

COMPETENCIAS RELACIONADAS CON LAS MATEMÁTICAS EN EL MARCO DE LA CONVERGENCIA EUROPEA.

María Jesús Vázquez Gallo¹, Alicia Cantón Pire², Sonsoles Pérez Gómez³

Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid.
“Mejora del Aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías”.

1: EUIT Obras Públicas.
Universidad Politécnica de Madrid.

2: ETSI Navales.
Universidad Politécnica de Madrid.

3: EUIT Forestal.
Universidad Politécnica de Madrid.

Palabras clave: competencias, Matemáticas, Ingeniería.

Resumen:

El nuevo Espacio Europeo de Educación Superior supone un cambio de enfoque: de la formación centrada en la enseñanza del profesor a la formación centrada en el aprendizaje del estudiante. Uno de los objetivos fundamentales de las nuevas titulaciones en este marco es que los estudiantes adquieran una serie de competencias vinculadas con su titulación. El diseño de los nuevos planes de estudio debe orientarse hacia este objetivo. En particular, en la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura y en la materia básica de Matemáticas, el profesorado se enfrenta al reto de: definir de manera concreta las competencias generales y específicas relevantes, diseñar una metodología de enseñanza-aprendizaje apropiada que facilite la adquisición de dichas competencias y, finalmente, establecer unos sistemas de evaluación coherentes con todo lo anterior. Todo ello supone a la vez una oportunidad para mejorar la calidad de la docencia universitaria.

El Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid “Mejora del Aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías”, propone unas líneas básicas de actuación a este respecto, relacionadas con su experiencia en el Proyecto de Innovación Educativa “Seguimiento y Autoevaluación en Matemáticas”, desarrollado durante el curso 2006/07 en tres centros de dicha universidad.

1. Introducción.

El Espacio Europeo de Educación Superior propone un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante basado en la adquisición de competencias, y una nueva unidad de medida que valora el volumen global de trabajo realizado por los estudiantes, el crédito ECTS (“European Credit Transfer System”). En las nuevas enseñanzas universitarias, dado el perfil académico-profesional de una titulación, los objetivos de aprendizaje del plan formativo se establecerán en términos de la adquisición de una serie de competencias que integren los conocimientos y el saber hacer, la teoría y la práctica. A este respecto, es preciso llevar a cabo una triple tarea:

- definir las competencias relevantes, dibujando mapas que muestren cómo se interrelacionan;
- desarrollar una metodología de enseñanza-aprendizaje dirigida a lograr la adquisición de dichas competencias y planificar el proceso formativo en términos de los nuevos créditos ECTS;
- diseñar unos sistemas de evaluación coherentes con el logro de las competencias.



Figura 1. Estructura esquemática del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Posteriormente, será preciso seleccionar los contenidos necesarios para lograr las competencias perseguidas y plasmarlos en los programas de las asignaturas de los nuevos planes de estudio. Realizar satisfactoriamente este trabajo parece especialmente importante en lo relativo a las primeras etapas del proceso formativo, en las materias básicas sobre las que se asienta el aprendizaje posterior. Dado su carácter transversal, una buena consecución de los objetivos planteados en materias básicas, influirá positivamente en el resto.

En concreto, en la rama de Ciencias y en la de Ingeniería y Arquitectura, las Matemáticas constituyen una de las materias básicas. Hoy en día, una formación inicial sólida en Matemáticas proporciona herramientas para desarrollar una actividad profesional e investigadora en los campos más diversos de la ciencia, la técnica y la economía. La Matemática es una ciencia básica, el lenguaje en el que está escrito el Universo -en palabras de Galileo- y, a la vez, es una disciplina que se alimenta constantemente del desarrollo de otras ciencias y de la tecnología. La vocación de las Matemáticas por obtener modelos que expliquen fenómenos no es nueva, en realidad, es su motivación última desde sus orígenes y esto es especialmente importante en el campo de la Ingeniería. La palabra *matemática* viene del griego *máthēma* que significa aprendizaje, conocimiento, estudio, ciencia. La palabra *ingeniería* procede del latín: el término *ingenium* describe la facultad de inventar y el término *ingenere* significa

