

Formación de profesores de matemáticas. Caracterización y desarrollo de competencias docentes¹

Salvador Llinares

Universidad de Alicante,

España

sllinares@ua.es

Resumen²

Uno de los objetivos de los programas de formación de profesores de matemáticas es potenciar el desarrollo del conocimiento y destrezas necesarias para analizar la enseñanza de las matemáticas, y en particular el desarrollo de la competencia docente denominada "mirar con sentido" los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Esta situación conlleva la necesidad de caracterizar esta competencia docente así como su desarrollo en contextos específicos. El desafío para los programas de formación está situado en diseñar entornos de aprendizaje que permitan a los estudiantes para profesor el desarrollo de la competencia docente "mirar con sentido" la enseñanza aprendizaje de las matemáticas de manera que ayude a los estudiantes para profesor a construir conocimiento sobre la enseñanza de las matemáticas y desarrollar al mismo tiempo formas de generarlo.

Palabras clave

Formación de profesores, competencia docente, mirar con sentido.

Abstract

One of the objectives of math teacher preparation programs is to promote the development of the knowledge and skills necessary to analyze the teaching of math, and in particular the development of a teaching competency called "observing with meaning" the processes of math teaching and learning. This situation entails the need to characterize this teaching competency as well as its development in specific contexts. The challenge for the teacher preparation programs is situated in the design of learning environments that permit future teachers to develop the teaching competency of "observing with meaning" the teaching learning of math that helps them to construct knowledge about the teaching of math and at the same time develop ways of generating that knowledge.

Key words

Teacher preparation, teaching competency, observing with meaning.

¹ Este trabajo corresponde a una conferencia paralela dictada en la XIII CIAEM, celebrada en Recife, Brasil el año 2011.

² El resumen y las palabras clave en inglés fueron agregados por los editores.

1. “Mirar con sentido” como un aspecto de la competencia docente del profesor de matemáticas

Las reflexiones sobre la formación de profesores realizadas desde diferentes ámbitos señalan que no es factible esperar que los graduados salgan de los programas de formación como expertos lo que ha llevado a enfatizar las posibilidades de aquellas aproximaciones que preparen a los estudiantes para profesores a aprender a lo largo de la vida profesional. Esta aproximación subraya la importancia de desarrollar conocimiento y destrezas para analizar la enseñanza de las matemáticas, y en particular subrayan la importancia de la competencia docente denominada “mirar con sentido” los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; Mason, 2002; Sherin, Jacobs & Philipp, 2011; Llinares & Valls, 2010). La competencia docente “mirar con sentido” permite al profesor de matemáticas ver las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas de una manera profesional integrando tres destrezas: *identificar* los aspectos relevantes de la situación de enseñanza; *usar* el conocimiento sobre el contexto para razonar sobre las interacciones en el aula, y realizar *conexiones entre sucesos específicos del aula y principios e ideas más generales* sobre la enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, Jacobs *et al.* (2010) conceptualizan esta competencia como un conjunto de tres destrezas interrelacionadas: identificar las estrategias usadas por los estudiantes, interpretar la comprensión puesta de manifiesto por los estudiantes y decidir cómo responder (decisiones de acción) teniendo en cuenta la comprensión de los estudiantes.

Las investigaciones en este ámbito pretenden determinar en qué el desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido” permite a los profesores tener en cuenta el pensamiento matemático de los estudiantes en su interpretación de las situaciones de enseñanza de las matemáticas (Prieto & Valls, 2010).

El proceso de aprendizaje de los estudiantes para profesor y de los profesores ha empezado a ser concebido como un proceso de enculturación (Llinares, 2004; 2002–a) considerando los saberes de referencia, la naturaleza del conocimiento profesional y las características del uso del conocimiento en el desarrollo de una determinada práctica (que en este caso es la actividad de enseñar matemáticas). El desafío para los programas de formación de profesores procede del carácter integrado del conocimiento (por ejemplo la relación entre el conocimiento de matemáticas y el conocimiento de contenido pedagógico específico de las matemáticas) y cómo el profesor llega a identificar e interpretar los aspectos relevantes de la enseñanza de las matemáticas. Como consecuencia se deriva una prioridad para los programas de formación de profesores: su necesaria articulación a través de tareas que intenten la integración y transformación del conocimiento de manera coherente y sistemática.

