

## 9.1.4. ENFOQUE DE LA ASIGNATURA Y/O CONTEXTUALIZACIÓN DE LA MISMA EN EL MARCO DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA TITULACIÓN

### INFORME SOBRE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN MATEMÁTICAS EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID<sup>1</sup>

*Alfonsa García López (EU Informática, UPM)*

#### **Resumen**

En este trabajo se recogen algunos datos relativos a la innovación tecnológica en las asignaturas de Matemáticas impartidas en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), así como sobre la adaptación metodológica al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

El desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha facilitado nuevas formas de ofrecer la formación a los estudiantes universitarios, con instrumentos que no cesan de evolucionar. Esta innovación se hace particularmente visible en las asignaturas de Matemáticas, ya que los profesores de esta materia suelen ser más proclives a las metodologías innovadoras, casi siempre con la intención de mejorar unos resultados que, con demasiada frecuencia, son peores de lo deseable.

Cabe mencionar especialmente el impulso que se ha dado desde la UPM al uso de tecnologías para paliar deficiencias que afectan a la calidad de la enseñanza como el fracaso que sufren muchos estudiantes al acceder a la Universidad sin alcanzar el nivel que la Universidad considera exigible en asignaturas de carácter básico como Matemáticas y sin el hábito de organizar su propio trabajo personal. Este impulso se ha reflejado, por ejemplo, en la creación de la plataforma de autoevaluación y aprendizaje virtual *Punto de Inicio*, que se describe en la sección tercera de este informe.

La sección cuarta se dedica a describir el uso de sistemas informáticos de cálculo matemático, que se ha venido implantando progresivamente en la última década y de cómo estas herramientas han modificado de alguna manera los objetivos docentes específicos de algunas asignaturas de Matemáticas.

Las dos últimas secciones se dedican a describir algunas iniciativas de la Universidad de apoyo a las acciones de Innovación Educativa, en parte motivadas por la necesaria adaptación al EEES.

#### **1. Características de la UPM**

La UPM tiene 19 centros en los que ofrece 19 titulaciones de Ingeniería y Arquitectura de ciclo largo y 23 de ciclo corto, agrupadas éstas en 9 bloques. En todas estas titulaciones hay asignaturas de Matemáticas y la característica más destacable es su gran dispersión, en 18 departamentos diferentes. En general, en esta universidad están adscritas al área de conocimiento Matemática Aplicada, tanto asignaturas soporte clásico de la Ingeniería, como Álgebra, Cálculo o Ecuaciones Diferenciales, como otras más específicas, como Estadística o Investigación Operativa. Por tal motivo, la UPM cuenta con casi cuatrocientos profesores adscritos al área de Matemática Aplicada. Posiblemente sea la universidad española con mayor número de profesores en dicho área, lo que significa un gran potencial humano.

Una característica bastante común de las asignaturas de matemáticas en la UPM es un cierto grado de insatisfacción general entre profesores y estudiantes con los resultados conseguidos. Si bien cabe destacar el gran dinamismo de un buen número de profesores con

---

<sup>1</sup> Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto M@thElearning del Programa de Estudios y Análisis, MEC, 2007

interés en la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje y que participan en iniciativas tendentes a conseguir dicha mejora.

## 2. La plataforma Punto de Inicio y otras iniciativas de acogida

El proyecto *Punto de Inicio* de la UPM nació en el año 2005, enmarcado en la línea de mejora de los sistemas y procedimientos de acogida e integración de los nuevos estudiantes y con los siguientes objetivos concretos:

- Conocer mejor el nivel de conocimientos de los alumnos de nuevo ingreso en áreas básicas como matemáticas.
- Transmitir a los nuevos alumnos el nivel de exigencia a partir del cual se va a construir su aprendizaje en la Universidad.
- Facilitarles recursos de aprendizaje para adquirir dicho nivel.

La idea por lo tanto era generar recursos docentes de matemáticas, orientados a la evaluación y creación de un espacio virtual de aprendizaje destinado a los alumnos de nuevo ingreso. Usando como soporte el sistema Moodle, se creó una plataforma en la que además de enlaces a herramientas didácticas interactivas de matemáticas, se incluyó una batería de preguntas de test agrupadas por temas y niveles en las que el estudiante de nuevo ingreso puede responder a cuestionarios que se generan aleatoriamente y se le corrigen de forma automática, pudiendo de este modo comprobar si sus conocimientos matemáticos se adecuan al nivel que se tomará de partida en sus estudios universitarios.