crear, producir. La ingeniería es el arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención o el empleo de la técnica y utiliza el ingenio de una manera más pragmática y ágil que el método científico. Las Escuelas de Ingeniería proceden de las Academias de Matemáticas; no sería fácil decidir si Lagrange, Laplace, Legendre, Cauchy o Navier fueron ingenieros o matemáticos. La ingeniería contemporánea tiene su origen entre los siglos XIX y XX, con el desarrollo de modelos matemáticos de cálculo que permitieron abordar analíticamente los problemas de la práctica. En otras palabras, históricamente, una combinación adecuada de Matemática e Ingeniería ha resultado ser un éxito y, por tanto, es razonable pensar que las nuevas enseñanzas universitarias deberían seguir contribuyendo a lograrlo.

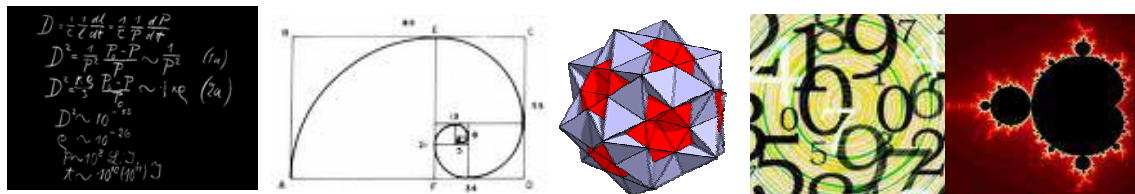


Figura 2. Distintos aspectos de la Matemática.

Ése es el objetivo fundamental del Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid “*Mejora del aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías*” (MAMI), cuyos temas de interés son, principalmente, el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje y la incorporación de las nuevas tecnologías a la formación presencial.

Este trabajo se centra en el primero de ellos, utilizando la experiencia acumulada por el grupo durante el desarrollo del Proyecto de Innovación Educativa “Seguimiento y Autoevaluación en Matemáticas”, puesto en marcha en tres centros de la UPM en el curso 2006/07.

2. Marco Teórico y Objetivos

El trabajo se enmarca en el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje aplicadas al diseño de los nuevos planes de estudio.

El objetivo principal es proponer una selección de competencias transversales en el ámbito de la materia básica de Matemáticas en la rama de Ingeniería y Arquitectura. Se pretende, además, establecer las líneas básicas de una metodología de enseñanza-aprendizaje enfocada hacia el logro de dichas competencias y de un sistema que permita evaluarlas adecuadamente.

El concepto de *competencia* es complejo. El diccionario de la Real Academia Española lo define como la pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. En otras palabras, competencia es la capacidad de enfrentarse con garantías de éxito a una tarea en cierto contexto [2]. Una sociedad que cambia con rapidez precisa una formación que capacite personas para actuar en contextos diferentes del que rodeó a su aprendizaje y no le basta con individuos que almacenen conocimientos que podrían quedar obsoletos o que, simplemente, estén entrenados para realizar tareas mecánicas.

No es preciso separar los conceptos de conocimiento y competencia, como se distinguía tradicionalmente entre teoría y práctica. Hay teorías cuya comprensión nos hace más competentes en un campo concreto y otras que no. Análogamente, hay prácticas cuyo dominio nos hace más competentes en dicho campo y otras que no porque, por ejemplo, han quedado obsoletas. Un saber competente es aquel que puede usarse para resolver situaciones problemáticas en distintos contextos y es en este sentido en el que se propone utilizar competencias como objetivos hacia los que orientar la enseñanza y el aprendizaje. Esto es especialmente adecuado en el campo de las Matemáticas, en el que la actividad esencial es, justamente, la de plantear y resolver problemas.

De cara a la definición precisa de competencias, se pueden estructurar como operaciones reguladas sobre objetos [2] y expresar: la operación, mediante un verbo (calcular, analizar, manejar, etc.); la regulación, con una forma adverbial: (razonadamente, críticamente, con precisión, etc.) y los objetos, con formas sustantivadas (límites de sucesiones numéricas, textos, lenguaje matemático, etc.)

