

# FORMACIÓN DIDÁCTICA DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO: ANÁLISIS DE UN CURSO

## Lecturer education: a course proposal

Florensa, I.<sup>a</sup>, Bosch, M.<sup>b</sup> y Gascón, J.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Escola Universitaria Salesiana de Sarrià, Univ. Autònoma de Barcelona,

<sup>b</sup>IQS School of Management. Univ. Ramon Llull,

<sup>c</sup>Dep. de Matemàtiques, Univ. Autònoma de Barcelona

### Resumen

*La actividad profesional de los profesores universitarios se caracteriza, como mínimo, por dos tipos de tareas: la investigación y la docencia. En cambio, su desarrollo profesional se basa principalmente en méritos de investigación. Además, cuando se proponen cursos para mejorar la docencia universitaria, estos suelen priorizar el estudio de aspectos generales del ámbito pedagógico. Consideramos que desde la investigación en didáctica de las matemáticas se pueden hacer propuestas de formación del profesorado que permitan a los profesores cuestionar, analizar y reorganizar el contenido a enseñar con el objetivo de superar dificultades docentes específicas. Presentamos el diseño, experimentación y análisis de un curso de formación del profesorado universitario en una escuela de ingeniería. Los resultados del análisis se utilizan para mejorar el curso de cara a futuras experimentaciones.*

**Palabras clave:** didáctica, formación del profesorado universitario, investigación.

### Abstract

*Lecturers' professional activity is characterized by, at least, two aspects: research and teaching. However, their professional development is generally mostly based on research achievements. In addition, the professional development courses offered only deal with general pedagogical aspects. We consider that specific proposals for lecturers should emerge from research in didactics of mathematics. In fact these proposals may help lecturers to question and reorganize the knowledge to be taught in order to overcome specific didactic facts. We present in this paper the design, experimentation and analysis of a professional development course for lecturers designed for and experienced in an Engineering School in Barcelona. The results obtained are used to propose concrete modifications of the course for subsequent course redesigns.*

**Keywords:** didactics, lecturer education, inquiry.

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los cursos de formación del profesorado universitario no se han considerado relevantes en el campo de la investigación en la formación del profesorado. Este es un fenómeno esperable, teniendo en cuenta los criterios que aplican las universidades y agencias de calidad cuando se contratan y evalúan profesores que están en activo. Habitualmente se priorizan los méritos del ámbito de la investigación, siendo la formación didáctica o pedagógica relativamente ignorada o, a lo sumo, considerada como un complemento positivo.

La ausencia de formación de docentes universitarios es un fenómeno mundial con pocas excepciones. En 2003 en el Reino Unido, la Academia de Educación Superior (HEA), el UK Professional Standards

Framework (UKPSF) y su proceso de acreditación hicieron un primer intento de incorporar la formación de profesores como requisito para enseñar en las universidades del Reino Unido (Department for Education and Skills, 2003). Sin embargo, este programa que se consideraba central en el desarrollo profesional de los profesores ha terminado como un programa de formación y acreditación de carácter voluntario, tanto para individuos como para instituciones que participan en la enseñanza superior (The Higher Education Academy, 2011).

Teniendo en cuenta el carácter doble de la profesión de profesor universitario (investigación – docencia) consideramos que además de la formación tradicional en investigación (Máster y Doctorado), los profesores también necesitan una formación explícita en pedagogía y didáctica que se apoye en resultados de la investigación en esta área. De hecho, las universidades se encuentran entre las pocas instituciones de enseñanza reglada que no exigen a sus profesores un curso de formación didáctica. En este sentido, Monereo (2014) considera urgente la propuesta de alternativas a la formación tradicional que, en los últimos años, se ha limitado a enseñar al profesorado a cumplir exigencias burocráticas del proceso de convergencia europeo. Nuestro trabajo de investigación se propone así estudiar las condiciones de existencia de un curso universitario de formación de profesores centrado en la materia objeto de enseñanza y que utilice de forma directa herramientas específicas de la investigación en didáctica.

Con el fin de disponer de un primer conjunto de datos empíricos para evaluar las condiciones de existencia de una propuesta formativa de este tipo para profesores de nivel universitario, presentamos el diseño, experimentación y análisis de un curso para profesores implementado en una escuela de ingeniería de Barcelona ([www.euss.es](http://www.euss.es)). Los 14 profesores que participaron representaban el 30% de la plantilla y su materia de enseñanza era: Cálculo (3), Resistencia de Materiales (4), Física (2), Tecnología Electrónica (2) e Informática (2). Nuestra propuesta toma como punto de partida los “recorridos de estudio y de investigación para la formación del profesorado” (REI-FP) basados en investigaciones recientes de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) para la formación inicial o continua de profesores de primaria y secundaria (Ruiz-Olarría, 2015). El curso se impartió en febrero de 2016 por parte de los tres autores de este trabajo. Presentamos aquí el diseño y los resultados de esta primera edición, así como el posterior rediseño de nuevas ediciones, para superar las dificultades experimentadas y aprovechar sus potenciales fortalezas.

