



VOL. 18, Nº 3 (sept.-diciembre 2014)

ISSN 1138-414X (edición papel)

ISSN 1989-639X (edición electrónica)

Fecha de recepción 26/10/13

Fecha de aceptación 21/02/2014

## INNOVACIÓN METODOLÓGICA BASADA EN EL APRENDIZAJE REALISTA. UN ESTUDIO EXPLORATORIO CON PROFESORADO UNIVERSITARIO

*Methodological innovation -based learning realistic. An exploratory study with university faculty*



Ángel Alsina  
Facultad de Educación y Psicología  
Universidad de Girona  
E-mail: [angel.alsina@udg.edu](mailto:angel.alsina@udg.edu)

### Resumen:

*El objetivo de este estudio es analizar los factores del aprendizaje realista que contribuyen a cambiar la metodología de 23 docentes de didáctica de las matemáticas de tres universidades chilenas que participan en un programa de formación en estrategias metodológicas innovadoras. Para el análisis de los datos, que se han obtenido a través de diarios reflexivos y un cuestionario, se usa una metodología cualitativa con un diseño ex post facto. El método de comparación constante ha permitido determinar cinco meta-categorías del aprendizaje realista que favorecen la innovación metodológica: la concienciación sobre el método de enseñanza; la reflexión sistemática sobre el propio método de enseñanza; la construcción conjunta de conocimientos; el contraste entre prácticas docentes en el aula universitaria; y la reconstrucción de conocimientos. Se concluye que estos factores tienen implicaciones en la transformación de la práctica docente del profesorado de didáctica de las matemáticas, y que dichos resultados son extrapolables a otras disciplinas.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje realista y reflexivo, profesorado de didáctica de las matemáticas, desarrollo profesional, innovación metodológica, prácticas matemáticas.*

### Abstract:

*The aim of this study is to analyse the factors of realistic learning that promote the professional development of 23 university teachers of mathematics education at three Chilean universities participating in a training programme in innovative methodological strategies for the implementation of a modular curriculum aimed at the acquisition of professional competencies. The data, which were obtained through reflective diary and a questionnaire, were analysed using a qualitative method with an ex post facto design. This method of constant comparison allowed us to determine five meta-categories of realistic learning that stimulate innovation: the awareness of teaching method; systematic reflection about teaching method; the co-construction of knowledge; the contrast between teaching practices; and the reconstruction of teaching. We conclude that these factors have implications for the transformation of the teaching practices of university teachers of mathematics education, and that these results can be extrapolated to other disciplines.*

**Key words:** *Realistic and reflective learning, professors of mathematics education, professional development, methodological innovation, mathematical practices.*

## 1. Introducción

La universidad orientada a la creación y difusión del conocimiento se creó en el siglo XIX cuando, primero en Alemania y luego en el resto de Europa, se reconoce la figura del *Professor*, un docente que a la vez tenía que ser un investigador original, y al que se le ofrecían los medios materiales y humanos para llevar a cabo su labor. Mientras las universidades alemanas consiguieron desarrollar plenamente este modelo, en otros países las universidades apenas se renovaron y, salvo algunas excepciones, los profesores eran sólo docentes encargados de transmitir un conocimiento que no creaban.

En Europa este modelo de universidad se ha ido transformando durante el siglo XX a raíz de los cambios económicos, demográficos y sociales. Aunque el cambio se ha producido a ritmos diferentes en función de la realidad que le ha tocado vivir a cada país, en términos generales el incremento de fondos dedicados a la educación universitaria ha permitido, entre otros aspectos, desarrollar infraestructuras de investigación como los laboratorios o los recursos para proyectos, recuperándose de esta forma la figura del profesor investigador. En los últimos años además, a través del proceso de Bolonia, se ha adaptado el contenido de los estudios universitarios a las demandas sociales, mejorando su calidad y competitividad a través de una mayor transparencia y un aprendizaje basado en el estudiante.

La convergencia europea, pues, ha supuesto un reto en el sentido que demandaba nuevos modelos de formación universitaria (Aramburuzabala, Hernández-Castilla y Ángel-Urbe, 2013), lo que ha requerido un gran esfuerzo por parte de las universidades para ayudar a los profesores a desarrollar nuevas competencias (European Science Foundation, 2013; Mas, 2011; Mas y Tejada, 2013; entre otros).

Este planteamiento, que ya se expuso en la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior de la Unesco (2008) al declarar que es necesario ampliar la formación de los profesores con planes y programas de estudios que permitan ofrecer los conocimientos y las competencias que necesitan los estudiantes del siglo XXI, parece no haber impactado con la misma intensidad en el contexto latinoamericano. Bonila (2011), por ejemplo, expone que es necesario buscar estrategias que permitan elevar el nivel de formación del profesorado universitario de las universidades latinoamericanas para poder dar respuesta a los retos sociales contemporáneos.

Desde esta perspectiva, tres universidades del norte, centro y sur de Chile crean un consorcio para implementar académica y administrativamente un plan de estudios modular en la formación inicial de maestros de Educación Básica (mención matemática) orientado a la adquisición de competencias profesionales. Ello implica diversos desafíos, entre los que se encuentra el tema de la actualización metodológica de sus profesores, por cuanto el modelo conceptual basado en competencias entiende la necesidad de dominar distintas maneras, procedimientos, métodos y técnicas especializadas. El diseño propicia la utilización de metodologías de enseñanza centradas en los aprendizajes profundos (Brockbank y McGill, 2002). Estas metodologías, al estar centradas en la realidad, permiten dar sentido a la relación dialéctica entre la teoría y la práctica, y de este modo ayudar a la toma de decisiones con sustento teórico pertinente, haciendo uso además de sistemas de evaluación que den cuenta de cómo se está llevando a cabo el quehacer docente. Para ello se solicita asistencia técnica para la elaboración de una propuesta de actividades pedagógicas integrales (actividades de aprendizaje y evaluación) para el sector de matemática focalizadas en metodologías de indagación, además de capacitación, asesoría y seguimiento de los procesos de implementación de dichas propuestas.

Es desde este marco que se ha desarrollado el presente estudio, en el que se describe un programa de formación en estrategias metodológicas innovadoras basado en el aprendizaje realista, y se analizan los factores de este modelo que impulsan la innovación metodológica de los profesores de didáctica de las matemáticas.