La plataforma se puso en marcha el día 1 de septiembre de 2005 en las áreas de Matemáticas y Física. El número de alumnos de nuevo ingreso que utilizaron el espacio fue de 1836 (aproximadamente el 30%), dando lugar a 45013 accesos. Ante la buena acogida por parte de los estudiantes, al curso siguiente se extendió a las áreas de Química, Inglés y Dibujo Técnico.

En la actualidad, se sigue trabajando en el desarrollo del proyecto, en la línea de lograr un mayor acercamiento con los centros de enseñanza secundaria. Se pretende un conocimiento más exacto de la realidad en ambos sentidos. Por un lado el contacto con profesores de bachiller permitirá a la Universidad mejorar la adecuación de sus contenidos al nivel real de llegada y por otro se pretende que estudiantes de segundo de bachiller de determinados centros, con interés en iniciar estudios a la UPM puedan acceder a la plataforma para evaluar su bagaje matemático.

En el área de Matemáticas hay otras iniciativas de acogida con fines similares, tales como los cursos Cero, reconocidos como créditos de libre configuración (algunos impartidos de modo intensivo en septiembre y otros a lo largo del primer semestre), acciones tutoriales de apoyo y seguimiento, etc. Por otra parte y dado que sobre todo en los últimos años hay unos cuantos centros de la Universidad que no cubren su oferta de plazas en la convocatoria de junio, se están planteando acciones diferenciadas para los alumnos admitidos en julio y los admitidos en septiembre, ya que estos se incorporan bastante tarde.

Es difícil evaluar objetivamente el éxito de estas iniciativas, ya que son muchas las variables que intervienen, pero no es demasiado arriesgado afirmar que algunas de ellas han conseguido frenar un poco el descenso paulatino en el número de estudiantes que consiguen alcanzar los objetivos básicos.

## 3. Uso de sistemas informáticos de cálculo matemático

Desde el nacimiento de la Informática, el cálculo matemático ha sido uno de los grandes destinatarios de la potencia de los ordenadores. Primero fue el cálculo numérico y más adelante el cálculo simbólico, que se puede definir como la tecnología especializada en la manipulación automática de símbolos fórmulas y otros elementos matemáticos. Desde finales de los años ochenta o principio de los noventa se vienen desarrollando y comercializando potentes sistemas informáticos de cálculo matemático, que combinan posibilidades de cálculo numérico y simbólico con capacidades gráficas. En la terminología habitual, estos sistemas son conocidos como Computer Algebra Systems (CAS).

En la actualidad, prácticamente todas las ramas de la ciencia y la tecnología que usan matemáticas se benefician de estas herramientas profesionales. Esta situación está dando lugar a un replanteamiento del uso de las matemáticas sobre todo en las ciencias experimentales.

Un CAS no es una herramienta diseñada con fines docentes, sino con el fin primordial de ayudar a resolver los problemas matemáticos que aparecen en cualquier trabajo científico o tecnológico. Pero se puede utilizar como un asistente matemático y como tal su cometido consiste en librarnos de trabajo rutinario.

En la UPM, desde hace casi quince años se viene introduciendo, más o menos progresivamente, el uso de estos sistemas tanto para “hacer matemáticas”, como en la enseñanza de esta disciplina en las escuelas de Ingeniería.

En la actualidad, la mayoría de los estudiantes de asignaturas de matemáticas de la UPM tienen algún contacto en sus clases con sistemas como Derive, Maple, Mathematica o Matlab. En la mayoría de los casos se puede encontrar información sobre la forma concreta de uso en las páginas web correspondientes de los departamentos de matemáticas. Lo más frecuente es la incorporación de algunas horas de clases prácticas, en grupos reducidos, impartida en un laboratorio informático, en la que se usa el CAS elegido para resolver problemas de matemáticas o para reforzar la comprensión de determinados conceptos.

La incorporación de estas herramientas ha supuesto en algunos casos modificaciones en la definición de objetivos docentes que suponen un cierto acercamiento a la formación en competencias. Se han sustituido objetivos del tipo “saber calcular....” por “ser capaz de resolver problemas del tipo...” y, en el proceso de resolución del problema, pierde importancia la parte relativa al cálculo rutinario, que se puede delegar en la máquina.