Las grandes cuestiones que guían nuestra propuesta se puede formular en los términos siguientes:

- C1. ¿Es posible adaptar la metodología de los REI-FP experimentados hasta la fecha con profesores de Infantil, Primaria y Secundaria, al caso del profesorado universitario? ¿Qué nuevas condiciones se requieren y que diferencias surgen? ¿Cómo evaluar su grado de aceptación y eficacia?
- C2. ¿Qué herramientas de análisis utilizadas en la investigación en didáctica de las matemáticas pueden ser útiles en la formación del profesorado universitario? ¿En qué sentido y con qué limitaciones los REI-FP aparecen como un dispositivo de formación apropiado al respecto?
- C3. ¿Hasta qué punto es sostenible el tipo de formación que proponen los REI-FP en el caso del profesorado universitario? ¿Qué aspectos de la experimentación parecen reproducibles en otras instituciones y cuáles serían específicos del caso analizado?

## **INVESTIGACIONES EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN EL CAMPO DE LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO**

Existe muy poca literatura sobre la formación del profesorado universitario y las pocas experiencias publicadas tienen en cuenta solamente contenidos pedagógicos generales que no consideran la naturaleza, organización y cuestionamiento de los conocimientos específicos involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es importante resaltar que no se presentó ningún documento sobre este tema en el último CERME9 (ni en el TWG 14, sobre educación matemática a nivel universitario, ni

en los TWG 18, 19 y 20, sobre conocimientos, prácticas y formación del profesorado) ni en el ICME 13, salvo en una versión preliminar de este trabajo (Florensa, Bosch y Gascón, 2016). La estructura de los Grupos Temáticos de Trabajo sobre la formación del profesorado del ICME13 es especialmente reveladora: hubo cuatro grupos de los cuales dos (formación inicial y continua) centrados en primaria y dos en secundaria, pero ninguno en nivel universitario. En los recientes congresos sobre educación matemática en Estados Unidos de América, sólo Ellis presentó resultados de investigación sobre la formación de los profesores universitarios que están en período de prácticas, encargados de apoyar al profesor titular de la asignatura (Ellis, 2014, 2015).

En cuanto a la presencia de artículos en revistas sobre formación del profesorado, hemos encontrado muy poca producción: sólo dos trabajos (Guasch, Alvarez y Espasa, 2010; Postareff, Lindblom-Ylänne y Nevgi, 2008) y el *Handbook for Teaching and Learning in Higher Education* (Fry, Ketteridge y Marshall, 1999). Estos datos son fruto de una búsqueda exhaustiva desde el año inicial de publicación hasta finales de 2015 en las siguientes revistas: *Educational Studies in Mathematics*, *Higher Education*, *Journal of Mathematics Teacher Education*, *Mathematical Thinking and Learning*, *Journal of Teacher Education*, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, *REDIMAT*, *RELIME*.

Consideramos que la investigación en didáctica debe ser considerada como base para el diseño de cursos de formación de profesores sobre procesos de enseñanza y aprendizaje en los que el contenido a enseñar, su organización y cuestionamiento juegue un papel determinante. Asumimos como hipótesis inicial que los resultados que emergen de la formación de profesores de secundaria pueden ser utilizados a nivel universitario, de hecho, uno de los objetivos del presente trabajo es confirmar parcialmente esta hipótesis. Los *Solid Findings in Mathematical Education* en el ámbito de la formación del profesorado (Education Committee of the EMS, 2012) establecen explícitamente que el “conocimiento del contenido” (CK, por sus siglas en inglés) es necesario pero no suficiente para la enseñanza. El informe del Comité de Educación subraya como nociones cruciales que se deben desarrollar en la formación de los profesores el “conocimiento del contenido pedagógico” (PCK, por sus siglas en inglés) (Shulman, 1987) y las diferentes dimensiones del “conocimiento matemático para la enseñanza” (MKT, por sus siglas en inglés) (Ball, Thames y Phelps, 2008). Ambos enfoques claramente van más allá de la concepción tradicional de la enseñanza como transmisión del conocimiento y, en consecuencia, piden cambios en la formación del profesorado, también en el ámbito universitario, en cuanto a la forma en que se debe tratar con el conocimiento matemático a enseñar.

