

COMBINANDO LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA: DISEÑO DE UN CURSO EUROPEO DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN MODELIZACIÓN MATEMÁTICA Y APLICACIONES

Fco. Javier García García

Luisa Ruiz-Higueras

Universidad de Jaén

Resumen

La enseñanza de unas matemáticas más significativas, útiles y con múltiples conexiones más allá del limitado espacio del aula es una tendencia observable en muchos currículos europeos. En España, la articulación del currículo de matemáticas en torno al desarrollo de la *competencia matemática* es un impulso decidido en esa dirección. Sin duda, el uso de *tareas realistas y de modelización matemática* se revela como una herramienta óptima para desarrollar este fin. Sin embargo, son muchos los obstáculos que hacen que este tipo de prácticas sean aun minoritarias en el aula. Entre ellas, la formación del profesorado y su desarrollo profesional se reconoce como uno de los factores fundamentales sobre los que hay que incidir. En esta comunicación presentamos el diseño de un curso europeo de formación de profesores en el uso de tareas realistas y de modelización en el aula.

Abstract

The teaching of more meaningful and useful mathematics, with multiple connexions beyond the narrow classroom space, is a tendency in many European curriculums. In Spain this direction is observable in the new curriculum, organised around the development of the *mathematical competency*. The use of *realistic and mathematical modelling tasks* is a powerful tool to develop this aim. However, there are many obstacles making these practices still rare in many mathematics classrooms. Among others, teacher training and its professional development are considered as a main factor to work on. In this paper the design of a European teacher training course for the use of realistic and modelling tasks in mathematics classrooms is presented.

Introducción

En los albores de un nuevo siglo, la enseñanza de las matemáticas en la Educación Secundaria, en muchos países, parece permanecer anclada en el pasado: los estudiantes siguen estudiando unas matemáticas que consideran útiles sólo dentro de la *clase de matemáticas*, pero raramente fuera de ella. Mientras que desde la investigación se estudian y se ofrecen soluciones, al menos parciales, a problemas como el de la transferencia de los saberes matemáticos o al uso de las matemáticas para resolver problemas en situaciones cotidianas y profesionales, las prácticas diarias del aula parecen ser ajenas, en la mayoría de los casos, a estos resultados.

En relación con la modelización matemática y las aplicaciones, Burkhardt y Pollak (2006), consideran que el problema de hacer de la modelización una realidad en el aula no está ni mucho menos resuelto, aun cuando se observa un creciente apoyo desde los niveles políticos y curriculares y aún cuando existe gran cantidad de recursos y resultados provenientes de la investigación. No obstante, identifican algunos *signos esperanzadores*, como el consenso internacional sobre el necesario desarrollo de la *alfabetización matemática*, lo que conlleva una visión práctica y funcional de las matemáticas, o la influencia que, sobre todo en el nivel de las políticas educativas, ha tenido el estudio PISA.

En España, esta tendencia queda recogida en los nuevos currículos para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO en adelante). Aunque la modelización matemática no se contempla explícitamente en los mismos como una competencia a desarrollar o como un “núcleo temático”, las nuevas disposiciones curriculares suponen un impulso a su inclusión y desarrollo en la Educación Secundaria al:

- Incluir un “núcleo temático” transversal sobre resolución de problemas en el que se enfatiza no sólo el papel vertebrador que la resolución de problemas debe jugar en el aprendizaje de las matemáticas, sino también la necesidad de que esté orientado hacia la *“reflexión, el análisis, la concienciación y la actitud crítica ante la realidad que nos rodea, tanto en la vida cotidiana como respecto a los grandes problemas que afectan a la humanidad”* (CEJA, 2007, p. 52)
- Articular el área de matemáticas en torno al desarrollo de la competencia matemática, desde la que se enfatiza el uso funcional de las matemáticas para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana y con el mundo laboral.