Para gestionar esta prioridad en los programas de formación consideramos tres aspectos:

- subrayar la idea de la enseñanza de las matemáticas como una práctica que debe ser comprendida,
- el papel que pueden desempeñar los “instrumentos conceptuales y técnicos” en el desarrollo de los procesos de interpretación de la práctica, y

- la relación entre lo social y lo personal en el proceso de aprendizaje (tanto en contextos de formación inicial como de aprendizaje a lo largo de la vida) operativizado a través del desarrollo de procesos de interacción entre las personas.

Desde una perspectiva sociocultural, el aprendizaje y desarrollo profesional del profesor puede ser entendido como cambios en cómo participar en las prácticas matemáticas que se generan en el aula y cómo ésta es comprendida por el profesor. En este sentido, la enseñanza de las matemáticas se considera una práctica caracterizada por:

- realizar unas “tareas” para lograr un fin,
- hacer uso de unos “instrumentos”, y
- poder llegar a justificar su uso.

Por lo tanto, el desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido” pasa por llegar a identificar e interpretar los aspectos relevantes en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, los instrumentos conceptuales – ideas teóricas procedentes de la Didáctica de la matemática– y técnicos desempeñan diferentes papeles en la caracterización del proceso de identificar e interpretar la enseñanza de las matemáticas. Los instrumentos conceptuales permiten poseer unas referencias para identificar lo que puede ser relevante de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas e interpretarlas lo que condiciona lo que se ve y cómo se ve. Desde esta perspectiva del desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido”, se generan condiciones para los formadores de profesores cuando tienen que diseñar oportunidades – entornos de aprendizaje– para que los estudiantes para profesor o los profesores en ejercicio lleguen a generar nuevo conocimiento y destrezas así como que se potencie la capacidad para seguir aprendiendo desde la práctica. Es decir, cuando en el diseño instruccional en los programas de formación se quiere reflejar la idea de que aprender a enseñar supone aprender a usar y generar nuevo conocimiento desde la enseñanza.

2. El desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido” del profesor de matemáticas

La conceptualización de la competencia docente “mirar con sentido” como identificar, interpretar y tomar decisiones de acción en la enseñanza ha permitido realizar investigaciones que apoyan la hipótesis de que bajo ciertas condiciones esta competencia puede ser aprendida. La manera en la que las tres destrezas interrelacionadas que conforman esta competencia (identificar, interpretar y tomar decisiones de acción) se configura en el proceso de aprendizaje de los estudiantes para profesor puede aportar información sobre el proceso de llegar a ser un profesor de matemáticas (Penalva, Rey & Llinares, 2011; Prieto & Valls, 2010). Las investigaciones previas indican que

- las características de las tareas presentadas y la naturaleza de las interacciones entre los estudiantes para profesor determinan los focos de atención sobre la enseñanza de las matemáticas,

- los diferentes tópicos sobre los que se centra la atención condicionan la manera en la que los estudiantes para profesor interpretan los hechos (es decir, la forma en que vinculan las evidencias a las ideas teóricas), y
- el desarrollo de un discurso profesional se vincula al papel de referentes desempeñado por la información teórica relativa a Didáctica de la Matemática (“scaffolding”).

Desde estos resultados, y para caracterizar el desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido”, una cuestión importante que se plantea es la relación entre la interacción de los estudiantes para profesor y el desarrollo de esta competencia docente. En particular, considerando la interacción mediada por la tecnología en un contexto b-learning en el que las actividades presenciales se mezclan con las actividades en línea.