En este trabajo, la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) se utiliza como marco principal para el diseño, la experimentación y el análisis del curso. Las últimas investigaciones sobre la formación docente en la TAD muestran que el uso de nociones como el PCK y el MKT no asegura que los profesores en formación cuestionen la naturaleza, selección y organización de los contenidos a enseñar, que a menudo son la base de problemas docentes (Ruiz-Olarría, 2015). Bajo el enfoque de la TAD, el papel de la formación docente no se limita a enriquecer el ámbito pedagógico de los docentes (conocimiento aplicable a cualquier conocimiento por enseñar), sino también a proveerles de herramientas para cuestionar la llamada epistemología dominante y emanciparse de ella al diseñar procesos de estudio que superen problemáticas profesionales específicas (Gascón, 2014).

Este cuestionamiento y reorganización de los conocimientos por enseñar no es un proceso espontáneo para los profesores de secundaria (ni para los universitarios) pues tienden a asumir como propia la epistemología dominante en la institución. La manera propuesta por parte de la TAD para situar esta actividad en el centro de los procesos educativos ha evolucionado mucho en esta última década. Comenzó con una primera experiencia en la formación del profesorado de secundaria basada en las “preguntas de la semana” (Cirade, 2006) y hoy en día toma la forma de un dispositivo basado en la investigación denominado “recorrido de estudio e investigación para la formación del profesorado” (REI-FP) el cual parte de una problemática que surge en el campo de la profesión docente y conduce a la búsqueda, desarrollo y análisis de propuestas de enseñanza alternativas (Barquero, Bosch y Romo,

2015, 2016). La idea principal del REI-FP es iniciar un trabajo de cuestionamiento de las actividades profesionales vinculadas a la pregunta inicial del profesor combinando aspectos prácticos y teóricos. Este dispositivo se estructura en cinco módulos:

- M0: Formulación y búsqueda inicial de respuestas a la pregunta generadora  $Q_0$  del REI-FP, por ejemplo, una pregunta del tipo: “¿Qué enseñar y cómo enseñar (en relación a un contenido específico)?” Al final del REI-FP se generará una respuesta parcial.
- M1: Vivir un “recorrido de estudio e investigación” (REI) en la posición de estudiante. El objetivo principal es hacer que los profesores en formación vivan una actividad de investigación iniciada por una cuestión generatriz  $Q_0$  que podría plantearse en una clase normal del nivel educativo considerado.
- M2: Análisis matemático-didáctico del REI vivido en M1 utilizando herramientas metodológicas propias de la TAD tales como dialéctica del medio-media, mapas de cuestiones y respuestas entre otros.
- M3: Adaptación del REI vivido para ser experimentado en una situación real en las instituciones de origen de los profesores en formación. Durante este trabajo, es esperable que se hagan explícitas muchas de las restricciones institucionales que deben afrontar los docentes. Por lo tanto, pueden analizarse desde una perspectiva epistemológica, didáctica y ecológica (qué puede “vivir” y bajo qué condiciones en un entorno educativo determinado). Experimentar, gestionar y realizar un análisis *in vivo* y *a posteriori* de la propuesta de enseñanza adaptada.
- M4: Elaboración conjunta de un análisis crítico de las prácticas docentes tradicionales y las posibilidades (y limitaciones) de introducir nuevas propuestas, así como la generación de una respuesta parcial a  $Q_0$ .

En las sucesivas experimentaciones del REI-FP para profesores de secundaria, se ha desarrollado una herramienta epistemológica para facilitar el análisis del REI vivido y el análisis y cuestionamiento del contenido por enseñar: los “mapas de preguntas-respuestas”. De acuerdo con otros autores, consideramos que estos mapas, que se utilizan como una herramienta metodológica en la investigación de la TAD, pueden ser un poderoso instrumento para la formación del profesorado:

We hypothesize that such a representation is sufficiently close to teachers’ concerns, and also captures such essential parts of a didactic design, that one could use it as a tool for collaboration and communication with and among teachers, regarding concrete teaching designs (Winsløw, Matheron y Mercier, 2013, p. 281)

Existen experiencias preliminares y prometedoras del uso de estos mapas en los cursos de formación de profesores para describir los aspectos dinámicos y colectivos de la actividad matemática (Barquero et al., 2016; Florensa et al., 2016; Jessen, 2014). El trabajo con los mapas parece ser útil para los profesores: les permiten describir el conocimiento en las actividades de investigación y actúan como un contrapunto de la organización curricular oficial de los contenidos.

## CUESTIONES DE INVESTIGACIÓN

Consideramos que el trabajo presentado es un diseño exploratorio en el sentido de Singh (2007). Este tipo de estudio permite obtener y analizar un primer conjunto de datos empíricos con el fin de analizar el curso implementado y rediseñarlo y mejorarlo para ser aplicado en otra edición del curso. Las preguntas concretas de investigación que presentamos aquí hacen referencia a la cuestión de investigación C2 presentada más arriba:

- C2a. ¿De qué forma y hasta qué punto los “mapas de preguntas y respuestas” introducidos en la formación docente del profesorado universitario han resultado ser herramientas de análisis apropiadas para ayudar a los profesores a describir, analizar y cuestionar los conocimientos involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje? ¿Qué limitaciones presentan?

