

# MATHEMATICS AT ETSI TGC WITHIN THE EEES FRAMEWORK: INNOVATION PROJECTS

**Rosa Chueca, M<sup>a</sup> Luisa Casado Fuente, Ángeles Castejón Solanas, Manuel Barrero  
Ripoll, José Fábrega Golpe, M<sup>a</sup> Carmen Morillo Balsera, Luis Sebastián Lorente**

Universidad Politécnica de Madrid (Spain). Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía.

[r.chueca@topografia.upm.es](mailto:r.chueca@topografia.upm.es)

[mlcasado@topografia.upm.es](mailto:mlcasado@topografia.upm.es)

[angeles.csolanas@upm.es](mailto:angeles.csolanas@upm.es)

[manuel.barrero@upm.es](mailto:manuel.barrero@upm.es)

[jose.fabrega@upm.es](mailto:jose.fabrega@upm.es)

[cmorillo@topografia.upm.es](mailto:cmorillo@topografia.upm.es)

[lu\\_seb@topografia.upm.es](mailto:lu_seb@topografia.upm.es)

## Abstract

*The planning, results and conclusions of several Innovation Projects, corresponding to the subjects Mathematics I and Mathematics II of Surveying Engineering three year degree at ETSI Topografía, Geodesia and Cartografía at the Technical University of Madrid, within the EEES framework, are presented. Some of them were carried out over the academic year 2005-2006, others are being developed during the current academic year 2006-2007. In the design of their methodologies, the focus has been on the diverse teaching approaches adopted, the planning of continuous assessment, the teaching material created as well as its layout on the web page of the UPM. These projects are funded by the UPM, and the lecturers involved in them form part of the INNGEO Education Innovation Group.*

*The Conclusions show both an improvement in goals achievement when implementing this kind of methodological strategies and the difficulties faced in obtaining a high degree of efficiency.*

## Keywords

Innovation, learning, methodology, evaluation, analysis, T.I.C.

## 1. INTRODUCTION

El proceso de convergencia hacia el EEES iniciado con la Declaración de Bolonia (1998) [1] ha desencadenado en las instituciones universitarias españolas, y en particular en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), una serie de iniciativas conducentes a introducir cambios de naturaleza profunda en la forma de concebir e impartir los estudios universitarios. Entre ellas se encuentran las convocatorias de Proyectos de Innovación Docente y la creación de Grupos de Innovación Educativa. Medir la calidad de la enseñanza, centrarla en el alumno [2], formular objetivos en función de las competencias, etc. serán trabajos usuales en el ámbito docente universitario.

Se trata de actualizar contenidos y metodologías incorporando cambios en el contexto del EEES [4], tanto en la enseñanza - aprendizaje de las asignaturas como en sus métodos de evaluación y preparar al alumno en el uso de las TIC, con una visión realista de las condiciones de ingreso del alumnado y de las exigencias que impone nuestra “sociedad del conocimiento”.

En este sentido un aspecto esencial de los proyectos que hoy presentamos es la organización del material didáctico elaborado por la Unidad Docente (UD) que se presenta en sendas página web, cuya dirección es:

[http://www.topografia.upm.es/~mates/innovacion\\_matema\\_I/](http://www.topografia.upm.es/~mates/innovacion_matema_I/)

[http://www.topografia.upm.es/~mates/innovacion\\_matema\\_II/](http://www.topografia.upm.es/~mates/innovacion_matema_II/)

Su función es recoger la información y el material disponible que el alumno pueda necesitar.

Ante la cuestión de la renovación o rediseño de las asignaturas Matemáticas de la ETSITGC, la estrategia es introducir de manera suave pero progresiva los cambios en todos los grupos, estudiando y contrastando los resultados con los obtenidos en el curso precedente.

Se han solicitado y obtenido subvenciones para los siguientes proyectos:

- “Proyecto de innovación para Matemáticas I en el marco del EEES” desarrollado en el curso 2005-06 para la asignatura MATEMÁTICAS I (troncal, anual, 21 créditos actuales equivalentes a 14 ECTS) de primer curso de la Titulación Ingeniero Técnico en Topografía.
- “Segundo Proyecto de Innovación para Matemáticas I” desarrollándose en el curso 2006-07 y que supone la segunda fase de adecuación de la asignatura al marco EEES.
- “Evaluación continuada en Matemáticas II”(troncal, anual, 9 créditos actuales equivalentes a 6 ECTS) de segundo curso. Este proyecto aprovecha la experiencia de los alumnos en las metodologías “centradas en el trabajo del estudiante” para dar un salto cualitativo en la adaptación de esta asignatura.