## 2. Conocimientos del profesor de matemáticas y formación realista

El desarrollo profesional del profesorado es uno de los ámbitos temáticos de la investigación en educación matemática. Desde una perspectiva genérica, Schulman (1986) indicó que es necesario que el profesorado conozca y comprenda en profundidad la disciplina que debe enseñar, así como los tipos de conocimientos pedagógicos y didácticos necesarios para lograr una enseñanza eficaz. Posteriormente Ball, Lubienski y Mewborn (2001) se refieren al conocimiento matemático para la enseñanza (*Mathematical Knowledge for Teaching, MKT*), que se describe en Hill, Ball y Schilling (2008, p. 374) como “el conocimiento matemático que usa el profesor en el aula para producir instrucción y crecimiento en el alumno”, y lo clasifican en dos grandes categorías: conocimiento del contenido y conocimiento pedagógico del contenido, como puede apreciarse en la figura 1.

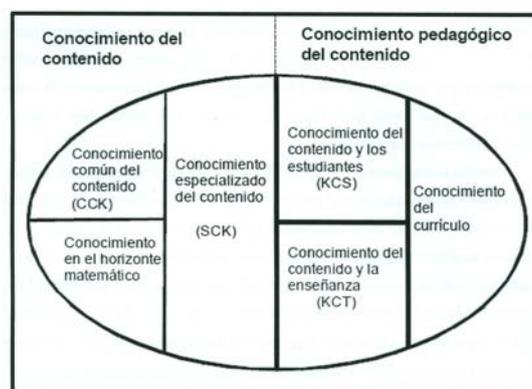


Figura 1. Conocimiento matemático para la enseñanza (Hill, Ball y Schilling, 2008, p. 377)

Posteriormente, Godino (2009) propone una reestructuración inicial del MKT, algo implícita, a partir de un conjunto articulado de facetas y niveles del conocimiento didáctico-matemático (CDM). Este modelo evoluciona a partir de los resultados obtenidos en diversas investigaciones (Pino-Fan, Godino y Font, 2011; Pino-Fan, Godino, Font y Castro, 2012; Pino-Fan, Godino y Font, 2013a, 2013b), hasta proponer una reestructuración en la que queda de manifiesto el vínculo e interacción entre los componentes del MKT y diversas facetas implicadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, como se puede observar en la figura 2:

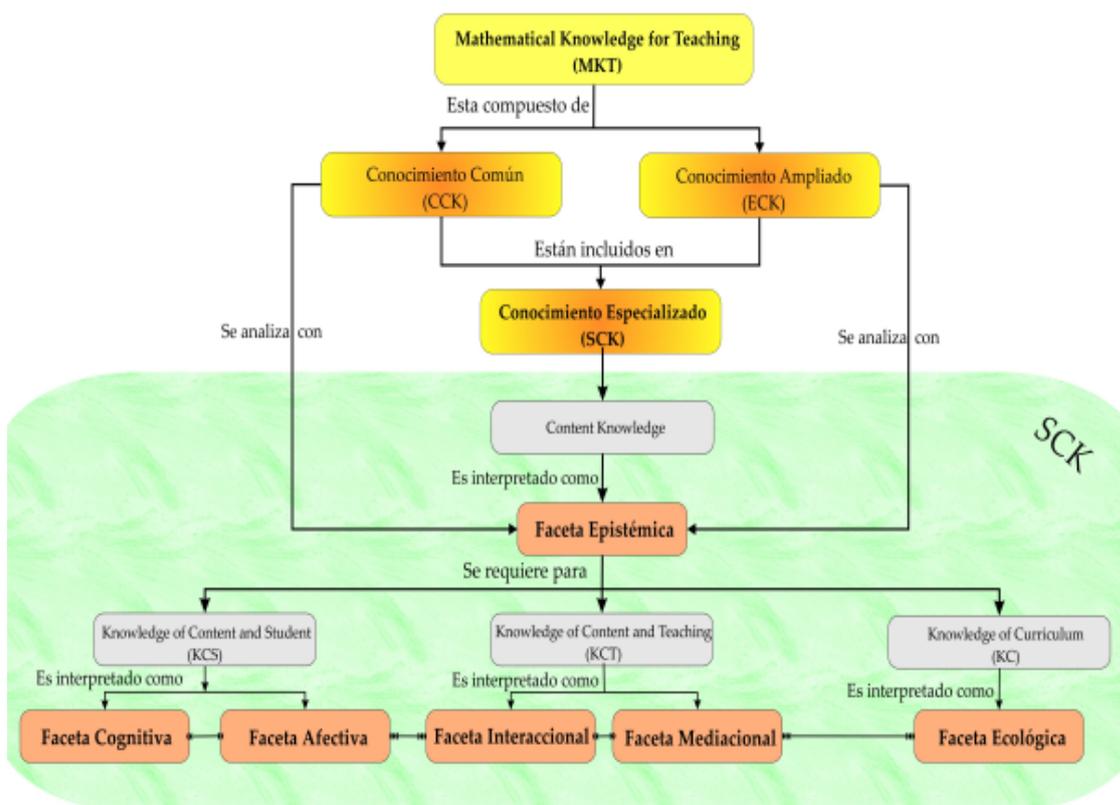


Figura 2. Relación entre las categorías del conocimiento del MKT y el CDM (Pino-Fan, Font y Godino, 2013, p. 147)

En base a esta reestructuración se proponen las siguientes tres categorías globales de conocimiento sobre el contenido matemático:

- *Conocimiento común del contenido:* se refiere a los conocimientos matemáticos, no necesariamente orientados a la enseñanza, que el profesor debe poner en juego para resolver situaciones problemáticas en relación a un tema específico.
- *Conocimiento ampliado del contenido:* se refiere a que el profesor además de saber resolver las situaciones problemáticas sobre un determinado tema para un cierto nivel en el cual impartirá clases, debe poseer conocimientos más avanzados de este tema.
- *Conocimiento especializado:* se refiere al conocimiento adicional que el profesor debe saber, aparte del conocimiento común y ampliado del contenido, que lo diferencie de otras personas que saben matemáticas pero que no son profesores. El conocimiento especializado incluye cuatro subcategorías: a) conocimiento del contenido especializado, que se refiere a que un profesor no solo debe ser capaz de resolver

situaciones problemáticas aplicando diversos significados parciales sino que además debe ser capaz de identificar los conocimientos puestos en juego (elementos lingüísticos, conceptos, propiedades, procedimientos y argumentos) en la resolución de una situación problemática; b) conocimiento del contenido en relación con los estudiantes, que se refiere a la reflexión sistemática sobre el aprendizaje de los estudiantes; c) conocimiento del contenido en relación con la enseñanza, que se refiere a la reflexión sistemática sobre las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje, y a la identificación de las consecuencias que pueden tener sobre el aprendizaje los modelos de gestión de la clase; y d) conocimiento del contenido en relación con el currículo, que se refiere al contexto en el que se desarrolla la práctica de enseñanza y aprendizaje.