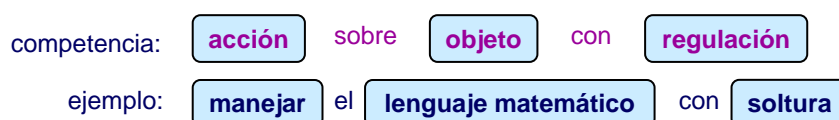


Figura 3. Estructura de una competencia.

Habitualmente, las competencias se clasifican en *generales* y *específicas*. Las competencias generales se relacionan con operaciones mentales aplicables en muy diversos contextos y suelen definirse para uno o varios conjuntos de estudios. Las competencias específicas son más precisas en los procesos mentales a los que se refieren y los contextos en los que se aplican y se pueden asociar a un campo más concreto. En cualquier caso, la distinción dependerá del ámbito en el que se encuadren, que en este trabajo será el de las Matemáticas en una titulación de la rama de Ingeniería y Arquitectura.

Se habla además de competencias *transversales*, que no es un tercer tipo de competencia añadido a las genéricas y las específicas, sino una competencia que recorre horizontalmente el *currículum*. Una competencia transversal en la materia de Matemáticas, por ejemplo, manejar con soltura el lenguaje matemático, estaría presente en todas las asignaturas de Matemáticas de una titulación concreta, y una competencia transversal en la titulación, por ejemplo, aplicar conocimientos a la práctica, estaría presente en todas las asignaturas de la titulación. Lo más habitual entonces es que las competencias transversales sean algunas de las generales, como lo es el manejar con soltura el lenguaje matemático en el ámbito de las Matemáticas.

Otros autores [2] distinguen entre competencias:

- *epistémicas*: por ejemplo, comprender, elaborar, memorizar y utilizar información propia de un campo,
- *de reflexión y autoaprendizaje*, como analizar y sintetizar, resolver problemas, aplicar conocimientos a la práctica, investigar, adaptarse a nuevas situaciones, trabajar autónomamente, etc.,

- *comunicativas*: entre ellas, expresarse oralmente, por escrito, musicalmente, plásticamente, en una segunda lengua o a través de nuevas tecnologías,
- *interpersonales-asociativas*: como criticar razonadamente, trabajar en equipo, aplicar código ético, etc.,
- *de organización y gestión*, por ejemplo, planificar un proyecto, tomar decisiones y gestionar el conocimiento.

Existen más clasificaciones que suelen ser de carácter bastante general [9].

3. Método y Proceso de investigación

Para decidir *qué competencias son relevantes* en el marco global de las Matemáticas en las Ingenierías, una referencia de utilidad, empleada en la elaboración de un buen número de los libros blancos de titulaciones, es la documentación del proyecto *Tuning* [8] en el que diversas universidades europeas han colaborado en la construcción de un marco común de formación. Este proyecto establece tres tipos de competencias:

- *instrumentales*, competencias *cognoscitivas* como analizar y sintetizar, *metodológicas* como organizar y planificar, *tecnológicas* como manejar un ordenador, y *lingüísticas* como expresarse adecuadamente en una segunda lengua;
- *interpersonales*, competencias *individuales* como ejercer la autocrítica y *sociales* como trabajar en equipo;
- *sistémicas*, competencias que conciernen a los sistemas como un todo, requieren como base la adquisición previa de los dos tipos anteriores; algunos ejemplos son aplicar conocimientos a la práctica, adaptarse a nuevas situaciones, etc.

Además, sugiere una lista de competencias generales y específicas para distintas áreas temáticas, entre ellas la de Matemáticas. Lo que aquí se propone (ver sección 4) es una selección de competencias relacionadas con las Matemáticas en el marco de una titulación de Ingeniería o Arquitectura, desglosada en competencias generales y específicas. Una competencia general puede quedar reflejada en varias específicas y una competencia específica puede recoger aspectos de varias generales.

A partir de esta selección, se podría trabajar en la definición de competencias específicas en marcos más concretos, por ejemplo, para un tipo particular de Ingeniería o para Arquitectura, así como para asignaturas concretas en las distintas áreas de Matemáticas: Álgebra, Análisis Matemático, Geometría y Topología, Matemática Aplicada y Estadística e Investigación Operativa.