Además, en un contexto b-learning otra cuestión importante hace referencia a cómo caracterizar los procesos de construcción colaborativa del conocimiento que ocurren en discusiones asincrónicas tales como los debates virtuales entre estudiantes para profesor. En este contexto, las características del proceso argumentativo de los estudiantes para profesores se relaciona con otras dimensiones que definen la calidad del discurso generado como son la forma de participar y el contenido del discurso.

Desde un punto de vista conceptual, Wells (2002) indica que es en la interacción donde se puede producir progreso en el sentido de que, compartir, cuestionar y revisar opiniones puede conducir a una nueva comprensión de todos los que participan. Una característica adicional a esta hipótesis, esencial para que el discurso sea progresivo, es que el contenido del discurso sea considerado un “artefacto del conocimiento” sobre el que los participantes trabajan colaborativamente para mejorar. Desde las perspectivas sociales del aprendizaje se asume que pensamiento y discurso se consideran dos aspectos inseparables de un mismo fenómeno, por lo que las aportaciones en los espacios de interacción social son consideradas indicativas de la forma de aprender (Penalva et al., 2011). Los resultados de las investigaciones previas indican que la colaboración discursiva entre los profesores en este tipo de entornos de aprendizaje parece fomentar la construcción del conocimiento de Didáctica de la Matemática que es pertinente para la resolución de las tareas de planificar la enseñanza e interpretar las producciones matemáticas de los estudiantes. En particular, la estructura de los entornos de aprendizaje parece influir en la manera en la que los estudiantes para profesor interaccionan entre ellos en un intento de ampliar y transformar su comprensión de la enseñanza de las matemáticas. En este sentido, las interacciones parecen potenciarse cuando existe un foco de interés compartido lo que les permite llegar a compartir un cierto nivel de comprensión de la situación (Llinares & Valls, 2009, 2010; Prieto & Valls, 2010).

3. Diseñando entornos de aprendizaje en los programas de formación dirigidos al desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido”.

El desafío planteado es el de diseñar entornos de aprendizaje que permitan a los estudiantes para profesor construir conocimiento sobre la enseñanza de las matemáticas y desarrollar al mismo tiempo formas de generarlo. Esta forma de concebir el proceso de aprendizaje del profesor se apoya en la generación de destrezas y conocimiento vinculados a

- ver,
- interpretar,
- escuchar, y
- diseñar perspectivas de acción vinculadas a la práctica de enseñar matemáticas.

Esta aproximación a la formación de profesores de matemáticas –inicial y permanente– no deja de lado el hecho de que los procesos de dotar de significado generados por los estudiantes para profesor y los profesores plantean cuestiones sobre cómo deben ser los materiales –es decir, los elementos técnicos– usados en el programa de formación. El desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido” tiene aspectos individuales pero también aspectos sociales ya que los profesores y estudiantes para profesor deben llegar a participar en el discurso de la enseñanza como una manifestación del proceso de enculturización en la práctica de enseñar matemáticas. Este último aspecto es el que subraya la importancia de construir contextos que apoyen la interacción entre los profesores y estudiantes para profesor como una manera de potenciar la construcción del conocimiento y destrezas necesarias para enseñar matemáticas (Torregrosa et al, 2010; Penalva et al, 2006). Este contexto implica ciclos de desarrollo y diseño, implementación, evaluación y refinamiento de ideas para mejorar el diseño. Este ciclo suele denominarse “experimentos de enseñanza” (Callejo, Valls & Llinares, 2007) y tiene como objetivo integrar la reflexión teórica con el diseño de entornos de aprendizaje cada vez más próximos a los principios teóricos que fundamentan las decisiones.