## 2. “PRIMER” PROYECTO DE INNOVACIÓN PARA MATEMÁTICAS

En este primer proyecto el énfasis se puso en la planificación e introducción de nuevas modalidades docentes, un tímido ensayo de evaluación continua con el objetivo de lograr un trabajo continuado por parte del alumnado y el análisis de resultados, realizado estudiando los resultados académicos y los datos recogidos de forma exhaustiva a partir de unas encuestas diseñadas por la propia U.D.

### 2.1 Objetivos del proyecto

Los objetivos del PI se clasificaron en dos categorías:

- Relativos a la metodología: Para iniciar la acomodación de la asignatura a las líneas estratégicas del EEES Se trataba de planificar la asignatura en cuanto a programas, metodologías docente y de evaluación [2], material de apoyo, etc., de acuerdo con los nuevos métodos y directrices. Así, se han definido y programado:
  1. Objetivos de Conocimiento de Matemáticas I, tanto generales como específicos, y Objetivos Competenciales.
  2. Métodos Docentes y Evaluadores.
  3. Organización del material de apoyo y de los medios materiales de los que se podía disponer y su utilización.
  4. Una estimación de las horas de trabajo para un alumno “medio” y para el profesorado.
  5. Una planificación de las actividades académicas.
- Relativos a los resultados: Se trataba de asociar los objetivos anteriores con la obtención de mejoras concretas:
  1. Disminuir la tasa de abandono de la asignatura.
  2. Orientar a los alumnos hacia un estudio continuado de la asignatura (y establecer una estimación de las horas de trabajo).
  3. Detectar los puntos “negros” de la asignatura (si era posible con antelación a los exámenes).
  4. Mejorar el nivel de conocimientos y de expresión de los alumnos.
  5. Incrementar las consultas tutoriales.
  6. Conseguir del alumnado trabajo en equipo.
  7. Conseguir que los alumnos utilicen más material que los apuntes de clase y, en particular el material puesto a su disposición en la red.
  8. Obtener información relevante acerca de los temas donde existe más fracaso

### 2.2 Principales acciones de innovación educativa

- Relativas a la metodología y planificación: las acciones más relevantes fueron
  1. *Una guía de la asignatura* [5], que recoge toda la información que el alumno necesita conocer. Hay una copia en pdf en aulaweb y la página web de la UD. El pdf permite enlaces con otras páginas de interés.
  2. *Clases en aula teórico-prácticas*, planificadas para una participación activa del alumno. El material usual del profesor es la pizarra y el ordenador personal (con proyector).
  3. *Clases prácticas en el Aula de Informática*, para la participación activa de los alumnos en la realización de ejercicios. Se programaron dos tipos de ejercicios por tema: los de la hoja de problemas y los planteados en el Cuaderno de prácticas orientados a trabajar con el programa de cálculo simbólico.
  4. *Trabajos individuales*, al final de cada tema cada alumno, debía entregar resuelto un problema propuesto.

5. *Trabajo cooperativo en equipo* [6], al final de cada cuatrimestre, cada equipo (tres alumnos) entregó un trabajo desarrollado de forma cooperativa. Habían de realizarlo por escrito y luego defenderlo en el aula acompañándolo de una presentación en PowerPoint.
6. *La evaluación*, por cuatrimestre fue la suma de los trabajos individuales (10%), cooperativo (10%) y examen parcial teórico-práctico (80%). La nota final fue la media de ambos cuatrimestres. Ha sido un inicio de evaluación de tipo continuo que en los proyectos de este año es más ambiciosa.
7. *Autoevaluación*, exámenes de autoevaluación en Aulaweb con la opción de elegir aleatoriamente temas y cuestiones sobre los mismos.
8. *Una página web*, específica para el proyecto. Un profesor se dedica a la tarea de mantener actualizadas dicha página, la página de la UD y Aulaweb.