También en otros países europeos se observa esta evolución de la matemática escolar. Por ejemplo, en el nuevo currículo inglés¹, los niveles *Key Stage 3* y *4* (equivalente a la ESO), se formula, junto a los núcleos temáticos organizados según criterios disciplinares (*números y álgebra; forma, espacio y medida; tratamiento de la información*) un núcleo denominado *uso y aplicación de las matemáticas*. También los nuevos currículos en Alemania, desarrollado en términos de competencias, incluyen la modelización matemática como una competencia específica a desarrollar en los alumnos (Maaß, 2006a).

Un problema de dimensión europea.

¹ Véase <http://www.qca.org.uk> y <http://www.ncaction.org.uk>

A pesar de los esfuerzos y avances hechos desde la investigación y a que cada vez la modelización y las aplicaciones están más presentes en las prácticas de aula, *“there still exists a substantial gap between the ideals of educational debate and innovative curricula, on the one hand, and everyday teaching practice on the other hand. In particular, genuine modelling activities are still rather rare in mathematics lessons.”* (Blum, 2002, p. 150)

Diferentes autores (Blum y Niss, 1991; Burkhardt y Pollak, 2006) han identificado razones que explican esta situación. Entre todas ellas, el profesorado y su formación se revela como un elemento crucial.

La formación matemática que muchos profesores recibieron incluía poca o ninguna referencia a la modelización y a las aplicaciones. Además, muchos profesores consideran que la inclusión de tareas de modelización y aplicaciones hace que la gestión de la clase sea más complicada y exigente, que la evaluación de los alumnos sea más difícil y que sean necesarios conocimientos más allá de los estrictamente matemáticos (Blum y Niss, 1991).

Desde esta perspectiva, un grupo de formadores europeos nos propusimos diseñar un curso para profesores de primaria y secundaria, que permitiese dotarles de nuevos conocimientos y herramientas pedagógicas útiles para diseñar tareas realistas y de modelización, gestionar su inclusión en el aula, monitorizar y guiar a los alumnos en el desarrollo de la competencia modelizadora (y matemática) y evaluar los logros de los alumnos, lo que desembocó en el proyecto europeo² “Learning and Education in and through Mathematical Modelling and Applications” (LEMA³).

El desarrollo de este proyecto, desde septiembre de 2006, ha dado lugar al diseño de un curso de formación del profesorado que, durante 2008 se está impartiendo de forma experimental en Alemania, Chipre, España, Francia, Hungría y Reino Unido.

² Miembros del proyecto: Katja Maaß & Barbara Schmidt, Universidad de Educación, Freiburg; Richard Cabassut, IUFM, Strasbourg; Fco. Javier García & Luisa Ruiz, Universidad de Jaén; Nicholas Mousoulides, Universidad de Chipre; Anke Wagner, Universidad de Educación, Ludwigsburg; Geoff Wake, Universidad de Manchester; Ödön Vancso & Gabriella Ambrus, Universidad Eötvös Lorand, Budapest. El proyecto está co-financiado por la Unión Europea (128740-CP-1-2006-1-DE-COMENIUS-C21), desde 10/2006 al 09/2009. La opiniones expresadas son las de los autores y no reflejan, necesariamente, las de la Unión Europea o de alguna de sus sub-agencias.

³ Más información en <http://www.lemma-project.org>

Combinando la teoría con la práctica

Desde el primer momento, el diseño de este curso debía obedecer a criterios científicos y debía estar fundamentado en la investigación ya desarrollada en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la modelización y al uso de la modelización para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

El problema principal al que nos enfrentamos es el conocido de la articulación entre la *teoría* y la *práctica*. Esto es, el problema de cómo los resultados y productos obtenidos desde la investigación pueden ser *traspuestos* para su uso efectivo tanto en el sistema de enseñanza de las matemáticas como en el sistema de formación de profesores de matemáticas, así como en qué medida estos resultados pueden informar el desarrollo y diseño de las propuestas formativas.