Pero este proceso de modificación de objetivos no puede ser precipitado. Casi todos los profesores de Matemáticas de la UPM opinan que es necesario exigir a los estudiantes el dominio de determinadas destrezas básicas de cálculo y obviamente hay discrepancias a la hora de establecer exactamente cuáles son las destrezas mínimas exigibles. El conocimiento de las técnicas de cálculo se contempla casi como un prerrequisito para poder llegar a la comprensión del concepto. Para llegar a conocer algo es preciso ensayar, analizar lo que ocurre en diversas situaciones y, en definitiva, experimentar. Pero ha quedado demostrada la poca efectividad de dedicar gran cantidad de tiempo de clase a hacer cálculos, con los estudiantes mirando cómo se hacen. Además, el acceso al CAS del estudiante, sin la orientación del profesor, le permitirá comprobar que éste hace automáticamente la mayoría de los ejercicios que aparecen en su libro de matemáticas, pero con frecuencia no verá las limitaciones, lo que favorece la fe ciega en la máquina y la pérdida de sentido crítico.

Se puede decir que, en este momento, la mayoría de los profesores de la UPM, que han incorporado de algún modo a su docencia el uso de algún CAS tiene pendiente la tarea de definir cómo debe afectar esto a los objetivos y a la evaluación. Respecto a los objetivos académicos, no parece conveniente que la incorporación del CAS suponga un incremento de éstos (además de saber lo de siempre, hay que saber utilizar el sistema), sino una sustitución de algunos objetivos por otros. Respecto a la incidencia en la forma de evaluar es variada, hay casos en los que se permite usar ordenador en una parte del examen, otros en los que los estudiantes entregan los resultados de alguna práctica realizada, otros en los que la “evaluación de la parte práctica” se reduce al control de asistencia, etc. Si seguimos el criterio de los profesores con más experiencia, parece que lo adecuado es que el modelo de evaluación se adapte a la metodología utilizada y si se es adecuado el uso del CAS en relación con determinados objetivos docentes, esto se contemple en el modelo de evaluación, superando los posibles problemas de organización y de infraestructuras.

La pregunta típica de si es “más fácil aprobar” si se permite el uso del ordenador en los exámenes no tiene respuesta clara. El ordenador impide que se pongan de manifiesto ciertos errores, que podrían tener los estudiantes si realizaran los cálculos a mano, pero es muy estricto en la necesidad de rigor y permite proponer problemas en los que se evalúen capacidades como la de modelización e interpretación adecuada de resultados.

#### 4. Acciones de innovación educativa en la UPM

##### 4.1 Reconocimiento de grupos de innovación educativa y subvenciones a proyectos

Con el fin de potenciar los trabajos en innovación educativa, la UPM estableció en el año 2006 la posibilidad de solicitar el reconocimiento, a nivel de Universidad, de Grupos de Innovación Educativa (GIE) y en la primera convocatoria se reconocieron cuarenta y ocho grupos consolidados y otros veinticinco en proceso de consolidación. La mayoría de estos grupos, concretamente 51 señalan las TICs entre sus líneas de actividad preferente. En trece grupos del primer bloque y cinco del segundo, están implicados departamentos de matemáticas y/o su área de trabajo incluye acciones sobre asignaturas de matemáticas.

También se ha creado una convocatoria interna para subvencionar proyectos de innovación educativa en cuatro líneas de actuación:

- A) *Apoyo a las actuaciones previstas en los Planes de Mejora elaborados por los Centros tras el correspondiente proceso de Evaluación Institucional.*
- B) *Apoyo al desarrollo e implantación de nuevos métodos formativos y evaluadores en cursos completos de las titulaciones impartidas en la UPM.*
- C) *Apoyo al desarrollo de proyectos de implantación, mantenimiento y mejora de experiencias en innovación educativa relacionadas con el EEES.*
- D) *Apoyo al desarrollo de proyectos de innovación educativa por los GIE.*

Se realizó una primera experiencia preliminar, el curso 2005-06, y a partir de 2006-07 es una convocatoria anual estable. Son muchos los grupos de profesores de matemáticas que presentan proyectos para concursar en esta convocatoria. A continuación se presentan algunos datos de los proyectos concedidos y llevados a cabo, relacionados con asignaturas de Matemáticas.

En el curso 2005-06 se concedieron siete proyectos (sobre un total de 43) que afectaban de algún modo asignaturas de matemáticas. Dos de ellos en el marco de actuaciones de adaptación de cursos completos al EEES.

En el curso 2006-07 se concedió subvención a 27 proyectos de innovación educativa relacionados con asignaturas de Matemáticas, 15 de ellos llevados a cabo por GIE reconocidos. El número total de proyectos subvencionados fue 97, con lo que se incrementó el porcentaje de participación de profesores de matemáticas en estas actividades.