En los últimos años se han realizado diversos estudios sobre el conocimiento matemático del profesorado de diversas etapas educativas a partir de los modelos anteriormente descritos; sin embargo, existen muy pocos trabajos que se hayan centrado en los docentes universitarios, y menos aún en la transformación de la práctica docente en la línea indicada por la UNESCO (2008). Algunos estudios descriptivos a los que se ha tenido acceso (Guillén y Siñériz, 2012; Vargas, González y Llinares, 2012), inciden en aspectos puntuales como por ejemplo la aplicación de los resultados de la investigación para enseñar un contenido matemático concreto o cómo los profesores planifican una determinada secuencia de enseñanza-aprendizaje.

En este trabajo se pretende definir un modelo teórico de formación docente y analizar los factores que favorecen la innovación metodológica del profesorado de didáctica de las matemáticas, tomando en consideración los diferentes conocimientos didáctico-matemáticos expuestos. De acuerdo con esta finalidad, se ha revisado la literatura acerca de los modelos de formación para incorporar progresivamente dichos conocimientos y favorecer de esta forma el desarrollo profesional.

Melief, Tigchelaar y Korthaegen, en colaboración con van Rijswijk (2010) distinguen tres perspectivas en la formación docente: aprendizaje a partir de la aplicación del conocimiento teórico en la práctica (aprendizaje deductivo); aprendizaje en la práctica (aprendizaje a través del ensayo y el error); y aprendizaje basado en la conexión entre las experiencias de los profesores en la práctica y el conocimiento teórico (aprendizaje realista). Estos autores exponen que uno de los mayores problemas en el planteamiento deductivo es que se parte del supuesto que el aprendizaje se desarrolla de manera más o menos lógico-racional, mientras que la mayor limitación de la perspectiva centrada en la práctica es la socialización en el contexto escolar, un proceso que muchas veces conduce a un desinterés por la reflexión y la profundización teórica. Concluyen que la formación realista permite superar estos obstáculos, al tratarse de un planteamiento que apunta hacia la integración de la persona con sus experiencias personales, los conocimientos teóricos, sus propias representaciones sobre lo que es enseñar y aprender así como sus experiencias en el aula (como aprendiz), y ello a través de la reflexión. Sus rasgos más característicos son los siguientes:

1. *Parte de los interrogantes que emergen de la práctica y que el profesor en formación experimenta en un contexto real de aula:* el formador parte de las informaciones que aporta la persona en formación para establecer un diálogo más simétrico, gracias al cual los conocimientos entran en interacción con saberes y competencias nuevas que aportan el formador, otros compañeros u otras fuentes de recursos.

2. *Pretende fomentar una reflexión sistemática:* el modelo ALACT que se presenta en la Figura 3 describe el proceso ideal de reflexión, que se basa en una alternancia entre “acción” y “reflexión” en la que se distinguen cinco fases:

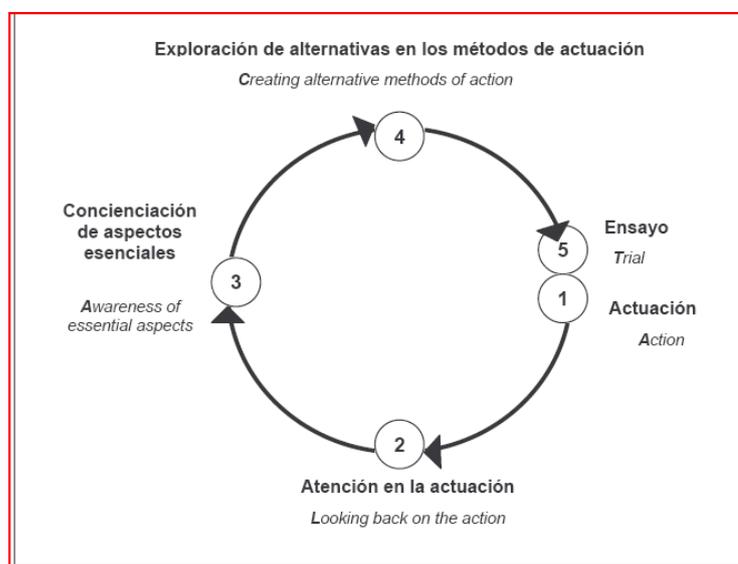


Figura 3. Modelo ALACT (Korthagen, 2001)

3. *El aprendizaje es un proceso social e interactivo:* el aprendizaje empieza cuando un grupo de personas con diversas expectativas, experiencias, habilidades y ritmos de aprendizaje entran en contacto. El hecho de compartir experiencias implica que los profesores las estructuren; que descubran otras maneras de estructurarlas comparando sus análisis de la práctica con los de los demás; y que puedan pedir y recibir retroalimentación de compañeros.
4. *Se distinguen tres niveles en el aprendizaje (Gestalt, Esquema y Teoría):* se guía el proceso de reflexión, individual y grupal, a través de un acompañamiento colaborativo por parte del formador. Esta mediación favorece que emerjan las experiencias, inquietudes y necesidades (*gestalts*) de los aprendices y que progresivamente controlen su proceso de aprendizaje para pasar a los niveles de esquema (conexión subjetiva de esquemas mentales) y de teoría (organización lógica de las relaciones conceptuales establecidas).
5. *Se fomenta la autonomía y la construcción autorregulada de las competencias profesionales:* el docente aprende a enfrentarse a la propia actuación, a la propia realidad, a los propios problemas y a las propias circunstancias y a llevar a cabo una reflexión continuada de su quehacer diario. El objetivo es que llegue por sí mismo no solamente a descubrir los aspectos que quiere o debe cambiar o mejorar sino a buscar soluciones y a evaluarlas por sí mismo, usando los instrumentos necesarios (portafolio, pautas meta-cognitivas, etc.).

Desde el prisma de la formación realista, pues, la formación no consiste en recibir unos conocimientos teóricos para aplicarlos más tarde a la práctica. Por el contrario, desde los supuestos del aprendizaje realista (Korthagen, 2001), el profesorado en formación debe llegar a conocer muchas maneras de actuar y a ejercitarlas en la práctica; debe disponer de criterios para saber cuándo, qué y por qué algo es conveniente; y debe reflexionar sobre ello sistemáticamente. Este planteamiento más ligado a la realidad se sustenta en el aprendizaje reflexivo como principio general de la formación.