Las nuevas tecnologías permiten diseñar entornos de aprendizaje en los que es factible integrar registros de la práctica –en formato de video-clips–, documentos en formato texto con información de apoyo al proceso de problematizar diferentes aspectos de la práctica de enseñar, y espacios de interacción –en forma de debates virtuales– que permiten potenciar el uso de los registros de la práctica de enseñar. La figura 1 esquematiza las actividades y sus relaciones sobre las que se estructura el diseño de estos entornos de aprendizaje. El visionado de video-clips con registros de la práctica de enseñar matemáticas junto con la lectura de documentos de referencia permite establecer una relación entre la “evidencia” e instrumentos a ser usados para interpretar dicha evidencia, y en resumen para empezar a pensar “sobre la enseñanza de las matemáticas”. Los documentos proporcionados constituyen los recursos que permiten a los profesores y estudiantes para profesor realizar análisis más allá de las características superficiales de las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (Valls et al, 2006).

Por otra parte, la posibilidad de compartir las interpretaciones y la manera en la que cada uno dota de significado a los diferentes aspectos de la "realidad" de la enseñanza de las matemáticas, a los mismos instrumentos teóricos y a la propia experiencia personal que emerge al intentar clarificar las propias posiciones se maximiza mediante un determinado uso de los debates virtuales que pueden complementar las sesiones presenciales de trabajo de análisis. Finalmente, la necesidad de sintetizar las diferentes posiciones e interpretaciones generadas explicitando las diferentes alternativas cuando se escribe informes de síntesis puede permitir potenciar la generación de conocimiento y destrezas útiles para la enseñanza de las matemáticas.

Los vídeos se acompañan de las transcripciones de los mismos y de los materiales confeccionados por los aprendices de la lección grabada. Los textos permiten identificar el contexto en el que transcurre la lección y proporcionan las referencias necesarias para el proceso de análisis.



Figura 1: Actividades y relaciones en entornos de aprendizaje.

Participar en debates virtuales permite explicitar y usar las concepciones previas sobre los distintos focos del análisis y entablar interacciones con los compañeros sobre las distintas interpretaciones dadas a las situaciones de enseñanza-aprendizaje planteadas en el vídeo-clips. Los debates virtuales tienen como objetivo ayudar a transformar los planteamientos iniciales mediante la introducción, en el discurso generado, de los instrumentos conceptuales pertinentes. Las interacciones pueden articularse y guiarse mediante distintas preguntas. Finalmente escribir un informe en grupo sobre las cuestiones relacionadas con los objetivos planteados o proponer nuevas alternativas centradas en modificaciones de la tarea que fue presentada en la lección grabada en video o en posibles alternativas de actuación por parte del profesor constituye la posibilidad de sintetizar el trabajo realizado.

La figura 2 representa la estructura de un entorno de aprendizaje diseñado siguiendo estos principios y que usa una plataforma web para favorecer la interacción (debate virtual) y el acceso a los materiales (videos y documentos).

El uso de video-clips como descripciones de situaciones de enseñanza-aprendizaje puede permitir a los estudiantes para profesor desarrollar acciones como:

Observar, analizar, predecir, generar pudiendo hacer uso de instrumentos conceptuales proporcionados por los saberes de referencia.

La explicitación de lo matemático y lo didáctico en el análisis de situaciones de enseñanza-aprendizaje permite a los estudiantes para profesor tener oportunidades para

Empezar a caracterizar los conceptos y procesos matemáticos como objetos de enseñanza-aprendizaje (intentar verlos como nociones y procesos a ser aprendidas y no solo como elementos componentes de un determinado dominio de conocimiento matemático), identificar sus propias concepciones sobre el aprendizaje matemático, la enseñanza, su papel como profesores y sobre las situaciones matemáticas como instrumentos de aprendizaje, expresar sus propias ideas didácticas y desarrollarlas, y

Poder comprobar sus ideas con otros y mediante la discusión de lecturas relacionadas permitiendo la generación de críticas razonadas.

Figura 2: Estructura de un entorno de aprendizaje basado en la web integrando video-clips, información en formato texto, y espacios de interacción social.