Las líneas de innovación más usuales tienen que ver con la incorporación de nuevas tecnologías, tanto en el proceso de aprendizaje como en el de evaluación, incorporación de algún sistema de evaluación continua o de realización de trabajos tutelados, sistemas de apoyo a los alumnos de nuevo ingreso o implantación de metodologías acordes con el espíritu del EEES. En general, las experiencias de innovación educativa llevadas a cabo pretenden conseguir objetivos de formación en competencias sin renunciar a los objetivos clásicos de carácter académico. La “receta” para conseguir esto casi siempre es la misma, lograr una mayor implicación del estudiante. Tiene que trabajar más, pero le será más fácil aprobar. Aunque muchos proyectos presentan propuestas de cambio de modelo de evaluación, en casi ningún caso se prescinde de “examen final” y lo habitual es que la calificación de éste se pondere con otras obtenidas a lo largo del curso. El trabajo de síntesis que supone la preparación de un examen sobre toda la asignatura, se sigue considerando, en general, un ejercicio necesario para los estudiantes.

Para el curso 2007-08 el número de proyectos de innovación educativa relacionados con asignaturas de matemáticas en la UPM, con subvención concedida en la UPM es de 28, como se ve muy similar al del curso anterior. La diferencia es que hay un mayor número de proyectos (concretamente seis) que hacen alusión a la implantación de nuevas metodologías acordes con el EEES en cursos completos. Naturalmente muchos de los proyectos concedidos son continuación de los llevados a cabo el curso anterior.

En febrero de 2007 se organizaron unas Jornadas de Intercambio de experiencias en Innovación educativa en la UPM. En dichas jornadas, 11 de las 40 ponencias presentadas se refieren a experiencias llevadas a cabo en asignaturas de Matemáticas y otras dos se refieren a primer curso completo, que incluyen varias asignaturas de matemáticas. En la mayoría de las ponencias presentadas se percibe cierto punto de vista optimista sobre la incidencia en los resultados de las diferentes acciones de innovación educativa. Casi siempre se ha conseguido

mejorar en algún sentido. El simple hecho de que un profesor o grupo de profesores se ilusionen con un proyecto innovador, y la consiguiente transmisión de entusiasmo, es un factor positivo en cualquier proceso de enseñanza. El contrapeso de la balanza está en la constatación de que casi todos los proyectos llevados a cabo por profesores de la UPM han supuesto para éstos una carga de trabajo muy superior a la inicialmente prevista y muy poco reconocida.

#### 4.2 Politécnica virtual

La UPM ha desarrollado el campus virtual, que ha facilitado una creciente oferta de formación a distancia, de modo que es posible abordar actividades educativas por Internet o en modalidad mixta, b-learning, haciendo uso de la plataforma de código abierto Moodle.

Dentro de la enseñanza reglada en la formación de grado, hay 30 asignaturas de matemáticas para las que los profesores han solicitado el uso de dicha plataforma y el uso que hacen de ésta es variado, va desde un simple medio de difusión de información hasta la creación de un espacio de aprendizaje y evaluación. Además hay una oferta global de asignaturas de libre elección en modalidad de teleenseñanza, que también incluye asignaturas de matemáticas y se puede consultar en [http://www.upm.es/campus\\_virtual/](http://www.upm.es/campus_virtual/)

#### 4.3 Participación de la UPM en Open Course Ware

La publicación en abierto de los materiales docentes que los profesores usan como soporte a sus enseñanzas, es una de las contribuciones de la UPM a la difusión libre del conocimiento, como una faceta más de su compromiso con el desarrollo de la sociedad del conocimiento. Por este motivo, desde la Universidad se ha pedido a los profesores que se sumen a la iniciativa Open Course Ware. Un interesante ejemplo se puede ver en el curso de Cálculo en una variable impartido en la Escuela Universitaria de Ingeniería Industrial, que se puede consultar en la dirección:

<http://gea.gate.upm.es/matematica-aplicada/calculo-infinitesimal>

### **5. Conclusiones**

La UPM ha hecho una importante apuesta por la mejora de la calidad y por la innovación educativa, que ha sido particularmente bien acogida por muchos grupos de profesores de matemáticas.

Hay en este momento un gran debate abierto, sobre objetivos, metodologías, evaluación e innovación.

Se plantea la necesidad urgente de disminuir el índice de abandono y de acercar la duración teórica y real de los estudios, sin renunciar a una buena formación académica.

Los resultados de las experiencias de cursos piloto adaptados al EEES pueden servir de utilidad a toda la comunidad universitaria en un futuro muy próximo.

Se constata también que el sistema tiene una gran inercia y que los cambios son costosos.

Se puede encontrar en Internet abundante información sobre las experiencias descritas en este trabajo, accediendo a la página web de la Universidad y de sus distintos centros.