Diversos trabajos centrados en el profesorado universitario exponen que la transformación derivada de la Declaración de Bolonia requiere un arsenal de competencias entre las que subrayan las competencias meta-cognitivas, propias de un profesional reflexivo y crítico con su propia enseñanza y práctica docente, con el fin de mejorarla de forma sistemática y continua (Bozu y Canto, 2009). Como señala Fernández (2003), si algún perfil de profesor se asume en la actualidad, es el de profesor como sujeto crítico, reflexivo y abierto al cambio. Desde la publicación de los trabajos de Schön (1983, 1992) la idea de un profesional reflexivo se ha convertido en uno de los pilares básicos del perfil del profesor. Según Schön (1992), un profesional debe saber, saber hacer, saber moralmente bien y reflexionar sobre su acción. Para conocer su oficio y estar al día, el profesor necesita de la reflexión planificadora antes de emprender una acción formativa; de la reflexión activa o aquella que se ejecuta en la práctica real y de la post-activa que evalúa la práctica una vez finalizada. En todos los casos, la reflexión tiene que ser una reflexión documentada, contrastada y que permita poner en marcha procesos de reajuste y mejora.

Desde este marco de referencia, nuestra pregunta de investigación es:

- ¿Qué factores del aprendizaje realista y reflexivo contribuyen a la transformación de la práctica docente del profesorado de didáctica de las matemáticas?

Particularmente, el objetivo de este estudio es determinar los factores del aprendizaje realista y reflexivo que favorecen la innovación metodológica del profesorado universitario de didáctica de las matemáticas, a partir tanto de la reflexión sobre la propia práctica docente como de la vivenciada durante el programa de formación en estrategias metodológicas innovadoras.

### 3. Metodología

En este trabajo, realizado bajo un paradigma interpretativo, se usa una metodología cualitativa con un diseño *ex post facto*. Como metodología de investigación cualitativa se parte de la *Grounded Theory*, cuyo campo principal de aplicación es el estudio de la realidad social, lo que implica asumir y resaltar el carácter humano de las personas estudiadas, por lo que es necesario que el investigador conozca sus creencias e interpretaciones y las incorpore a sus propias interpretaciones (Strauss y Corbin, 1991).

#### 3.1. Participantes

En este estudio han participado 23 profesores de didáctica de las matemáticas de tres universidades chilenas que han asistido a un programa de formación en estrategias metodológicas innovadoras en el marco del proyecto MECESUP UAP0807 "Implementación del diseño curricular modular por competencias centrado en el estudiante, para la formación docente inicial en pedagogía en educación básica con mención, generado en el proyecto MECESUP UPA 0402". Los participantes imparten asignaturas en el ámbito de la formación inicial de maestros de matemáticas, y más concretamente en la carrera de Pedagogía Educación Básica (mención matemática), como por ejemplo Estudio y Didáctica de la Aritmética, Estudio y Didáctica de la Geometría y la Medición, Estudio y Didáctica de la Estadística y Probabilidades, etc. De los 23 participantes, 14 han estudiado una licenciatura de matemáticas que en Chile dura cuatro años y luego una licenciatura en educación que dura un año, o bien han estudiado la carrera de pedagogía media en matemáticas que dura

alrededor de cinco años (la modalidad depende mucho de la cada universidad), y los 9 participantes restantes han estudiado otros estudios afines como pedagogía educación básica (mención matemática), física o biología. Cinco de los participantes están cursando estudios de máster, y sólo tres han completado un máster de matemática educativa. Ninguno de ellos está en posesión del título de doctor, y el tiempo de docencia en formación inicial de maestros de matemáticas va de los 4 meses hasta los 26,3 años, siendo el promedio de 12,1 años.

### 3.2. Diseño y procedimiento

El estudio se realiza en tres fases durante seis meses, dos de ellas virtuales (fase inicial y fase final) y una presencial (fase intermedia).

#### *a) Fase inicial: Experiencias, creencias y conocimientos previos*

En esta fase se entrega a los participantes el documento *“Renovación de la formación inicial de profesores de Educación Básica con mención matemática: estrategias metodológicas para el desarrollo competencial”*, en el que se propone una batería de actividades focalizadas en metodologías de indagación (proyectos, estudios de caso, lecturas, etc.) para determinar experiencias, creencias y conocimientos previos acerca de la formación inicial del profesorado de matemáticas. Junto con las actividades se aporta información relativa a un modelo de formación activa del profesorado centrado en la realidad, que permita dar sentido a la relación dialéctica entre la práctica y la teoría; y los elementos asociados al concepto de competencia matemática que suponen un avance en la manera de plantearse, afrontar y buscar soluciones a los problemas que surgen ante el reto de educar matemáticamente.

La estrategia más usada para hacer emerger estas experiencias, creencias y conocimientos didáctico-matemáticos previos son preguntas abiertas que los participantes responden por escrito en un diario reflexivo y envían al consultor.

#### *b) Fase intermedia: Interacción con los demás, con uno mismo y con la teoría*

En la segunda fase del ciclo formativo, de carácter presencial, se lleva a cabo a cabo el curso *“Producción de actividades pedagógicas integrales, coherentes para un modelo competencial en la formación inicial de profesores de matemáticas”* en el que se tratan conocimientos didáctico-matemáticos, con una duración de 120 horas. En el cuadro 1 se muestra el programa, planteado a partir de preguntas de indagación:

Cuadro 1.

Programa del curso

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Justificación y definición de la competencia matemática<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cuál es la razón que justifica la presencia de las matemáticas en el currículo?</li><li>• ¿Cuáles deberían ser las finalidades de la enseñanza de las matemáticas?</li><li>• ¿En qué contextos deberían aprenderse a usar las matemáticas?</li><li>• ¿Por qué debe centrarse la enseñanza de las matemáticas en el desarrollo de la competencia matemática? ¿Qué debemos entender por competencia matemática?</li></ul></li><li>2. Contenidos generales y secuenciación de la competencia matemática<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué conocimientos deberían formar parte de las matemáticas? ¿todos son de la misma naturaleza? ¿están relacionados entre ellos?</li></ul></li></ol> |
|---|

- ¿Qué conocimientos matemáticos deberían trabajarse para favorecer que los alumnos adquirieran de forma progresiva la competencia matemática?
3. Metodología para enseñar la competencia matemática
- ¿Todas las tareas favorecen de la misma manera la adquisición de la competencia matemática?
  - ¿Cuál es la clave en el cambio metodológico que hay que realizar para pasar de la situación actual a otra en la que la finalidad sea el logro de la competencia matemática?
  - ¿Qué recursos favorecen el desarrollo de la competencia matemática?
  - ¿Cómo gestionar adecuadamente este conocimiento didáctico en el aula universitaria para favorecer la adquisición de las competencias profesionales necesarias para desempeñar con eficacia la profesión de maestro?
  - ¿Qué papel juegan los docentes y su formación en los cambios que deben llevarse a cabo? ¿En qué dirección debería ir la formación de los docentes de matemáticas?
4. Evaluación de la competencia matemática
- ¿Todas las actividades de evaluación son adecuadas para evaluar el grado de adquisición de la competencia matemática?
  - ¿Qué criterios permiten valorar el grado de adquisición de la competencia matemática?
  - ¿Cómo evaluar a los estudiantes en el marco de un modelo de formación competencial?