Este problema, central en la investigación en la formación de profesores, no se aborda desde un punto de vista teórico, sino pragmático y experimental. Es por ello que el proyecto contempló la realización de un cuestionario previo sobre necesidades formativas de los profesores en torno a la modelización y sus aplicaciones y a su uso en el aula y, a partir de éste, adoptamos una metodología de diseño, experimentación y optimización.

Diseño de un curso de formación.

Según Llinares (2007), “*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*” (p. 3). De esta forma, el aprendizaje del profesor de matemáticas supone tanto comprender una determinada manera de enseñar las matemáticas como aprender a realizar las tareas y usar y justificar los instrumentos que articulan esta forma de enseñar las matemáticas en un contexto institucional. A lo que añadiríamos una determinada manera de concebir qué son las matemáticas y, en particular en este caso, un enfoque modelizador y aplicado del conocimiento matemático.

Asimismo, García y Ruiz-Higueras (2007) consideran que la formación de profesores constituye el desarrollo de un saber matemático-didáctico específico, que no puede ser reducido a una yuxtaposición o combinación de *saberes matemáticos*, por un lado, y *saberes didácticos*, por otro, y que debe tener en cuenta la *ecología* de las instituciones en las que éstos han de vivir. Así, toda propuesta de formación del profesorado supone el diseño de

procesos de estudio en los que de forma integrada y recíproca los profesores construyan estos conocimientos matemático-didácticos y en los que se determinen, analicen y adecúen éstos a las restricciones matemáticas, pedagógicas, escolares, sociales y culturales que operan sobre las instituciones docentes.

A la hora de diseñar el curso de formación del profesorado, este tipo de restricciones emergieron con fuerza ante la necesidad de diseñar un curso lo suficientemente flexible como para poder ser usado en cualquier país europeo (o, al menos, en los integrantes del proyecto). De esta forma, las prácticas docentes culturales, los currículos y estructura organizativa escolar de cada país debía estar presente y ser considerada.

Dos son los principios que guían todo el diseño del CFP: la participación **activa** y **reflexiva** del profesorado en formación. Obedeciendo al primero, el curso ha sido diseñado en modo de talleres, organizado en módulos y sub-módulos, ofreciendo multitud de recursos al profesorado y favoreciendo el trabajo en grupo y el debate. En relación con el segundo, para cada sub-módulo se ha diseñado un “diario del profesor” que favorezca la reflexión entre lo aprendido en el sub-módulo y su práctica diaria de aula, con el fin último de intentar modificar esta. Esta reflexión, de carácter individual, estará apoyada por foros (uno en cada país y uno internacional) en los que se favorezca la reflexión grupal

Con el fin de delimitar el saber matemático-didáctico objeto del curso de formación, el mismo se ha estructurado en 4 módulos (*modelización, tareas, clases y evaluación*), conteniendo cada uno diferentes sub-módulos.

En los siguientes apartados desarrollaremos brevemente cada módulo. Ante las limitaciones de espacio, nos centraremos en qué resultados de investigación se han basado y qué saberes matemático-didácticos se espera que los profesores desarrollen a través del mismo.

Módulo “modelización”

El objetivo fundamental de este primer módulo es generar una reflexión sobre qué es la modelización (primer sub-módulo) y por qué debería ser incorporada a las prácticas de aula, siendo conscientes a la vez de las oportunidades que ofrece y de las dificultades y obstáculos que hay que superar (segundo sub-módulo). Todo ello desde la dualidad “modelización como competencia” o “modelización como herramienta didáctica”, reflejo de la diversidad de intereses y contextos nacionales con la que nos enfrentamos.

De acuerdo con la clasificación de Kaiser, Sriraman, Blomhøj y García (2007), adoptamos principalmente un aproximación “realista y aplicada” de la modelización, cuyos objetivos principales son de tipo *pragmático* y *utilitarista*, centrado en el desarrollo de tareas reales que permitan comprender el mundo que nos rodea y el desarrollo de la competencia modelizadora. La figura 1 muestra un ejemplo del tipo de tareas consideradas. Sin embargo, y como aparecerá reflejado en otros módulos, esta aproximación se combina necesariamente con elementos de la aproximación “modelización pedagógica” (según la clasificación de estos mismos autores), cuyo objetivo principal es la modelización como herramienta didáctica, en la medida en que para muchos profesores y muchos contextos nacionales, la modelización se considera supeditada al desarrollo del currículo matemático oficial.