- C2b. ¿De qué forma y hasta qué punto el curso ha permitido a los profesores identificar la naturaleza dinámica y colectiva de las disciplinas por enseñar, en contraste con la concepción dominante, estática, individual y compartimentada del conocimiento?

## DESCRIPCIÓN DEL CURSO

La escuela de ingeniería donde se implementó el curso mantiene una franja de cuatro horas sin enseñanza para todos los profesores todos los miércoles: este tiempo se consagra al desarrollo profesional, reuniones, cursos o actividades pedagógicas. De hecho, el centro es una escuela de ingeniería salesiana con una especial preocupación por la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como por la evolución personal de los alumnos. El curso se estructuró en seis sesiones de dos horas durante tres semanas, y la pregunta generatriz del REI-FP fue:  $Q_0$ , “¿Pueden las actividades de modelización ser centrales en mi asignatura? ¿Qué condiciones permiten y qué limitaciones dificultan esta actividad de modelización?”

Debido a la restricción de tiempo, la estructura de cinco módulos del REI-FP tuvo que adaptarse. Las seis sesiones nos parecieron inicialmente como un curso demasiado corto, aunque al final resultaron ser suficientes para el trabajo planificado. De todas formas, el “trabajo real” se desarrollará posteriormente, en el momento en que los profesores decidan introducir nuevas propuestas en sus materias en base al trabajo llevado a cabo en el curso. Durante esta fase de aplicación posterior al curso algunos de los profesores que implementaron el REI pidieron ayuda a los formadores, extendiendo de esta manera la duración real del curso. El curso fue planificado de la siguiente manera:

- 1ª sesión: Explicitar la pregunta profesional inicial  $Q_0$  y presentar brevemente el marco de la TAD incluyendo nociones tales como: praxeología, esquema herbartiano y dialéctica medio-media, topogénesis, mesogénesis y cronogénesis (Barquero y Bosch, 2013)
- 2ª y 3ª sesiones: Se propuso vivir un REI en grupos de hasta tres profesores iniciado por la siguiente cuestión generatriz. “Teniendo en cuenta el índice de incidencia de los últimos 9 meses de un brote de dengue: ¿podríais pronosticar el índice de incidencia para los próximos 3 meses (cuyos datos ya son conocidos)?” (Figura 1)

Año	Índice de incidencia
0	31
1	179
2	438
3	454
4	587
5	1176
6	1543
7	1859
8	2373
9	696
10	0,1
11	0,05
12	0

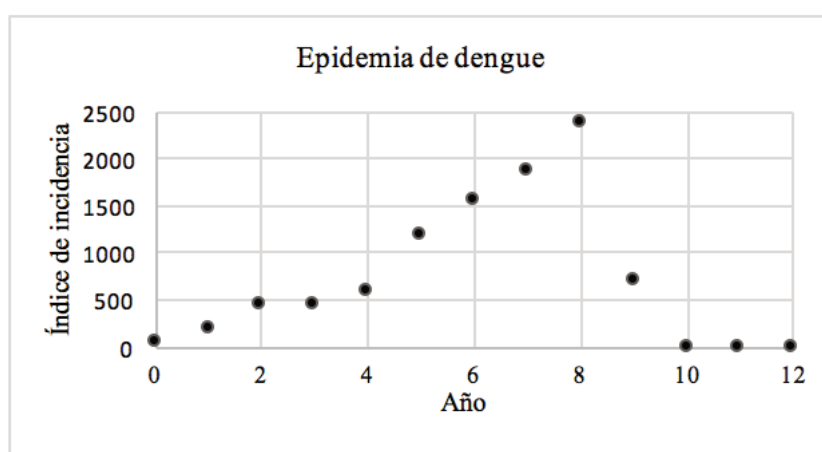


Figura 1: Datos utilizados para la modelización del REI

- 4ª sesión: Los participantes generaron un mapa de preguntas y respuestas del REI vivido. Uno de estos mapas puede verse en la Figura 2.