Definidas las competencias relacionadas con las Matemáticas y puesto que el objetivo del aprendizaje se basa en la adquisición de competencias, se hace imprescindible desarrollar una *metodología de enseñanza-aprendizaje* enfocada hacia el logro de competencias. Las propuestas europeas en este sentido, introducen el binomio *tarea/actividad* como elemento del programa formativo. Por tarea se entiende una propuesta de trabajo que parte del profesorado hacia el estudiante, mientras que la actividad es el trabajo que de acuerdo con la tarea desarrolla el estudiante. Son dos aspectos de una misma idea. Incluso los nuevos créditos europeos están basados en ella.

Es importante que exista una relación explícita entre las tareas propuestas y las competencias a lograr y que las tareas cubran todas las competencias buscadas. También es importante el seguimiento por parte del profesorado de las actividades realizadas por el estudiante.

Tradicionalmente, en las asignaturas de Matemáticas, independientemente de la titulación en la que se incluyeran, la metodología consistía en impartir clases magistrales presentadas de forma sistemática, deductiva, yendo de lo general a lo particular, las llamadas “clases de teoría”. En estas clases, habitualmente, lo expuesto tenía escasa o nula conexión aparente con la titulación en la que se impartían. En algunos casos, a las clases teóricas, se les añadía una pequeña cantidad de clases prácticas, las “clases de problemas”, en las que el profesorado mostraba una serie de procedimientos y técnicas para resolver problemas, muchas veces rutinarios. Se suponía que, después, el estudiante estudiaba la teoría y se ejercitaba en la práctica, que todo ello le conducía a “saberse la asignatura” y que, finalmente, lo demostraba superando usualmente un único examen, casi siempre escrito y consistente en resolver problemas.

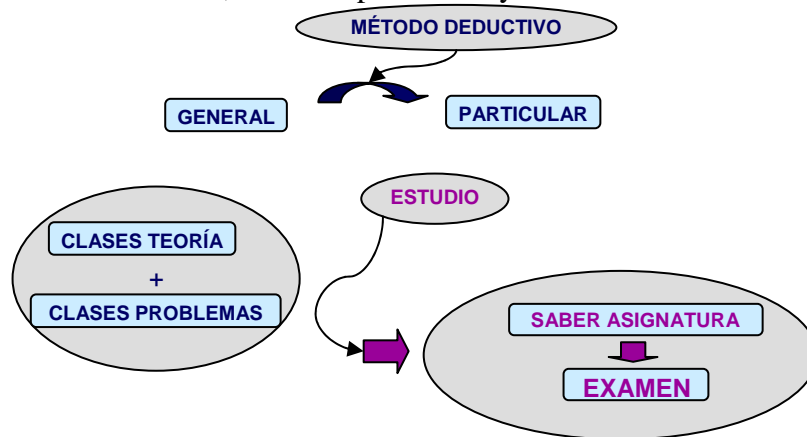


Figura 4. Metodología enseñanza Matemáticas tradicional.

Puede que esta metodología ayude a comprender las Matemáticas en situaciones concretas: titulaciones de Matemáticas o estudiantes aventajados, pero el efecto en la mayoría de los casos es que inhibe la motivación, el interés y la curiosidad. El estudiante percibe las Matemáticas como un escollo del que podrá olvidarse para siempre una vez superado el examen. En estas condiciones, los resultados académicos suelen ser muy malos y lo peor es que, incluso quienes aprueban, no le encuentran sentido a lo que supuestamente han aprendido.

Por el contrario, las Matemáticas presentadas de manera inductiva, en su proceso de formación, yendo de lo particular a lo general, y experimentadas resolviendo problemas conectados con la vida real que estimulen la curiosidad, tienen la oportunidad de motivar al estudiante de forma que aproveche sus capacidades para comprender la materia y pueda utilizarla en el futuro. Se trata de recuperar la heurística o “*ars inveniendi*” [3,5], que en Matemáticas existe desde la Grecia antigua, en el sentido de comprender el método que conduce a la solución de problemas, en particular, las operaciones típicamente útiles en ese proceso, sin que esto signifique centrarse más en ellas que en los propios problemas [1,4,6,7].