¿Qué es la modelización?

¿Por qué la modelización?

Tarea 1: «Firmar contra una nueva ley»

Hace poco, el 25 de abril de 2006, el partido español en la oposición presentó en el Congreso 4.000.000 firmas contra una nueva ley promovida por el gobierno.



Todos los periódicos españoles publicaron fotos de las grandes cajas y las 10 furgonetas que se habían necesitado para transportar las hojas de papel al Congreso. ¿Crees que esta puesta en escena tenía una intención política o que todas estas cajas y furgonetas eran realmente necesarias para transportar los cuatro millones de firmas?

Modelización


Education and Culture
Socrates

8

Figura 1. Ejemplo de tarea realista de modelización

De acuerdo con Blum y Niss (1991), consideramos el proceso de modelización como un proceso cíclico en el que se establece una dialéctica entre “el mundo real” y el “mundo matemático” con el fin de resolver un problema formulado en el primero. Sin embargo, la investigación ha producido múltiples versiones de este ciclo, según las cuestiones particulares que en cada momento se investigaban. Reaparece así la cuestión problemática de la articulación entre la teoría y la práctica: ¿qué versión del ciclo de modelización puede resultar más útil a los profesores para comprender los procesos de modelización, diseñar sus propias tareas, guiarles en los procesos didácticos y comprender y ayudar a los alumnos en sus procesos de resolución de tareas realistas y aplicadas?

La elección fue la descripción del ciclo de modelización adoptada en el estudio PISA (ver figura 2) y basada en los procesos de matematización horizontal y vertical (De Lange, 1987). La razón principal, a parte de su relativa simplicidad, es que esta descripción enfatiza la modelización como proceso y se centra en caracterizar las transiciones entre las diferentes etapas del ciclo de modelización.

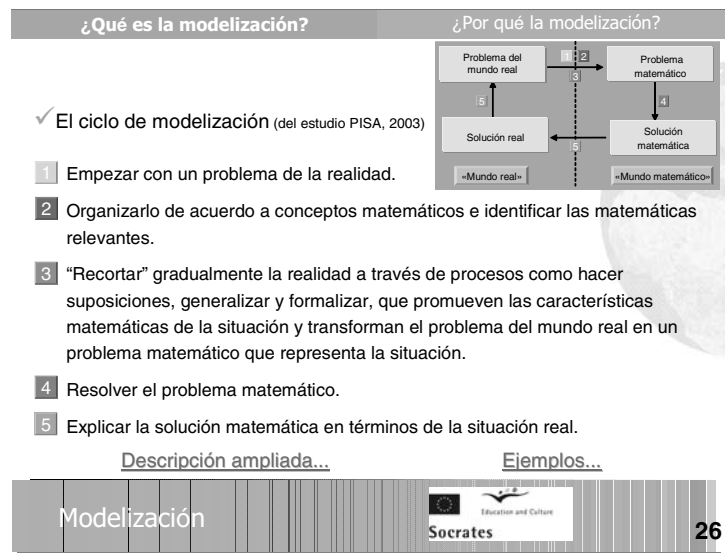


Figura 2. Ciclo de modelización

La actividad dentro de este módulo, eminentemente práctica, persigue la resolución en grupo de diferentes tareas de modelización a partir de la que se promueve una reflexión sobre qué es una tarea de modelización, cómo caracterizar los procesos de resolución de tareas aplicadas y realistas (previa a la introducción del ciclo de modelización) y de las dificultades y oportunidades que la modelización nos ofrece. Para esto último (sub-módulo 2), la discusión se articula en torno a los “argumentos y obstáculos” descritos en Blum y Niss (1991) (se facilita versión traducida a los profesores).