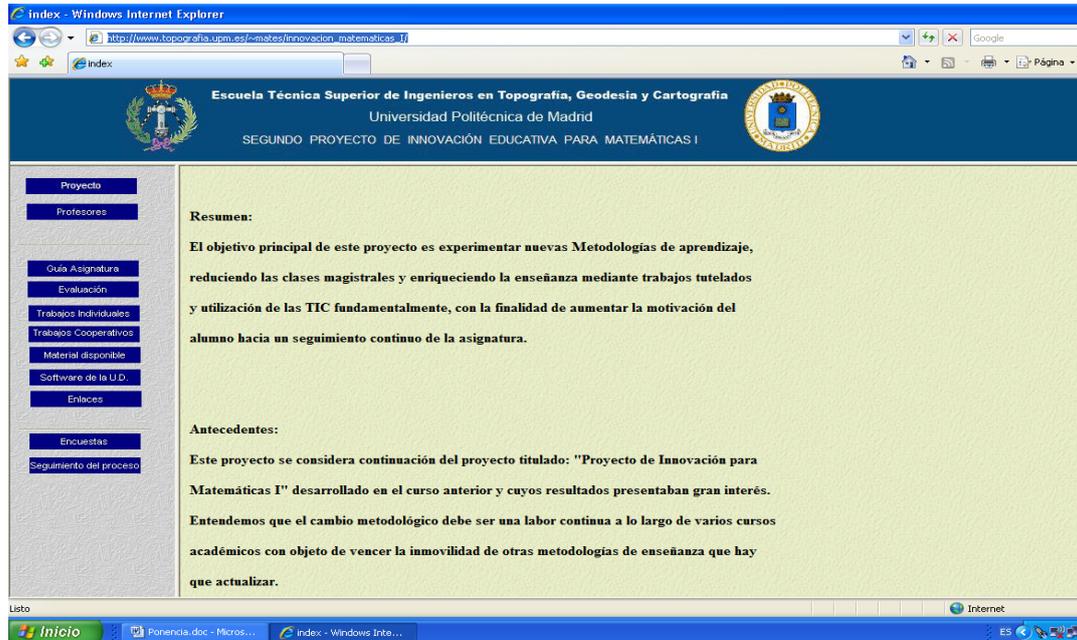


Figura. 1. Página web del Proyecto de Innovación de Matemáticas I.

9. Se realizó software propio de apoyo a la docencia como los programas TRES de Trigonometría Esférica y TRAGE (Transformaciones Geométricas del Espacio Euclídeo).
  10. Las tutorías de cada profesor se abrieron a todos los alumnos del Proyecto por lo que dispusieron de 24 horas distintas de atención (mañana y tarde), algunas de las cuales con varios profesores disponibles.
- Relativas a los resultados:
- ➔ Se analizaron los resultados académicos y los datos aportados por los alumnos obtenidos a través de 4 encuestas diseñadas por el profesorado, junto con los resultados de la prueba inicial que la UPM.
  - ➔ Las 4 encuestas diseñadas por los profesores de la U.D. se han sometido a la denominada “prueba de los jueces”.

## 2.3 Análisis de resultados

Con los datos obtenidos se elaboró un exhaustivo informe final del que destacamos algunos resultados importantes.

- La prueba inicial reveló un insuficiente nivel de conocimientos matemáticos al comienzo de la carrera respecto al que se le va a exigir (y un 44% de los encuestados lo manifestaba al final del cuatrimestre).
- Aproximadamente un 75% de los alumnos presentados a examen (54% del total de matriculados) asistieron regularmente a clase. La asistencia sufrió un brusco descenso al final del curso.
- Un 70% de los encuestados estudió con regularidad (4,5 h/semana o más) y aproximadamente un 50% usó Aulaweb en grado medio-alto. Los materiales preferidos fueron sus propios apuntes, los del profesor y el programa de cálculo simbólico.
- El tema más difícil y con peores notas para el alumnado es Integración (78%), en cambio, en los temas “nuevos” para ellos como Álgebra Lineal y Transformaciones Geométricas, declaran haber alcanzado niveles de conocimiento medio-alto (78%) aunque su opinión sobre la dificultad alta-muy alta (50%).

- La figura 4 muestra que sólo un 23% de los encuestados declara haber estudiado poco o muy poco. Un 4,5% opinó que el tiempo dedicado por el profesor a los temas fue bajo-muy bajo y solo un 10% opina que el número de ejercicios realizados fue bajo.
- Resultados académicos: aumentó el porcentaje de presentados y aprobados de forma significativa en junio como se observa en la figura 5, y en menor medida en septiembre.