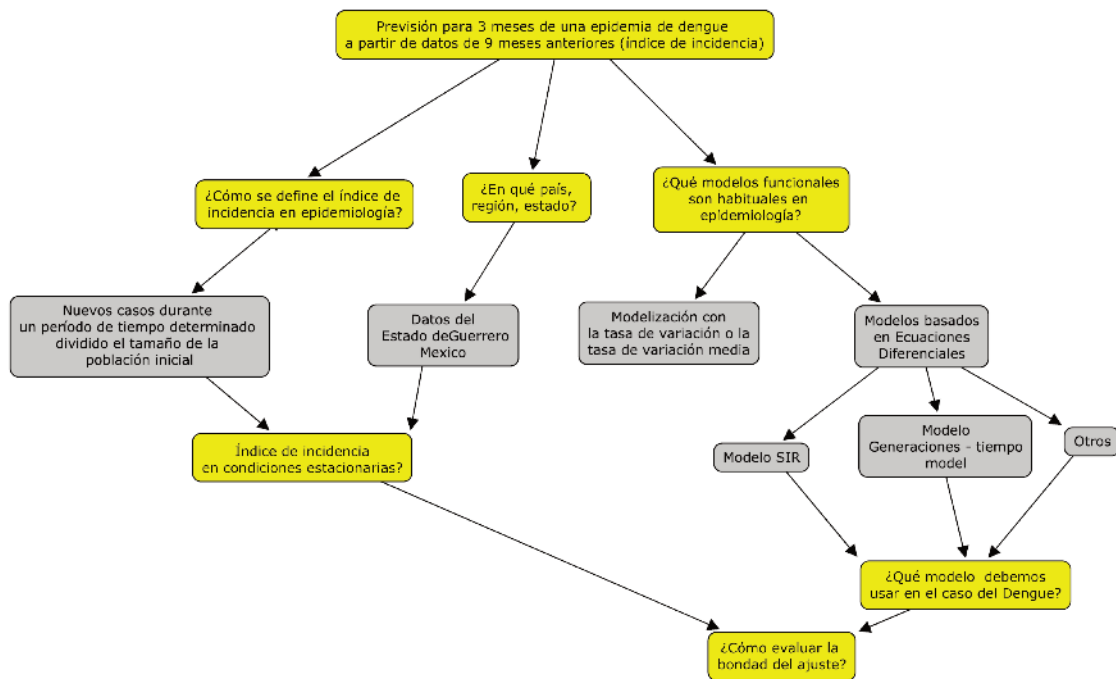


Figura 2: Mapa de cuestiones-respuesta de uno de los grupos

- 5ª sesión: Los profesores, trabajando en grupos por afinidad de las asignaturas impartidas, diseñan un REI para ser experimentado en las asignaturas en las que tienen docencia. Para ello, eligen una pregunta generatriz con la intención de superar algunas de las dificultades didácticas observadas tales como la ausencia de razón de ser, la compartimentación de temas o la pobreza del trabajo experimental en las prácticas universitarias, entre otros.
- 6ª sesión: Compartir en gran grupo las posibles propuestas de enseñanza de los diferentes grupos y las conclusiones del curso. Se pretende acabar el curso proponiendo una respuesta provisional a la cuestión generatriz  $Q_0$  del REI-FP.

Durante la primera parte de la 5ª sesión, se pidió a los participantes que identificaran las problemáticas didácticas que les gustaría superar a través de la implementación de una nueva propuesta didáctica. El objetivo del diseño de una nueva propuesta didáctica no es implementar la propuesta como un fin en sí mismo, sino identificar cómo la *epistemología dominante* en la institución se relaciona con estos fenómenos problemáticos y proponer, de forma aproximada, nuevas posibles organizaciones epistemológicas y didácticas para enfrentarlos. Los mapas de preguntas y respuestas fueron la herramienta que se proporcionó a los profesores para llevar a cabo este trabajo. Durante la implementación del curso, algunos de los contenidos que inicialmente consideramos difíciles tuvieron una recepción más fácil de lo esperado (especialmente la noción de dialéctica medio-media) y, por el contrario, algunas nociones básicas eran difíciles de compartir con los participantes: por ejemplo, la descripción de los contenidos en términos de preguntas en lugar de temas.

Con el fin de obtener datos para evaluar el curso, se recogieron todos los mapas de preguntas-respuestas de todos los grupos, tanto del análisis de la actividad de modelización vivido como del diseño *a priori* de la propuesta de REI diseñada. También hemos obtenido los datos de una encuesta final completada por todos los profesores que participaron en el curso. La encuesta se estructuró en tres bloques principales. El primer bloque abordó aspectos generales del curso tales como duración, equilibrio entre el trabajo individual y en equipo, la distribución temporal, etc. El segundo bloque cuestionaba acerca de aspectos relacionados con el contenido del curso tales como el trabajo desarrollado con mapas de pre-