Módulo “tareas”

Este módulo intenta resumir todo lo que tiene que ver con el diseño y la clasificación de tareas realistas y de modelización. Los objetivos principales son dotar a los profesores de herramientas de manera que puedan ser autónomos en:

- el diseño de tareas nuevas (submódulo “creando”),
- la modificación de tareas ya existentes con el fin de adaptarlas a su contexto específico y/o al contenido matemático que desean enseñar (módulo “variando”)

- clasificación de tareas de modelización, atendiendo a diferentes criterios.

En el diseño de tareas, se propone a los profesores, por un lado, diseñar tareas a partir de situaciones reales y externas dadas de antemano. Por ejemplo, la imagen de un hotel en Manchester o datos reales sobre el consumo de agua mineral en países de la Unión Europea (figura 3). Por otro lado, diseñar tareas de modelización a partir de situaciones y problemas matemáticos presentes en los libros de texto. La figura 4 muestra, a modo de ejemplo, un ejercicio de un libro inglés sobre iniciación al álgebra y una tarea de modelización creada a partir de éste.

Explorar Crear Clasificar Variar

Situación 2: Agua embotellada

Se muestran a continuación los datos de consumo de agua embotellada (en millones de litros, 2003) en los países de la UE:



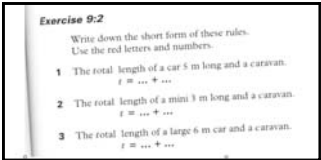
Suecia	176
Eslovenia	115
Irlanda	102
Lituania	94
Letonia	89
Dinamarca	88
Finlandia	83
Estonia	34
Chipre	n/a
Malta	n/a
Luxemburgo	n/a

Tareas 10

Figura 3. Situación real para el diseño de tareas de modelización

Explorar Crear Clasificar Variar

De Inglaterra:



Una posible solución.



¿En una gasolinera, cómo de separados tienen que estar los surtidores para servir a coches que remolcan caravanas?

Tareas 21

Tareas 22

Figura 4. Creando un problema de modelización desde un ejercicio convencional

Respecto a la clasificación de tareas, el sub-módulo propone a los profesores la creación de diferentes clasificaciones. En su diseño, nos hemos basado en Maaß (2006b), donde se realiza

una revisión de diferentes clasificaciones producidas por diferentes autores (atendiendo a su autenticidad, cercanía a los estudiantes, nivel de complejidad, apertura,...).

Módulo “clases”

Este módulo versa sobre cuestiones relativas a la gestión en el aula de tareas de modelización. Enfatizaremos tres contenidos: métodos de enseñanza, desarrollo de la competencia modelizadora y metacognición.

La forma de proceder en las clases de matemáticas tiene un fuerte impacto en el desarrollo de la competencia modelizadora. El trabajo en grupo, las discusiones entre alumnos así como fases en las que los alumnos trabajan independientemente, parecen ayudar al desarrollo de las competencias. Discutir en grupos pequeños sobre ideas para resolver el problema, hacer luego una “tormenta de ideas” en clase y, por último, trabajar en grupos pequeños, también ha dado buen resultado en algunos estudios experimentales. Más aún, la evaluación entre alumnos y la autoevaluación parecen ayudar a los alumnos al desarrollo de la sub-competencia de la validación (Tanner y Jones, 1995).

A partir de una reflexión de los profesores sobre los métodos de enseñanza que usan en la actualidad, se introduce una variedad de métodos de enseñanza, siguiendo el esquema genérico “introducción – trabajo en grupo – debate”. Se sugiere al formador organizar el curso en al menos dos periodos distanciados algunas semanas en el tiempo, de forma que los profesores puedan experimentar con estos métodos en clase y una reflexión posterior pueda llevarse a cabo en el grupo.

Por otro lado, la investigación ha mostrado que aquellos alumnos que reflexionan sobre sus propios procesos tienen más éxito en la resolución de problemas y en la modelización. De hecho, la diferencia entre los procesos de modelización de un experto y de un principiante es que los primeros usan la metacognición, frente a los segundos que operan sin estructura y que dejan la tarea después de un rato sin haber obtenido una solución (Schoenfeld, 1992).