La posibilidad de que los estudiantes para profesor puedan trabajar con video-clips procedentes de diferentes contextos desde diferentes puntos de vista puede dotarles de la destreza de seguir aprendiendo en situaciones nuevas cuando ya no esté en el programa de formación al desarrollar destrezas y conocimiento específicos vinculados a la práctica de enseñar matemáticas. De esta manera, las conexiones entre ideas y principios generales con ejemplos procedentes de la propia práctica dotan a los estudiantes para profesor de una formación para poder seguir aprendiendo en cada nueva situación. Complementar textos con video-clips y contextos para la interacción social pueden de esta manera promover el aprendizaje efectivo.

En estos momentos, el desarrollo de las tecnologías de la comunicación permite que se pueda participar en entornos de aprendizaje virtuales que pueden complementar las actividades presenciales en los programas de formación inicial como en las oportuni-

dades pensadas para potenciar el desarrollo profesional. Sin embargo, los entornos de interacción virtuales definen nuevos roles para los estudiantes para profesor y para los formadores de profesores que no se consiguen de manera inmediata. En este sentido los estudios que analizan las características de la integración del conocimiento teórico en los procesos de razonamiento pedagógico de los estudiantes para profesor vinculados a la resolución de problemas prácticos muestran la dificultad de la relación teoría práctica, así como la generación de nuevos papeles en la interacción virtual entre los estudiantes para profesor y la constitución de verdaderas comunidades de aprendices.

Como en cualquier caso de diseño de innovación educativa, esta situación implica ciclos de desarrollo, implementación, evaluación y refinamiento de ideas (Callejo, Valls & Llinares, 2007). Una vez los primeros diseños se implementan, el análisis de lo producido permite refinar estas propuestas iniciales. Las diferentes iteraciones de estos ciclos permiten suponer mejoras paulatinas en las iniciativas de formación. Lo que nosotros admitimos que es importante en esta situación es que los diseños iniciales se basan en un modelo teórico del aprendizaje del profesor (aprendizaje inicial y a lo largo de toda la vida) combinado con la experiencia de formación de profesores e investigación sobre dichos procesos formativos reunida durante las últimas décadas

4. A modo de conclusión

Dos ideas son importantes en este planteamiento que relaciona la caracterización de la competencia docente “mirar con sentido” del profesor de matemáticas, y sobre el desarrollo de esta competencia docente y el diseño de entornos de aprendizaje en un programa de formación. La primera idea es que el “conocimiento en uso” que configura la competencia docente “mirar con sentido” se ve como el uso de instrumentos tanto físicos como conceptuales en la identificación e interpretación de aspectos relevantes en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. La segunda, que el aprender – en este caso el desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido”– se ve como la transformación de la persona mediante la participación creciente en “prácticas sociales” en función de la naturaleza de las tareas y actividades que resuelven. Una implicación de esta manera de entender el aprendizaje es el papel desempeñado por lo social en la construcción del conocimiento. Por otra parte, al ver el aprendizaje como un proceso por el cual las personas se apropian en un contexto social de instrumentos para “pensar” y “actuar” en una comunidad de práctica genera implicaciones sobre las características de los espacios de interacción necesarios para apoyar esta construcción social del conocimiento. El uso de entornos interactivos integrados en la web permite suponer que se pueden apoyar ciertos aspectos de lo que significa el desarrollo de la competencia docente “mirar con sentido”.

Esta perspectiva del aprendizaje tiene implicaciones sobre el diseño de los materiales de enseñanza para el programa de formación, y los espacios de interacción que tienen como objetivo el que los estudiantes para profesor construyan conocimiento necesario para enseñar matemáticas y plantea todavía muchos interrogantes sobre las decisiones que hay que tomar al pensar en cómo diseñar las oportunidades para aprender. Sin embargo, al ser la actividad de formar profesores una actividad institucionalizada hace

que no sea fácil tomar decisiones únicamente considerando lo que los análisis teóricos nos dicen. De todas maneras, en estos momentos los adelantos tecnológicos permiten ir incorporando a la formación de profesores medios materiales que son pertinentes desde puntos de vista teóricos.