guntas y respuestas y con la dialéctica medio - media. Finalmente, la encuesta abordaba cuestiones relativas a las posibles consecuencias del curso en sus actividades docentes. Entre estas pueden esperarse cambios en la concepción propia del conocimiento por enseñar, la concepción del conocimiento como actividad dinámica y colectiva y la disponibilidad o necesidad de nuevas herramientas de diseño, gestión y evaluación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dos cuestiones de investigación planteadas hacen referencia, en primer lugar, al potencial de los mapas de preguntas y respuesta como herramienta para el análisis de los contenidos de enseñanza (C2a) y, en segundo lugar, al potencial del curso para cuestionar la concepción dominante, estática, individual y compartimentada del conocimiento (C2b). Para poder generar una primera respuesta parcial y limitada a una primera experiencia se analizan tres tipos de datos: los mapas del REI vivido por los profesores, los datos de una encuesta y los mapas del análisis *a priori* de los REI propuestos por los profesores. Por cuestiones de espacio el análisis en este artículo se limita a dos mapas. Respecto los mapas de preguntas y respuestas que modelizan el REI vivido por los participantes sobre la epidemia de dengue muestran cómo el trabajo de los participantes fue capaz de conectar campos normalmente desconectados en la organización curricular tradicional de los contenidos. Para la experiencia vivida, en los mapas de varios grupos y en concreto en el mostrado en la Figura 2, las cuestiones y respuestas relativas a las funciones, a las ecuaciones diferenciales, a la regresión, a la tasa media de cambio y a las nociones epidemiológicas están profundamente interrelacionadas: la combinación de ellas permite generar una respuesta a la cuestión generatriz. Un hecho destacable observado durante la actividad de los docentes surgió al analizar diferentes mapas de diferentes grupos de trabajo: en función de su formación de base y ámbito de docencia: dependiendo de este hecho el problema fue abordado de manera muy diferente. Por ejemplo, el trabajo de los profesores de Matemáticas se centró en encontrar un modelo matemático que ajustara los datos, mientras que el trabajo de los profesores de Química evolucionó alrededor de los datos epidemiológicos, la noción de “índice de incidencia” y la literatura científica sobre otros brotes similares. El uso de los mapas permitió a los profesores en formación describir esta conexión de ámbitos generalmente desconectados.

La segunda parte de la encuesta sobre el contenido del curso revela que el trabajo desarrollado por los profesores con los mapas de preguntas y respuestas y la dialéctica medio-media les resultaba difícil (más del 70% de los profesores lo consideraba difícil o muy difícil). Al mismo tiempo identificaron este trabajo como “fácilmente aplicable para diseñar y gestionar nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje” (más del 70% de los profesores encontraban contenidos y herramientas del curso fáciles de usar e implementar). En cuanto a las consecuencias del curso sobre las prácticas docentes de los profesores, la encuesta mostró que ayudó (más del 90% totalmente de acuerdo) a cambiar su concepción anterior del conocimiento hacia una concepción dinámica-colectiva en términos de actividades de modelización.

La tercera fuente de evidencias para el análisis son los mapas generados por los profesores como un análisis *a priori* para un REI a ser experimentado en las asignaturas en las que tienen docencia. En total, los profesores construyeron seis mapas, todos ellos con una pregunta generatriz y haciendo explícitos los hechos didácticos que se pretende superar. El mapa de cuestiones y respuestas de la Figura 3 muestra la propuesta desarrollada por profesores de matemáticas y física de primer curso de ingeniería. Uno de los aspectos a superar detectado por parte de los profesores de matemáticas era la falta de razón de ser de las ecuaciones diferenciales. De hecho, los profesores de matemáticas consideraban que las ecuaciones diferenciales se presentaban de forma aislada de cualquier fenómeno ingenieril, mientras que en realidad la mayoría de modelos utilizados en ingeniería están gobernados por ecuaciones diferenciales. En cambio, los profesores de física que participaban en el grupo, ponían de manifiesto el hecho de que los alumnos eran capaces de resolver algorítmicamente ecuaciones diferenciales tipo, pero que la interpretación de resultados quedaba fuera de su abasto. El mapa utili-

zado como herramienta de análisis *a priori* permite a los profesores en formación la potencialidad del REI propuesto. La descripción mediante el mapa parece superar de manera preliminar y parcial estos fenómenos: por un lado, mediante la existencia de un medio de validación del resultado (¿Podré saltar, es lógico que la cuerda tenga un cierto porcentaje de elongación?) y, por otro, superando la presentación de las ecuaciones diferenciales como independientes de los procesos de modelización.