Pero, ¿cómo se puede ayudar al desarrollo de la metacognición? Para su desarrollo, la búsqueda de pistas y de comprensión debe formar parte de la clase. Por ello, en clase, la reflexión, la discusión desde diferentes puntos de vista, hacer preguntas e intercambiar argumentos, son de suma importancia (Schoenfeld, 1992).

En este módulo los profesores trabajan la competencia modelizadora a partir del ciclo de modelización (figura 5), lo que les lleva a la necesidad de reflexionar sobre el proceso completo y sobre cada etapa, introduciendo de esta forma la metacognición. También se exploran formas de ayudar a los alumnos a que desarrollen la competencia matemática en clase.

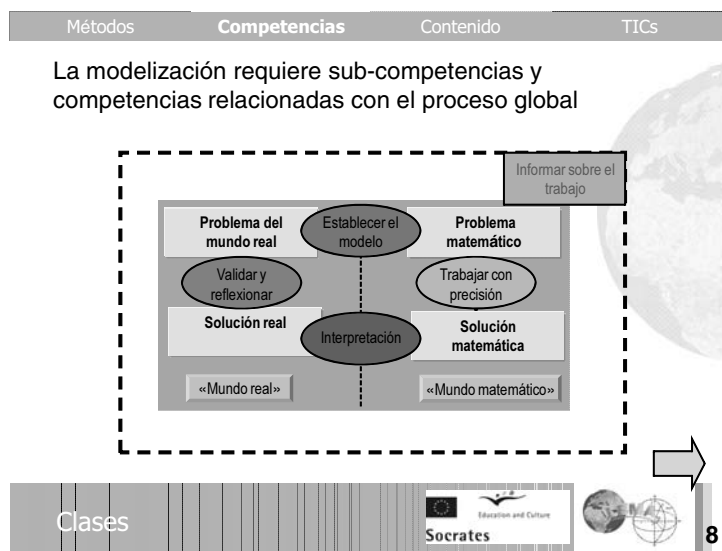


Figura 5. Competencia y sub-competencias modelizadoras

Módulo “evaluación”

Este módulo ha sido diseñado a partir de un estudio fundamental de síntesis realizado por Black y Wiliam (1998). Estos autores sugieren que, frente a la evaluación *del* aprendizaje (sumativa), la evaluación *para* el aprendizaje, que informa al profesor en cada etapa sus prácticas docentes, conduce a mejores resultados en los alumnos. No obstante, los profesores exploran ambas en el curso.

Sub-módulo “formativa”: En Black et al. (2002), profesores y estudiantes trabajaron junto a investigadores para identificar las áreas (figura 6) centrales para que las prácticas de evaluación sean efectivas en la mejora del aprendizaje.

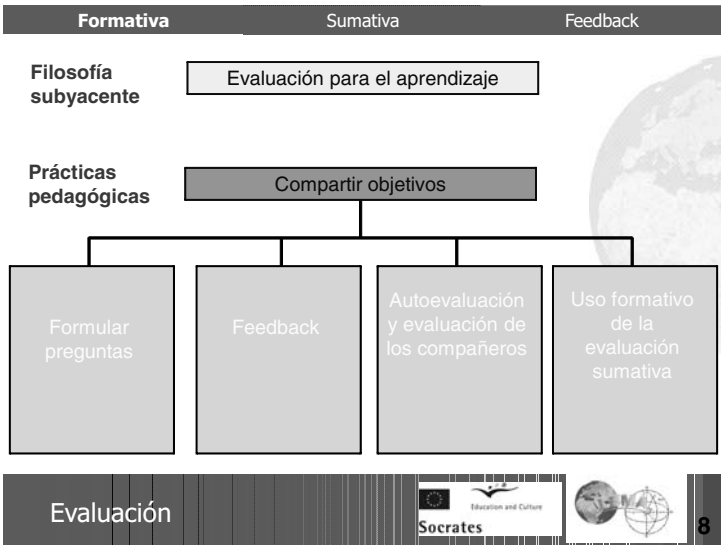


Figura 6. Evaluación *para* el aprendizaje

Durante el curso, y a partir de fragmentos de video de una clase en Alemania sobre modelización y de producciones de los alumnos, los profesores reflexionan sobre cómo procede la profesora y elaboran sus propias estrategias de evaluación *para* el aprendizaje.