De acuerdo con esta visión, la *metodología de enseñanza-aprendizaje* que proponemos (ver sección 4) se basa en las siguientes *tareas/actividades* visibles en la parte izquierda del siguiente esquema:

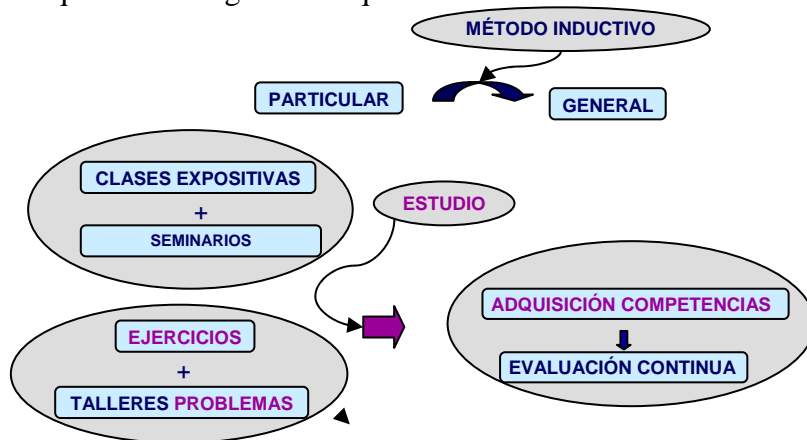


Figura 5. Propuesta metodología adquisición competencias.

En cuanto al *sistema de evaluación*, constituye un ingrediente fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje porque, de manera inevitable, el estudiante orienta su modo de trabajar teniendo en cuenta cómo va a ser evaluado.

Todo sistema de evaluación debería ser coherente con los objetivos del aprendizaje y con el propio proceso formativo. Se trata de diagnosticar el grado de consecución de los objetivos, en nuestro caso, la adquisición de competencias. Para ello, será preciso definir criterios de evaluación basados en indicadores que concreten el nivel de dominio de las competencias en cuestión y decidir qué pesos se les asigna, pero además nos parece esencial integrar la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta el trabajo realizado por el estudiante durante el curso y diseñando pruebas de evaluación finales similares a las tareas propuestas previamente.

La *evaluación continua* nos parece razonable porque también el aprendizaje se logra como consecuencia de un proceso que lleva su tiempo, especialmente en Matemáticas, en donde la predisposición del pensamiento para actuar casi instintivamente cuando se enfrenta a un problema, es paulatina y se basa en el trabajo continuado. Las tareas de evaluación realizadas al final de proceso nos parecen pertinentes, pero añadidas a lo anterior y no como elemento único de valoración.

A la hora de evaluar el logro de las competencias que se planteen como objetivo del aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías y Arquitectura, parece más sencillo hacerlo para las competencias específicas de cada asignatura. Por ejemplo, en Álgebra Lineal, no es difícil proponer problemas en los que se muestre el grado de adquisición de la competencia: resolver problemas reales empleando sistemas de ecuaciones lineales; o en Análisis, se pueden encontrar tareas adecuadas para diagnosticar el logro de la competencia: resolver problemas de optimización aplicando el cálculo diferencial.

Pero *¿cómo evaluar las competencias generales y específicas transversales en el ámbito de las Matemáticas?* Para valorar este tipo de competencias, como la capacidad de argumentar lógicamente, razonar cuantitativamente o visualizar geoméricamente

una situación determinada, nos parece adecuado proponer problemas cuya resolución haga entrar en juego esas capacidades y que no estén relacionados con los contenidos de cada asignatura particular sino con conocimientos básicos de Matemáticas que ya posee el estudiante. Por ejemplo, podemos saber si alguien visualiza que los únicos vectores invariantes por una proyección ortogonal sobre un eje son los de dicho eje, sin necesidad de que sepa calcular los autovectores de la aplicación proyección correspondientes al autovalor 1.