El curso se planifica y gestiona a través del aprendizaje realista y reflexivo para que los participantes puedan impregnarse de dicha praxis y contrastar los conocimientos adquiridos en la primera fase con la puesta en práctica del modelo. Se plantean diversas actividades de indagación alrededor de los temas del curso, como por ejemplo un estudio de caso denominado *"50% en la segunda unidad, 2x1, 3x2, ... o cuando ir a comprar se convierte en una auténtica proeza"* para iniciar la justificación y definición de la competencia matemática.

Para fomentar la interacción, la negociación y el diálogo en el marco de una metodología de indagación se sigue el procedimiento expuesto por Hershkowitz y Schwarz (1999): los participantes se agrupan en pequeños grupos y debaten durante un tiempo limitado, no superior a 15 minutos, las preguntas que se formulan junto con el caso. Después del debate, cada grupo escribe los acuerdos y se hace la puesta en común y el consultor anota las respuestas en la pizarra en forma de verbo para remarcar que se trata de acciones. Finalmente, una vez organizadas las aportaciones de los distintos grupos organizadas en la pizarra de acuerdo con la finalidad de la actividad, se co-construye conocimiento a partir del andamiaje colectivo y a través de la mediación del consultor.

### ***c) Fase final: Reconstrucción de la práctica docente***

El consultor asesora, virtualmente, el proceso de implementación de las metodologías señaladas en las fases precedentes. Para la validación de las actividades implementadas se solicita a los participantes que las describan y muestren evidencias en su diario reflexivo. Las diferentes actividades se reúnen en un inventario para que los participantes dispongan de todas ellas.

Al finalizar el programa de formación los participantes contestan un breve cuestionario sobre la auto-percepción del cambio, para indagar sobre el proceso paulatino de transformación de su práctica docente. Las preguntas planteadas son las siguientes:

- ¿Ha modificado su práctica docente después del curso de formación? ¿Por qué?
- En caso afirmativo: ¿en qué ha cambiado su práctica docente?; ¿qué factores considera que han favorecido la transformación de su práctica docente?

- En caso negativo: ¿qué factores considera que han impedido la transformación de su práctica docente?

Para realizar el análisis cualitativo de los datos se usa el método de comparación constante (Glaser y Strauss, 1967), que es un procedimiento analítico de la *Grounded Theory* que se usa para descubrir semejanzas, diferencias y relaciones entre distintos fragmentos procedentes de los datos, a través de una comparación cuidadosa e intensiva. Se contemplan los siguientes niveles de análisis:

- De los datos brutos a la categorización inicial: consiste en leer las respuestas de los cuestionarios (datos brutos) hasta que su contenido sea familiar y, en función de los objetivos del estudio, segmentar la información en fragmentos en función de las ideas que contienen e identificar aquellos que expresen ideas similares o relacionadas, asignándoles una denominación común, esto es, un código más o menos abstracto o conceptual (datos útiles). Este tipo inicial de codificación es provisional y posteriormente se ha denominado *open coding*.
- El desarrollo de las categorías iniciales: se basa en la búsqueda sistemática de propiedades y registro de notas teóricas (analíticas e interpretativas) para descubrir no sólo categorías sino sus propiedades y dimensiones (Strauss y Corbin, 1991). Este avance en el procedimiento se produce gracias a la puesta en práctica de dos operaciones analíticas clave, apoyadas igualmente en la comparación constante de la información: la búsqueda activa de propiedades y la escritura de notas de análisis e interpretación para registrar las ideas que vayan surgiendo durante el proceso de codificación.
- La integración de categorías y sus propiedades: consiste en la organización o articulación, siempre creciente, de las categorías y las propiedades (códigos). A medida que se van creando relaciones entre ellos, se renombran, eliminan, relacionan, etc. códigos y se establecen los factores del aprendizaje realista y reflexivo que favorecen la transformación de las prácticas docentes del profesorado.

Después de este proceso se obtuvieron cinco meta-categorías de forma inductiva:

1. La toma de conciencia sobre el método de enseñanza: se muestran evidencias acerca del grado de concienciación de los participantes sobre las experiencias y conocimientos previos que determinan la metodología que utilizan en el aula para formar a los futuros maestros de matemáticas.
2. La reflexión sistemática sobre el propio método de enseñanza: se muestran evidencias acerca del proceso de reflexión con uno mismo, con los demás y con la teoría que llevan a cabo los participantes en el estudio, y que dejan entrever lo que uno sabe o no y los factores que limitan o favorecen la innovación metodológica.
3. La construcción conjunta de conocimientos: se muestran evidencias acerca del papel de la interacción, la negociación y el diálogo para construir conocimientos didáctico-matemáticos.
4. El contraste entre prácticas docentes en el aula universitaria: se muestran evidencias acerca de los efectos que produce la comparación entre las diferentes maneras de trabajar las matemáticas en el aula.
5. La reconstrucción de conocimientos: se muestran unas primeras evidencias acerca de la incorporación de nuevo conocimiento didáctico-matemático para impartir

asignaturas de didáctica de las matemáticas en el marco de un plan de estudios modular orientado a la adquisición de competencias profesionales.

## 4. Resultados

La exposición de resultados se realiza de acuerdo con las cinco meta-categorías establecidas: se presentan porcentajes de respuesta y evidencias de tipo descriptivo.