Submódulo “sumativa”: a partir del ciclo de modelización, los profesores desarrollarán criterios para evaluar el trabajo de sus alumnos, atendiendo a cada una de las etapas y diferentes niveles (figura 7).

Formativa	Sumativa	Feedback		
Posible progresión en criterios de evaluación				
Establecer el modelo	Trabajar con precisión	Interpretación	Validar y reflexionar	Informes
1 Los alumnos necesitan ayuda para simplificar la situación	Los alumnos necesitan ayuda a la hora de tomar decisiones matemáticas y no siempre trabajan con precisión	Los alumnos tienen problemas y requieren mucha ayuda a la hora de interpretar la situación	Los alumnos no reflexionan sobre la validez de su modelo	Los alumnos no son capaces de informar satisfactoriamente sobre su trabajo de forma independiente
2 Los alumnos son capaces de encontrar y utilizar cierta información necesaria para simplificar partes de una situación compleja.	Los alumnos son capaces de identificar las matemáticas que es necesario utilizar y resolver el problema, pero no siempre con precisión	Con ayuda (por ejemplo cuando se les hacen preguntas apropiadas) los alumnos son capaces de interpretar la situación	Los estudiantes son conscientes de la validez de algunos aspectos de su modelo, pero no de todos	Con ayuda y orientación los alumnos son capaces de entregar un informe satisfactorio de su trabajo
3 Los alumnos son capaces de utilizar una gama de información para simplificar una situación.	Los alumnos son capaces de resolver la tarea independientemente utilizando las matemáticas correctas, pero no todos los resultados son correctos	Los alumnos son capaces de interpretar la situación, pero no en profundidad	Los alumnos reflexionan de manera crítica sobre muchos de los aspectos de su modelo, entendiendo sus limitaciones	Los alumnos son capaces de entregar independientemente un buen informe de su trabajo
4 Los alumnos toman buenas decisiones que les permiten simplificar una situación compleja.	Los alumnos utilizan lenguaje y símbolos matemáticos con precisión	Los alumnos interpretan la situación con detalle y en profundidad	Los alumnos tienen una buena comprensión crítica de la validez y limitaciones de su modelo	Los alumnos entregan un informe exhaustivo de su trabajo
Evaluación  Socrates 15				

Figura 7. Niveles para la evaluación sumativa

Conclusión

En esta comunicación hemos tratado la intersección de dos problemas de investigación, por un lado el de *la formación del profesorado en “modelización y aplicaciones”* y, por otro lado, el de *combinar la teoría con la práctica*. Ambos problemas están siendo abordados dentro del proyecto LEMA (convocatoria Comenius) desde una perspectiva que podríamos definir como D+I (desarrollo e investigación), D porque el objetivo principal es el diseño del curso, su implementación y su optimización con el fin de proponerlo a la comunidad europea de formadores de profesores, I porque este diseño se está realizando desde la investigación y porque se están llevando a cabo recogida de datos (cuestionarios, entrevistas, vídeos, producciones de los profesores, grupos de control,...) que nos permita determinar hasta qué punto el curso permite la evolución de las prácticas de enseñanza de los participantes, y de lo que esperamos tener resultados en el primer semestre de 2009.

Los primeros resultados muestran una tendencia del profesorado participante a incluir más tareas realistas y de modelización en sus clases. Sin embargo, conscientes de que a menudo los efectos decaen a medio plazo, la evaluación del proyecto contempla la realización de un cuestionario de seguimiento a los 6 meses de terminar el curso y soporte y ayuda al profesorado a través de la página web y del foro al menos durante la duración del mismo (septiembre, 2009).