En el Proyecto de Innovación Educativa “Seguimiento y Autoevaluación en Matemáticas”, mencionado anteriormente, parte de las tareas evaluables consistía en la resolución razonada de problemas de este tipo. El resto versaba sobre los contenidos de las asignaturas en cuestión. Tras analizar los resultados del proyecto, se observa que los alumnos obtenían mejores puntuaciones en el primer tipo de tareas aún cuando en muchos casos el nivel de dificultad conceptual era mayor que en ejercicios relativos a contenidos específicos de la asignatura. La razón puede ser que no existía la barrera del lenguaje y el estudiante comprendía el problema planteado.

4. Resultados y conclusiones

La implantación de las nuevas enseñanzas universitarias, en la línea del Espacio Europeo de Educación Superior, nos lleva a diseñar procesos formativos centrados en el aprendizaje del estudiante, cuyo objetivo es la adquisición de competencias relacionadas con cada titulación. En este trabajo, de acuerdo con lo expuesto en las dos últimas secciones, se abordan las tres facetas de ese diseño en el ámbito de la materia básica de Matemáticas de las titulaciones de Ingeniería y Arquitectura.

1. Definición de competencias generales y específicas transversales.

Las *competencias generales* propuestas son: analizar y sintetizar información, argumentar lógicamente, expresar ideas con rigor y claridad, aplicar el sentido común, establecer analogías entre situaciones distintas, dar ejemplos particulares de una situación general, abstraer lo general de varios ejemplos particulares, generar ideas nuevas, razonar cuantitativamente, obtener información cualitativa de datos cuantitativos, explorar distintas estrategias de resolución de problemas, visualizar geoméricamente un sistema, establecer hipótesis útiles en la resolución de un problema, expresar de maneras diferentes pero equivalentes el mismo problema, manejar con precisión el lenguaje matemático.

Las *competencias específicas* propuestas son: traducir un problema real a un problema de enunciado matemático con datos e incógnitas, obtener un modelo matemático de un sistema real, discriminar datos relevantes para la solución de un problema, diseñar estudios experimentales útiles en la resolución de un problema, expresar gráficamente datos, procedimientos de resolución y soluciones de un problema, aplicar adecuadamente un resultado matemático, seleccionar procedimientos y herramientas adecuados de cálculo, calcular soluciones aproximadas de un problema, controlar el error cometido al aproximar la solución de un problema, comprobar que la solución de un problema es correcta o al menos que tiene sentido, interpretar físicamente la solución de un problema matemático, estudiar y predecir el

comportamiento de un sistema a partir del modelo, utilizar herramientas computacionales para analizar datos, obtener soluciones y simular el comportamiento de un sistema.

Algunas de las competencias generales en este ámbito, como analizar y sintetizar información o expresar ideas con rigor y claridad, pueden serlo de manera evidente en otros campos, pero adquieren especial importancia en Matemáticas. Todas las competencias generales propuestas aquí son también transversales y, por ello, formarían parte de los objetivos de todas las asignaturas de la materia básica de Matemáticas. La mayoría de las competencias específicas seleccionadas están relacionadas con las aplicaciones de las Matemáticas en la vida real y por tanto con la Matemática Aplicada y pueden considerarse transversales en ese ámbito. En nuestro caso se trataría de Matemática Aplicada a los problemas de Ingeniería y Arquitectura, aunque en los enunciados sólo se mencionan problemas o sistemas reales sin más para no hacerlos más largos.

2. Descripción de la metodología de enseñanza-aprendizaje.

Se propone una aproximación inductiva a las Matemáticas que enfatice los métodos de resolución de problemas vinculados con la titulación; basada en el *desarrollo de las siguientes tareas/actividades*:

- *clases expositivas* en las que el profesorado presenta y desarrolla los contenidos de la asignatura de forma inductiva, a partir de ejemplos vinculados con la práctica de la titulación correspondiente. Los resultados teóricos se exponen en el momento y en la medida en que son necesarios, haciendo hincapié en cómo y por qué pueden aplicarse a un determinado problema. Se resuelven problemas, enfatizando los procesos implícitos en los métodos de solución. Se trata de mostrar cómo se manifiestan todas las competencias que se pretenden lograr.
- *realización de ejercicios* de aplicación de los resultados expuestos en clase, que ayudan a su comprensión. Esta actividad debe realizarse con frecuencia y puede hacerse a distancia, a través de una plataforma educativa. Su utilidad es doble: posibilita un seguimiento del estudiante por parte del profesorado y permite que el estudiante autoevalúe el grado de comprensión alcanzado. En cuanto a su relación con las competencias, se orienta sobre todo a: argumentar lógicamente, expresar ideas con rigor y claridad, aplicar el sentido común, razonar cuantitativamente, manejar con precisión el lenguaje matemático, expresar gráficamente datos, procedimientos de resolución y soluciones de un problema, aplicar adecuadamente un resultado matemático, seleccionar procedimientos adecuados de cálculo, seleccionar herramientas adecuadas de cálculo y comprobar que la solución de un problema es correcta o al menos que tiene sentido.
- *talleres de resolución de problemas* dirigidos por el profesor, con el mismo enfoque heurístico mencionado antes, en el que lo importante son los procesos que conducen a la solución. En parte de esos problemas, se incluye la utilización de *herramientas computacionales*. En algunas ocasiones, se puede *trabajar en equipo*. Una vez más, como en el caso de las clases expositivas, todas las competencias perseguidas entran en juego.

- *seminarios divulgativos* en los que se muestren *aplicaciones reales de las Matemáticas* en las Ingenierías y en Arquitectura, impartidos por profesionales que trabajen en dichas aplicaciones. Se orienta hacia las siguientes competencias: traducir un problema real a un problema de enunciado matemático con datos e incógnitas, obtener un modelo matemático de un sistema real, diseñar estudios experimentales útiles en la resolución de un problema, interpretar físicamente la solución de un problema matemático, estudiar y predecir el comportamiento de un sistema a partir del modelo.

El Grupo de Innovación Educativa “*Mejora del aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías*” (MAMI), con el desarrollo del Proyecto de Innovación Educativa “*Seguimiento y Autoevaluación en Matemáticas*” (SAM), consiguió una sensible mejora del rendimiento académico de los estudiantes en algunas de las asignaturas de Matemáticas de primer curso de tres Ingenierías de la Universidad Politécnica de Madrid, ensayando la tarea de realización de ejercicios orientados hacia la adquisición de competencias y utilizando la plataforma educativa de la UPM. También organiza, desde el curso 2006/07, el ciclo de conferencias divulgativas “¿Por qué las Matemáticas?”

3. Descripción de un sistema de evaluación.

Se propone una evaluación *continuada* que, además, tenga en cuenta explícitamente las *competencias transversales en Matemáticas* y no sólo las propias de cada asignatura. Los resultados del proyecto SAM confirman algo bien conocido por todos, estudiantes y profesores: el trabajo continuado en Matemáticas, como en la mayoría de los campos, es el mejor modo de lograr una comprensión adecuada que conduzca al desarrollo de las competencias buscadas.

En todo caso, lo que aquí se describe es una propuesta de líneas de actuación básica, necesariamente abierta e incompleta, pero que puede ser útil como guía en la siempre difícil tarea de cambiar para mejorar.

5. Bibliografía

- [1] M. L. Callejo de la Vega. *Investigación y práctica educativa en la resolución de problemas. Resolución de problemas en los albores del siglo XXI: una visión internacional desde múltiples perspectivas y niveles educativos*. Hergué (2000).
- [2] J. M. Goñi Zabala. *El Espacio Europeo de Educación Superior, un reto para la Universidad*. Octaedro (2005).
- [3] M. de Guzmán. *Para pensar mejor. Desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos*. Pirámide (1995).
- [4] K. Nunokawa. *Heuristic strategies and problem situations. Resolución de problemas en los albores del siglo XXI: una visión internacional desde múltiples perspectivas y niveles educativos*. Hergué (2000).
- [5] G. Polya. *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas (1965).
- [6] A. H. Schoenfeld. *Measures of Problem Solving Performance and Problem Solving Instruction. Journal for Research in Mathematical Education*. Nº 13, 312-349 (1982).
- [7] A. H. Schoenfeld. *Mathematical Problem Solving*. Academic Press (1985).
- [8] http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Educational.pdf
- [9] L. M. Villar Angulo. P. S. de Vicente Rodríguez, O. M. Alegre de la Rosa. *Conocimientos, capacidades y destrezas estudiantiles*. Pirámide (2005).