### 4.1. La concienciación sobre el método de enseñanza

Los datos obtenidos han puesto de manifiesto, en primer lugar, que existe poca conciencia inicial acerca de los factores que conducen a una determinada metodología. Prácticamente todos los participantes han indicado en su diario reflexivo que no se lo habían planteado, y la concienciación se inicia en el momento que se plantean preguntas en este sentido. En segundo lugar, las respuestas a las preguntas planteadas señalan que la práctica docente está muy condicionada por las experiencias previas, y deja entrever que la formación para la docencia universitaria ha sido escasa (el 60,86% de los participantes han realizado estudios de educación). A pesar de que la mayoría de los participantes son conscientes de esta realidad, el 17,4% (cuatro profesores) han dejado entrever cierta resistencia al cambio metodológico ya que están convencidos con su forma de impartir asignaturas de didáctica de las matemáticas, que se caracteriza por ser expositiva. En el resto de casos ya se empieza a ser consciente que no ha habido un planteamiento serio sobre otras posibles formas de trabajar en el aula, o se deja entrever también la dificultad asociada a los cambios. Seguidamente se presentan algunas evidencias en este sentido (conocimientos, experiencias y creencias previas sobre la práctica docente), obtenidas de los diarios reflexivos durante la fase inicial del estudio:

“Durante mi formación universitaria tuve una profesora que me impactó, e intento impartir la docencia en la asignatura de Estudio y Didáctica de la Aritmética III tal como lo hacía ella: explico las operaciones básicas, sus propiedades (...). Me estoy dando cuenta de que no es el método más adecuado para favorecer las competencias profesionales de los futuros maestros (...) y no me he planteado otras formas de trabajar.”

“En los últimos tiempos los profesores estamos recibiendo presión para cambiar nuestra manera de hacer las clases para que estén más centradas en los estudiantes, pero a mí me funciona bien mi forma de trabajar. (...) suelo seguir un manual de didáctica de las matemáticas que me parece adecuado.”

“Acostumbro a enseñar de la misma forma que aprendí (...) soy consciente que la clase expositiva no es la mejor forma de impartir la asignatura de Didáctica de la Geometría pero tengo muchos estudiantes en el aula y veo muy complicado presentar casos, manipular materiales o trabajar en entornos virtuales como el Geogebra, ... no sabría cómo hacerlo”.

### 4.3. La reflexión sistemática sobre el propio método de enseñanza

La mayoría de los participantes han manifestado que la reflexión sistemática es un factor esencial para transformar la propia práctica docente, sin embargo un grupo reducido de cuatro profesores han cuestionado el modelo (17,4%), sobre todo si no va acompañado de

una supervisión más allá de lo que dura el programa de formación. Las siguientes transcripciones, seleccionadas de los diarios, se muestran algunos comentarios de los participantes tanto acerca de la práctica vivenciada en la metodología del curso como de su propia práctica (reflexión sistemática sobre la propia práctica). Estas citas dejan entrever el valor que otorgan a la reflexión para empoderar la concienciación sobre lo que uno sabe o no, así como los factores que limitan o favorecen este crecimiento en la concienciación sobre la propia práctica.

“Esta forma de enseñar es nueva para mí. No había contemplado la posibilidad de partir de los conocimientos previos y fomentar el diálogo reflexivo en el aula como estrategia para construir conocimiento (...). Puede ser una metodología válida pero creo que son necesarios conocimientos sobre gestión de grupos”.

“El hecho de ser consciente y de reflexionar sobre cómo trabajo es un factor que me ha hecho ver que tengo que cambiar algunas cosas a nivel metodológico, como por ejemplo partir de lo que piensan los estudiantes, de sus pre-conocimientos.”

“Puede ser interesante reflexionar sobre la propia práctica, pero a menudo no tenemos tiempo para hacerlo de forma sistemática. Además, no creo necesario tener que anotar todo en un diario reflexivo (...) me parece pesado y poco útil si no va acompañado de alguien que me supervise.”

Como puede apreciarse, un sector del profesorado se muestra resistente al modelo y señalan que es necesario un mentor que realice un acompañamiento continuado después de la finalización del programa de formación.

#### 4.4. La construcción conjunta de conocimientos

Todos los participantes comparten la importancia que tiene la función mediadora de la interacción durante la práctica docente para favorecer la construcción de conocimiento didáctico-matemático. Sin embargo, es preciso destacar que de nuevo un pequeño porcentaje de los participantes (8,7%) han señalado que es preciso disponer de una buena batería de recursos para favorecer el diálogo reflexivo en el aula universitaria. De forma más concreta, los dos profesores que han aportado datos en este sentido coinciden en el hecho que es necesario diversificar las estrategias que impulsen la interacción, la negociación y el diálogo para la construcción conjunta de conocimiento didáctico-matemático (construcción conjunta de conocimiento).

“Me impresionó la forma como el asesor ha gestionado nuestras respuestas a partir del estudio de caso (...) a partir de fragmentos de las diferentes respuestas se ha dejado clara la retroalimentación entre contenidos y procesos matemáticos para favorecer la competencia matemática. (...) me parecía muy complicado llegar a construir un concepto a partir de las aportaciones espontáneas de todos, pero veo que es posible y resulta una manera interesante.”

“El factor que me ha impulsado a intentar fomentar el diálogo reflexivo con mis estudiantes ha sido ver durante la fase presencial cómo entre todos éramos capaces de construir un concepto”.

“Plantear preguntas abiertas a los estudiantes puede ser una buena estrategia para aprender todos de todos, pero si todos los temas se plantean así se acabarán desmotivando”.

#### 4.5. El contraste entre prácticas docentes en el aula universitaria

Otro factor del aprendizaje realista y reflexivo que los participantes han destacado para empoderar la innovación metodológica es el contraste entre lo que piensa uno mismo y lo que piensan los demás, lo que se piensa y lo que se hace. Todos los profesores, incluso los más resistentes al modelo, han valorado muy positivamente el hecho de poder conocer (y contrastar) diferentes maneras de trabajar, y argumentan que las aportaciones de los diferentes participantes les ha aportado nuevos conocimientos sobre todo de tipo metodológico: estrategias para realizar las clases, recursos que pueden usarse, etc. En cuanto a contraste entre prácticas docentes en el aula universitaria, se presentan algunos descriptivos en los que los participantes han hecho alusión al papel del contraste entre prácticas docentes:

“Es muy diferente enseñar un concepto de forma expositiva que construirlo entre todos (...). Cuando se transmite una definición muchos estudiantes no se muestran interesados y no la interiorizan, pero he comprobado que cuando la definición se elabora a partir de sus aportaciones, entonces el grado de implicación es muy diferente.”

“(…) va a serme muy útil también el inventario de actividades implementadas durante la tercera fase del curso. Ver diferentes formas de trabajar es muy interesante para poder incorporar nuevas prácticas en mis clases.”

“Había leído diversos artículos sobre aprendizaje cooperativo, ABP, (...) pero no tenía claro cómo aplicarlo en mis clases. El hecho de participar en un curso en el que se ha usado el aprendizaje reflexivo ha sido muy útil para ver cómo fomentar la participación, conocer algunas técnicas... En definitiva me ha dado pistas sobre cuál debe ser el rol de un formador.”

Cabe destacar que un pequeño grupo formado por cinco profesores muy favorables al modelo (21,7%), han contrastado modelos de formación expositivos con modelos de formación que fomentan la indagación y han enumerado algunas ventajas de estos últimos (el estudiante es el protagonista de su formación, se favorece la construcción autorregulada de conocimiento didáctico-matemático, etc.).