Referencias bibliográficas

- Baumert, J.; Klieme, E.; Neubrand, M.; Prenzel, M.; Schiefele, U.; Schneider, W. et al. (2001). *Pisa 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*, Opladen: Leske + Budrich.
- Black, P.J.; Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning, *Assessment in Education: principles, policy and practice*, vol. 5(1), 7-73.
- Black et al. (2002). *Working inside the black box*, King's College. London.
- Blum, W. (2002). ICMI study 14: Applications and modelling in mathematics education – Discussion document, *Educational Studies in Mathematics*, vol. 51, 149–171.
- Blum, W.; Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects – State, trends and issues in mathematics instruction, *Educational Studies in Mathematics*, vol. 22, 37-68.

- Burkhardt, H. (1989). Mathematical modelling in the curriculum. En W. Blum, J.S. Berry, R. Biehler, I. Huntley, G. Kaiser-Meßmer y L. Profke (eds.): *Applications and modelling in learning and teaching mathematics*. Chichester: Ellis Horwood Limited,
- Burkhardt, H.; Pollak, H. (2006). Modelling in Mathematics classrooms: reflections on past developments and the future, *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, vol. 38 (2), 178-195.
- CEJA (2007). *Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*. En BOJA num. 171, pp. 23-65. Sevilla.
- Galbraith, P.; Stillman, G. (2001). Assumptions and context: Pursuing their role in modelling activity. En J. Matos, W. Blum, K. Houston y S. Carreira (Eds.), *Modelling and Mathematics Education, Ictma 9: Applications in Science and Technology*. Horwood Publishing. Chichester.
- De Lange, J. (1987). *Mathematics – Insight and Meaning*. OW&OC. Utrecht.
- García, F.J.; Ruiz-Higueras, L. (2007). Didáctica de las Matemáticas y formación de maestros. Respuestas y desafíos. *Conferencia invitada en el II Congreso Internacional sobre la Teoría Antropológica de lo Didáctico*, Uzès (Francia).
- Haines, C.; Crouch, R.; Davies, J. (2001). Understanding students' modelling skills. En J. Matos, W. Blum, K. Houston, S. Carreira (Eds.): *Modelling and Mathematics Education, Ictma 9: Applications in Science and Technology*, pp. 366-380. Horwood Publishing. Chichester.
- Kaiser, G. (1995). Realitätsbezüge im Mathematikunterricht – Ein Überblick über die aktuelle und historische Diskussion. En G. Graumann, T. Jahnke, G. Kaiser y J. Meyer (Eds.): *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht*. Verlag Franzbecker, Bad Salzdetfurth ü. Hildesheim.
- Kaiser, G., Sriraman, B., Blomhøj, M y García, F.J. (2007). Modelling and applications – Differentiating perspectives and delineating commonalities. En D. Pitta Pantazi y G. Philippou (Eds.): *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, pp. 2035-2041. Universidad de Chipre. Larnaca.

- Llinares, S. (2007). Formación de profesores de matemáticas. Desarrollando entornos de aprendizaje para relacionar la formación inicial y el desarrollo profesional. *Conferencia invitada en las XIII JAEM, Granada*.
- Maaß, K. (2006a). What do we mean by modelling competencies? *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, vol. 38 (2), 113-142.
- Maaß, K. (2006b). Classification of modelling tasks. *Mathematics meets reality, ISDDE*.
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense-making in Mathematics. En D. Grouws (Dds.), *Handbook of Research on mathematics teaching and learning*, pp. 334–370. MacMillan. New York.
- Tanner, H.; Jones, S. (1995). Developing Metacognitive Skills in mathematical modelling – a socio-constructivist interpretation. En C. Sloyer, W. Blum, I. Huntley (Eds.): *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications*, pp. 61-70. Water Street Mathematics. Yorklyn.