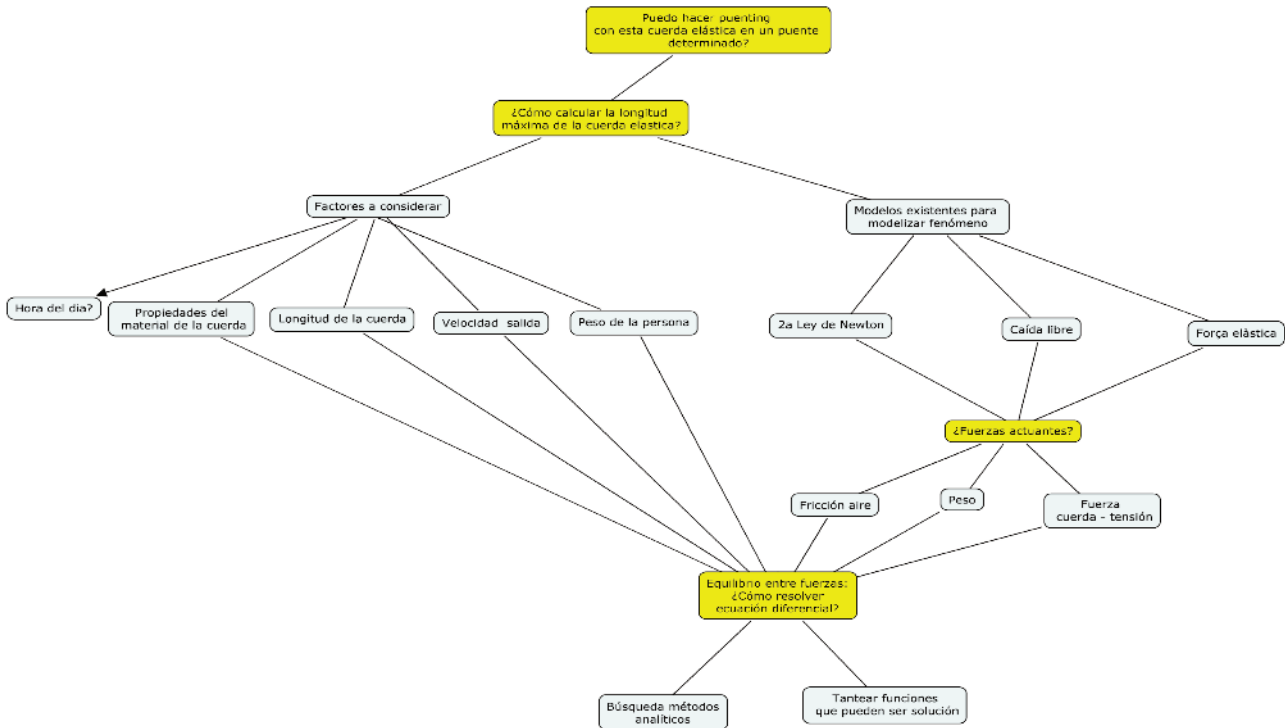


Figura 3: Mapa de cuestiones y respuestas generado por uno de los grupos de profesores

Dos de estos diseños *a priori* de REI han sido experimentados durante el semestre posterior al curso de formación del profesorado. Estos dos REI emergentes han sido experimentados y gestionados sólo por profesores que siguieron el curso y no han tenido ninguna otra experiencia o formación en didáctica. Este hecho es especialmente interesante porque con el análisis de estas experiencias se puede recopilar un primer conjunto de datos sobre las condiciones de existencia de los REI a nivel universitario incluyendo su diseño, gestión y análisis por parte de profesores que no tienen relación directa con la investigación en didáctica. Esta primera experiencia en la enseñanza de los profesores parece validar preliminarmente a Winsløw et al. (2013) sobre el uso de mapas de preguntas y respuestas en la formación docente y confirma los presentado en Barquero et al. (2016). Los profesores han trabajado con los mapas y los han utilizado para modelar un proceso de estudio y para analizar *a priori* su propio diseño. Por otra parte, los mapas se han utilizado para comparar el conocimiento movilizado durante un REI específico y el conocimiento oficial a enseñar.

En relación con la segunda cuestión de investigación planteada, también podemos afirmar, aunque con cierta cautela debido al carácter exploratorio muy inicial de nuestra investigación, que el curso parece iniciar un trabajo de cuestionamiento y de explicitación de la epistemología dominante en la universidad. El uso de los mapas como descriptores del conocimiento a enseñar contrasta con la concepción del conocimiento habitual en la enseñanza universitaria (sesiones de teoría, resolución de problemas y prácticas en laboratorio). Este contraste entre la concepción misma saber a enseñar hizo emerger cuestiones sobre la viabilidad de los REI en las condiciones habituales de enseñanza universitaria. El inicio del cuestionamiento de la epistemología dominante descrito debe validarse en futuras implementaciones del curso con el objetivo de que el uso de los mapas facilita este hecho observado. En la última sesión, el problema de cómo describir el saber a enseñar y las implicaciones en la práctica docente derivó hacia



el problema de qué conocimientos deben enseñarse en la universidad y cómo podría considerarse la actividad de modelización con su dinámica y aspectos colectivos. Aunque las posiciones de los participantes eran distintas, nos sorprendió en gran medida que ninguno adoptara una postura rígida de imposibilidad de cambio. Al contrario, dos profesores incluso tomaron el curso como una oportunidad para rediseñar sus actividades docentes para el siguiente semestre con docencia en sus asignaturas. En concreto se implantaron nuevas propuestas didácticas en las asignaturas de Resistencia de Materiales y Sistemas de Información para la Dirección. Nuestro optimismo es sin embargo limitado. Es importante tener en cuenta que uno de los formadores del curso es también profesor en la escuela de ingeniería considerada, lo que ciertamente afectó la buena predisposición de los asistentes debido a su liderazgo personal en la institución. Esta condición particular tiene que ser considerada en nuevas ediciones del curso y la cuestión de su reproducibilidad permanece totalmente abierta.