#### 4.6. La reconstrucción de conocimientos

A partir de los datos obtenidos en el cuestionario administrado en la fase final del estudio se han identificado algunos de los cambios principalmente de tipo metodológico que se han empezado a producir. Estos cambios se refieren a la incorporación de metodologías de indagación, proyectos y estudio de casos en las asignaturas de didáctica de las matemáticas para fomentar la participación activa de los estudiantes, la co-construcción de conocimientos matemático-didácticos, etc. Aunque ésta haya sido la tendencia general, es preciso señalar que también se han detectado algunos casos en los que no se ha producido transformación de la propia práctica ya que se ha manifestado que la forma de trabajar ya era participativa y por lo tanto no se ha considerado necesario incorporar cambios. En otros casos, como ya se ha comentado, se ha manifestado cierta resistencia al modelo por falta de conocimientos para gestionar el diálogo reflexivo, por considerar pesado y poco útil tener que registrar las prácticas docentes en un diario reflexivo, o bien por la falta de supervisión una vez finalizado el programa. Por último, en cuanto a reconstrucción de conocimientos, se presentan algunos comentarios descriptivos tanto de los participantes que se han mostrado favorables al cambio en general y al modelo en particular (82,6%), como de los que no (17,4%).

“Mis clases empiezan a ser más participativas (...). Intento pensar buenas preguntas para generar debate, y aplico el mismo procedimiento que usamos en el curso para construir conocimientos. Me estoy sintiendo muy a gusto con esta forma de trabajar, creo que no hay marcha atrás (...). Me sentiría incómoda haciendo clase como hacía antes.”

“Yo ya trabajaba de esta forma en el aula. Envío una evidencia en la que se puede ver cómo trabajo la competencia matemática.”

“Me ha sorprendido gratamente la reacción de mis estudiantes al plantearles el mismo estudio de caso que trabajamos en el curso. Me he dado cuenta de que tienen mucho que aportar, y que es necesario dejarles espacio para que expresen libremente sus opiniones, sus conocimientos (...). Me siento segura gestionando sus intervenciones, creo que ahora puedo decir que soy más mediadora que transmisora de conocimiento”.

## 5. Discusión

En este trabajo se han identificado algunos factores del aprendizaje realista que pueden favorecer la innovación metodológica de profesores de didáctica de las matemáticas: la concienciación sobre el método de enseñanza; la reflexión sistemática sobre el propio método de enseñanza; la construcción conjunta de conocimientos; el contraste entre prácticas docentes en el aula universitaria; y la reconstrucción de conocimientos.

En relación a la concienciación sobre el método de enseñanza, los datos obtenidos apuntan en la dirección que es un punto de partida necesario para iniciar un proceso de transformación de la propia práctica. De acuerdo con estos resultados, Thomson (1992) ya manifestó la necesidad de explicitar las creencias para el eventual cambios de las mismas. En nuestro caso, para favorecer la concienciación de la metodología usada para impartir asignaturas de didáctica de las matemáticas se han planteado diversas preguntas abiertas durante la fase inicial del estudio ya que, de acuerdo con Mercer (2001), son un instrumento de mediación idóneo que permite avanzar desde unos primeros niveles de concienciación sobre lo que uno ya sabe y es capaz de hacer hacia niveles superiores en los que va viendo la mejor forma de avanzar en el aprendizaje. El hecho de no haber diversificado los instrumentos durante el programa de formación puede haber sido uno de los factores que ha contribuido a que algunos participantes hayan manifestado cierta resistencia al modelo ya que, de acuerdo con Carandell, Keim y Tigchelaar (2010), en el marco de un proceso de formación a través del aprendizaje realista y reflexivo es necesario dotar de instrumentos y pautas meta-cognitivas diversas para que se pueda favorecer la emergencia de conocimientos, experiencias y creencias previas.

Respecto a la reflexión sistemática sobre el propio método de enseñanza, en términos generales nuestros resultados han puesto de manifiesto que la reflexión es un elemento necesario para promover la innovación metodológica, de acuerdo con diversos estudios previos (Férrandez, 2003; Sánchez y Mayor, 2006; Bozu y Canto, 2009), aunque también se han detectado algunas resistencias al cambio. En este sentido, Hargreaves, Earl, Moore y Manning (2001, p. 128, 129, 132 y 134) señalan que *“si el profesor no está dispuesto a hacerlo, no se puede hacer”*; *“si el profesor no sabe cómo hacerlo o a la hora de la verdad no se siente seguro haciéndolo, no se puede hacer”*; *“si un docente no está dispuesto a hacerlo, no se puede hacer”*, y *“si el profesor tiene que hacer demasiadas cosas, no las hará bien”*. Para superar estas resistencias, consideramos que es necesario que el profesor de didáctica de las matemáticas conozca en profundidad el conocimiento matemático-didáctico (Godino, 2009), y sobre todo, que disponga de herramientas e indicadores concretos para lograr la

idoneidad de los programas de formación de profesores.

Otros factores del aprendizaje realista y reflexivo que parecen contribuir a la innovación metodológica son la construcción conjunta de conocimientos y el contraste entre prácticas. Vigostky (1978) ya señaló la importancia de la función mediadora de la interacción como elemento fundamental para la construcción de conocimiento, y Godino (2009) subraya también la importancia de las facetas interaccional y mediacional, que se ven favorecidas en el marco de una comunidad de aprendizaje, de práctica e indagación (Llinares y Valls, 2009). En el lado opuesto, este puede haber sido otro elemento que ha dado lugar a cierta resistencia al modelo por parte de algunos participantes, ya que es evidente que “el aislamiento” que viven algunos docentes es un factor que no favorece el intercambio. En este sentido, como se ha puesto de manifiesto en estudios previos (Sánchez y Mayor, 2006), es necesario impulsar estrategias como la creación de seminarios, programas de mentorización a través de ciclos de mejora, etc. para que el profesorado universitario pueda compartir sus prácticas y recibir feedbacks de colegas de profesión que actúen como mentores.

Desde el punto de vista de las implicaciones educativas, pues, en términos generales el aprendizaje realista y reflexivo se ha revelado como un método globalmente eficaz para iniciar la reconstrucción de la práctica docente e incentivar de esta forma la innovación metodológica. Los factores encontrados apuntan que dicha innovación es el fruto de someter al profesor a un proceso formativo que se inicia adquiriendo conciencia de la propia práctica, se continua buscando alternativas de actuación (a partir de la reflexión, la interacción y el contraste con los demás, con uno mismo y con la teoría) y finalmente se implementan.

