práctica, aunque se han tenido poco en cuenta en la primera fase de planificación. Dicho de otra manera, los alumnos no fueron conscientes de su potencia como herramienta a priori para diseñar una secuencia didáctica. En su planificación de la secuencia didáctica que tuvieron que implementar no los consideraron como criterios que indican cómo se deben de hacer las cosas. En cambio les fueron muy útiles para organizar la reflexión sobre su práctica una vez realizada. Volvieron a ser muy útiles cuando los futuros profesores tuvieron que

justificar una secuencia didáctica que mejoraría la implementación realizada en su período de prácticas.

Por cuestiones de espacio no especificaremos la problemática relacionada con cada uno de los criterios de idoneidad, nos limitaremos a comentar brevemente el caso del criterio epistémico. Los futuros profesores inicialmente consideraban la idoneidad epistémica como “la falta de errores del profesor o libro de texto”. Después surgió el criterio “coherencia”, por ejemplo este criterio no se podía aplicar a un profesor que definía la mediatriz como la perpendicular que pasa por el punto medio del segmento y a continuación explicaba un procedimiento de construcción de la mediatriz en el que se utilizaba que la mediatriz era el lugar geométrico de los puntos que están a igual distancia de los extremos del segmento. Por último fue apareciendo el criterio “representatividad”, en el sentido de que la secuencia didáctica debía ser, dentro de lo posible, representativa de la complejidad del objeto matemático que se quería explicar.

### Agradecimientos

Trabajo realizado en el marco de los siguientes proyectos de investigación: 1) REDICE-10-1001-13 “Una perspectiva competencial sobre el Master de Formación de Profesor de Secundaria de Matemáticas”. 2) EDU2009-08120 “Evaluación y desarrollo de competencias profesionales en matemáticas y su didáctica en la formación inicial de profesores de secundaria/bachillerato”. Por otra parte, esta investigación también ha sido posible mediante la ayuda del ARCE (Agrupació de Recerca en Ciències de l'Educació) 2010.

### Referencias bibliográfica

- Font, V. y Godino, J. D. (2011). Inicio a la investigación en la enseñanza de las matemáticas en secundaria y bachillerato. En J.M. Goñi (Ed.), *Matemáticas: Investigación, innovación y buenas prácticas* (9-55). Barcelona: Graó.
- Font, V., Planas, N. y Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje* 33(1), 89-105.
- Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma XXVII*, (2), 221-252.
- Godino, J. D., Font, V., Wilhelmi, M. R. y Castro, C. de (2009). Una aproximación a la dimensión normativa en didáctica de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 59-76.