Reconocimiento. La investigación mencionada en esta presentación ha sido realizada con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia, Dirección General de Investigación, través del proyecto nº EDU2008-04583.

Referencias

- Callejo, M.; Valls, J.; Llinares, S. (2007). Interacción y análisis de la enseñanza. Aspectos claves en la construcción del conocimiento profesional. *Investigación en la escuela*, 61, 5–21.
- Fernández, C.; Llinares, S.; Valls, J. (2011). Características del desarrollo de una mirada profesional en estudiantes para profesor de matemáticas en un contexto b-learning. *ACTA SCIENTIAE*.
- Fernández, C.; Llinares, S.; Valls, J. (2011). Aprendiendo a “mirar con sentido” el aprendizaje matemático. Comunicación en la XIII Conferencia Interamericana de Educación matemática-CIAEM. Recife-Brasil. Junio 2011.
- Jacobs, V.; Lamb, L.; Philipp, R. (2010). Professional noticing of children’s mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169–202.
- Llinares, S. (2009). Competencias docentes del maestro en la docencia en matemáticas y el diseño de programas de formación. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 51, 92–101.
- Llinares, S.; Olivero, F. (2008). Virtual communities and networks of prospective mathematics teachers. technologies, interactions and new forms of discourse. En K. Krainer y T. Wood (Eds.), *Participants in Mathematics Teacher Education. Individuals, Teams, Communities and Networks* (pp.155–180). Rotterdam /Taipei: Sense Publishers.
- Llinares, S.; Valls, J. (2009). The building of pre-service primary teachers knowledge of mathematics teaching: interaction and online video case studies. *Instructional Science*, 37(2), 247–271.
- Llinares, S.; Valls, J. (2010). Prospective primary mathematics teachers learning from on-line discussions in a virtual video-based environment. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13 (2), 177–196.
- Llinares, S. Valls, J. y Roig, A.I. (2008). Aprendizaje y diseño de entornos de aprendizaje basado en videos en los programas de formación de profesores de matemáticas. *Educación Matemática*, 20(3), 31–54.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice. The discipline of noticing*. London: Routledge-Falmer.
- Penalva, M.; Rey, C.; Llinares, S. (2011). Identidad y aprendizaje de estudiantes de psicopedagogía. Análisis de un contexto b-learning en didáctica de la matemática. *Revista Española de Pedagogía*, LXIX. 248, 101–118.
- Penalva, M.C.; Escudero, I.; y Barba, D. (2006). *Conocimiento, entornos de aprendizaje y autorización para la formación del profesorado de matemáticas. Construyendo comunidades de práctica*. Granada-España: Proyecto Sur.

- Prieto, J.; Valls, J. (2010). Aprendizaje de las características de los problemas aritméticos elementales de estructura aditiva en estudiantes para maestro. *Educación Matemática*, 22(1), 57-85.
- Rey, C., Penalva, M.C. y Llinares, S. (2006). Aprendizaje colaborativo y formación de asesores en matemáticas: Análisis de un caso. *Cuadrante*, XV, 95-120.
- Sherin, M.; Jacobs, V.; Philipp, R. (2011). *Mathematics Teacher Noticing. Seeing Through Teachers' Eyes*. Routledge-Taylor & Francis: New York.
- Torregrosa, G.; Haro, M.; Penalva, M.; Llinares, S. (2010). Concepciones del profesor sobre la prueba y software dinámico. Desarrollo en un entorno virtual de aprendizaje. *Revista de Educación*. 352, 379-404.
- Valls, J.; Callejo, M.; Llinares, S. (2008). Dialécticas en el diseño de materiales curriculares y entornos de aprendizaje para estudiantes para maestro en el área de Didáctica de la matemática. *PUBLICACIONES*. 38, 89-103.