En el futuro va a ser necesario diseñar futuras investigaciones con profesorado de didáctica de las matemáticas para seguir indagando en factores más específicos, especialmente centrados en los conocimientos didáctico-matemáticos descritos en el modelo de Godino (2009) y Godino y Pino-Fan (2013), y con profesores de otras áreas de conocimiento que permitan confirmar si los factores encontrados pueden generalizarse. También va a ser necesario aportar nuevos datos que capaciten al profesorado universitario para realizar ciclos reflexivos de forma autónoma, y en términos más generales, que permitan ir superando los obstáculos que ofrecen resistencia al cambio. Se sugiere además continuar estudios que partan de modelos específicos del ámbito de la educación matemática para analizar los conocimientos del profesorado de didáctica de las matemáticas y los factores que empoderan la innovación metodológica.

### Referencias bibliográficas

- Aramburuzabala, P., Hernández-Castilla, R. y Ángel-Uribe, I.A. (2013). Modelos y tendencias de la formación docente universitaria. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 17(3), 345-357.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T. y Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. En V. Richardson (Ed.). *Handbook of Research on Teaching* (pp. 433-456). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Bonila, H. (2011). La universidad latinoamericana: internacionalización y/o integración. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 72, 93-106.
- Bozu, Z. y Canto, P.J. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 2 (2), 87-97.

- Brockbank, A. y McGill, I. (2002). *Aprendizaje reflexivo en la educación superior*. Madrid: Ediciones Morata.
- Carandell, Z., Keim, L. y Tigchelaar, A. (2010). Herramientas para fomentar procesos de autorregulación. En O. Esteve, K. Melief y A. Alsina (Eds.). *Creando mi profesión. Una propuesta para el desarrollo profesional del profesorado* (pp. 65-96). Barcelona: Octaedro.
- European Science Foundation (2013). *The professionalisation of academics as teachers in higher education*. Recuperado de: [http://www.esf.org/uploads/media/professionalisation\\_academics.pdf](http://www.esf.org/uploads/media/professionalisation_academics.pdf)
- Fernández, A. (2003). Formación pedagógica y desarrollo profesional de los profesores de universidad: Análisis de las diferentes estrategias. *Revista de Educación*, 331, 171-197.
- Glaser, B. y A. Strauss (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Nueva York: Aldine Publishing Company.
- Godino, J.D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *UNION, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31.
- Guillén, G. y Siñeriz, L. (2012). El caso de la circunferencia tangente a otras dos. Análisis de la actuación de una profesora de Magisterio. En A. Estepa, Á. Contreras, J. Deulofeu, M. C. Penalva, F. J. García y L. Ordóñez (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI* (pp. 331 - 340). Jaén: SEIEM.
- Hargreaves, A., Earl, L., Moore, S. y Manning, S. (2001). *Aprender a cambiar. La enseñanza más allá de las materias y los niveles*. Barcelona: Editorial Octaedro.
- Hershkowitz, R. y Schwarz, B. (1999). Reflective processes in a mathematics classroom with a rich learning environment. *Cognition & Instruction*, 17 (1), 65-91.
- Hill, H. C., Ball, D.L. y Schilling, S.G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39, 372-400.
- Korthagen, F.A (2001). *Linking practice and theory. The pedagogy of realistic teacher education*. Londres: Lawrence Erlbaum Associates.
- Llinares, S. y Valls, J. (2009). The building of pre-service primary teachers' knowledge of mathematics teaching: interaction and online video case studies. *Instruction Science*, 37, 247-271.
- Mas, Ó. (2011). El profesor universitario: sus competencias y formación. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 15(3), 295-311. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev153COL1.pdf>
- Mas, Ó. y Tejada, J. (2013). *Funciones y competencias de la docencia universitaria*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Melief, K., Tigchelaar, A., Korthagen, F. en colaboración con van Rijswijk, M. (2010). Aprender de la práctica. En O. Esteve, K. Melief y A. Alsina (Eds.), *Creando mi profesión. Una propuesta para el desarrollo profesional del profesorado* (pp. 19-38). Barcelona: Editorial Octaedro.
- Mercer, N. (2001). *Palabras y mentes*. Barcelona: Paidós.
- Pino-Fan, L., Godino, J.D. y Font, V. (2011). Faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático sobre la derivada. *Educação Matemática Pesquisa*, 13 (1), 142-178.
- Pino-Fan, L., Font, V. y Godino, J. D. (2013). El conocimiento didáctico-matemático de los profesores: pautas y criterios para su evaluación y desarrollo. En C. Dolores, M. García, J. Hernández y L.

- Sosa (Eds.), *Matemática Educativa: La formación de profesores* (pp. 137-151). México, D.F.: Ediciones D. D. S. y Universidad Autónoma de Guerrero.
- Pino-Fan, L., Godino, J.D. y Font, V. (2013a). Diseño y aplicación de un instrumento para explorar la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores sobre la derivada (Primera parte). *REVEMAT*, 8 (2), 1-49.
- Pino-Fan, L., Godino, J.D. y Font, V. (2013b). Diseño y aplicación de un instrumento para explorar la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores sobre la derivada (Segunda parte). *REVEMAT*, 8 (Ed. Especial), 1-47.
- Pino-Fan, L.R., Godino, J.D., Castro, W.F. y Font, V. (2012). Conocimiento didáctico-matemático de profesores en formación: explorando el conocimiento especializado sobre la derivada. En A. Estepa, Á. Contreras, J. Deulofeu, M.C. Penalva, F.J. García y L. Ordóñez (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI* (pp. 427 - 434). Jaén: SEIEM.
- Sánchez, M. y Mayor C. (2006). Los jóvenes profesores universitarios y su formación pedagógica. Claves y controversias. *Revista de Educación*, 339, 923-946
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Nueva York: Basic Books.
- Schön, D.A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y aprendizaje en las profesiones*. Madrid: MEC, Paidós.
- Schulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Strauss, A. y Corbin, J. (1991). *Basics of qualitative research. Grounded theory: procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Thomson, A.G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics learning and teaching* (pp. 127-146). Nueva York: McMillan.
- UNESCO (1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: visión y acción*. Recuperado de [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm).
- Vargas, J., González, M.T. y Llinares, S. (2012). Análisis de la práctica del docente universitario de precálculo. Estudio de casos en la enseñanza de las funciones exponenciales. En M. Marín y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los grupos de investigación. XV Simposio de la SEIEM* (pp. 401-405). Ciudad Real: SEIEM.
- Vigotsky, L.S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge (Mass): Harvard University Press.