## Referencias

- Ball, D. L., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
- Barquero, B., y Bosch, M. (2013). Didactic Engineering as a Research Methodology: From Fundamental Situations to Study and Research Paths. En A. Watson y M. Ohtani (Eds.), *Task Design in Mathematics Education- ICMI Study 22* (Springer I, pp. 249–273).
- Barquero, B., Bosch, M., y Romo, A. (2015). A study and research path on mathematical modelling for teacher education. En K. Krainer y N. Vondrová (Eds.), *Proceedings of the 9th Congress of European Research in Mathematics Education* (pp. 809–815). Prague: Charles University in Prague and ERME.
- Barquero, B., Bosch, M., y Romo, A. (2016). An online course for inservice mathematics teachers at secondary level about mathematical modeling. En *13th International Conference in Mathematics Education*. Hamburg.
- Cirade, G. (2006). *Devenir professeur de mathématiques: entre problèmes de la profession et formation en IUFM. Les mathématiques comme problème professionnel*. (Tesis Doctoral). Université d'Aix-Marseille.
- Department for Education and Skills. (2003). *White paper on The future of higher education*. (Secretary of State for Education and Skills, Ed.). Norwich, UK: HMSO.
- Education Committee of the EMS. (2012). It is necessary that teachers are mathematically proficient, but is it sufficient? Solid findings in mathematics education on teacher knowledge. *Newsletter of the European Mathematical Society*, (83), 46–50.
- Ellis, J. (2014). Graduate students Teaching Assistants' (GTAs') beliefs, instructional practices, and student success. En *Proceedings of the 17th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education* (pp. 609–616).
- Ellis, J. (2015). Preparing future professors: highlighting the importance of graduate student professional development programs in calculus instruction. En S. Oesterle, P. Liljedahl, C. Nicol, y D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education (Vol. 3)* (Vol. 53, pp. 1689–1699). Vancouver, Canada: PME.
- Florensa, I., Bosch, M., y Gascón, J. (2016). A posteriori analysis of a SRP-TE as a teachers training tool. En T. Á. Sierra Delgado (Ed.), *5th International Conference of the Anthropological Theory of the Didactic*.
- Fry, H., Ketteridge, S., y Marshall, S. (Eds.) (1999). *A Handbook for Teaching and Learning in Higher* (3rd ed.). Oxon: Taylor y Francis.
- Gascón, J. (2014). Los modelos epistemológicos de referencia como instrumentos de emancipación de la didáctica y la historia de las matemáticas. *Educación Matemática*, (Special Issue: XXV years), 99–123.
- Guasch, T., Alvarez, I., y Espasa, A. (2010). University teacher competencies in a virtual teaching/learning environment: Analysis of a teacher training experience. *Teaching and Teacher Education*, 26(2), 199–206. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2009.02.018>

- Jessen, B. E. (2014). How can study and research paths contribute to the teaching of mathematics in an interdisciplinary setting? *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 19, 199–224.
- Monereo, C. (2014). Las competencias del profesor universitario del siglo XXI: hacia una identidad profesional docente. En C. Monereo (Ed.), *Enseñando a enseñar en la Universidad. La formación del profesorado basada en incidentes críticos* (pp. 39–61). Barcelona: Universitat de Barcelona-Institut de Ciències de l'Educació.
- Postareff, L., Lindblom-Ylänne, S., y Nevgi, A. (2008). A follow-up study of the effect of pedagogical training on teaching in higher education. *Higher Education*, 56(1), 29–43.
- Ruiz-Olarría, A. (2015). *La formación matemático-didáctica del profesorado de secundaria. De las matemáticas por enseñar a las matemáticas para la enseñanza*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23.
- Singh, K. (2007). *Quantitative social research methods* (Vol. 1). Thousand Oaks: Sage Pub.
- The Higher Education Academy. (2011). *The UK Professional Standards Framework for teaching and supporting learning in higher education*. Recuperado el 2 de Agosto 2016, from <http://www.heacademy.ac.uk/ukpsf>
- Winsløw, C., Matheron, Y., y Mercier, A. (2013). Study and research courses as an epistemological model for didactics. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 267–284.