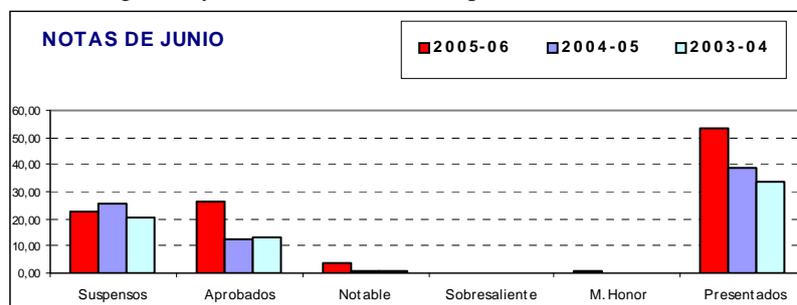


Figura. 3. Notas de junio de 2006.

### 3. PROYECTO: “SEGUNDO PROYECTO PARA MATEMÁTICAS I

Se continúa con unas metodologías similares pero corregidas en algunas debilidades, los aspectos más relevantes son:

1. Sistema de evaluación continua: 50% pruebas y trabajos + 50% examen (por cuatrimestre)
2. Modalidades y métodos docentes adoptados en el anterior proyecto.
3. Mejora de la guía docente y página web.
4. Reforzamiento de la orientación tutorial con la cumplimentación del test CHAEAE de estilos de aprendizaje
5. Mejora de las 4 encuestas tras la evaluación por el método de los “Jueces

### 4. PROYECTO: “EVALUACIÓN CONTINUADA EN MATEMÁTICAS II”

El proyecto para Matemáticas II se plantea como la continuación “vertical” del PI de Matemáticas I.

La primera condición de partida es ofrecer al alumnado una asignatura con metodologías de enseñanza-aprendizaje semejante al que han experimentado en Matemáticas I.

La segunda condición es implicar más al alumno en el estudio individual y realización de trabajos. El objetivo fundamental es lograr que alcance más autonomía en su aprendizaje.

En consecuencia, se han incrementado tanto el número de trabajos como su grado de dificultad lo que, a su vez, tiene reflejo en el aumento de la proporción de nota máxima que el alumno puede obtener por evaluación continua y que alcanza  $\approx 70\%$  de la nota total.

El objetivo fundamental en cuanto a resultados es conseguir que el número de presentados sea próximo al de matriculados y que el de aprobados se acerque al de presentados.

Dada la limitación del artículo se enumeran los aspectos fundamentales del proyecto:

1. Sistema de evaluación continua: 70% pruebas y trabajos + 30% examen
2. Modalidades y métodos docentes ya adoptadas y coordinadas con la evaluación.
3. Guía docente y página web adecuados a esta asignatura pero con formato y organización semejantes.
4. Orientación tutorial reforzada con la cumplimentación del test CHAEA de estilos de aprendizaje y seguimiento más cercano de los trabajos
5. Tres encuestas de recogida de datos similares a las de Matemáticas I.

Por ser la evaluación continua la diferencia más notable la detallamos a continuación

#### 4.1 Evaluación

La asignatura tiene 2 cuatrimestres claramente diferenciados, el primero aborda un temario de Estadística y el segundo Cálculo en varias variables.

➤ Primer cuatrimestre:

- i) Tres trabajos individuales: 3 ptos. = 30% total (de 0 a 1 punto cada trabajo).

- ii) Tres ejercicios escritos: 3 ptos. = 30% total (se realizarán en clase).
- iii) La asistencia activa en más del 75% de las clases se valorará con 2 ptos. = 20% total.
- iv) Un trabajo en equipo: Cada equipo (grupo cooperativo) entregará y expondrá un trabajo teórico-práctico sobre un objetivo de conocimiento o competencial del cuatrimestre y se valorará con 2 ptos. =20% total.

La nota final del primer cuatrimestre será la suma de las notas obtenidas en los apartados anteriores.

➤ Segundo cuatrimestre:

- v) Dos entregables prácticos realizados fuera de clase (realización no presencial): 1 punto = 10% del total.
- vi) Tres entregables teórico-prácticos individuales a realizar en clase: 3,5 ptos. = 35% del total.
- vii) Una práctica de autoevaluación a realizar de forma cooperativa: se utilizará para “redondear notas o subir la nota de evaluación continua” según criterio del profesor.
- viii) Un trabajo cooperativo de aplicación práctica de uno o varios temas del temario de Cálculo a la Titulación de Ingeniero Topógrafo (grupos de 3 alumnos): 2,5 ptos. = 25% del total.
- ix) Un examen teórico-práctico al finalizar el cuatrimestre: 3 ptos. = 30% del total.

La nota final de la asignatura será la nota media de las obtenidas en los cuatrimestres.

Los primeros resultados académicos obtenidos que corresponden a los resultados del primer cuatrimestre, Estadística, se pueden observar en la Figura 6.

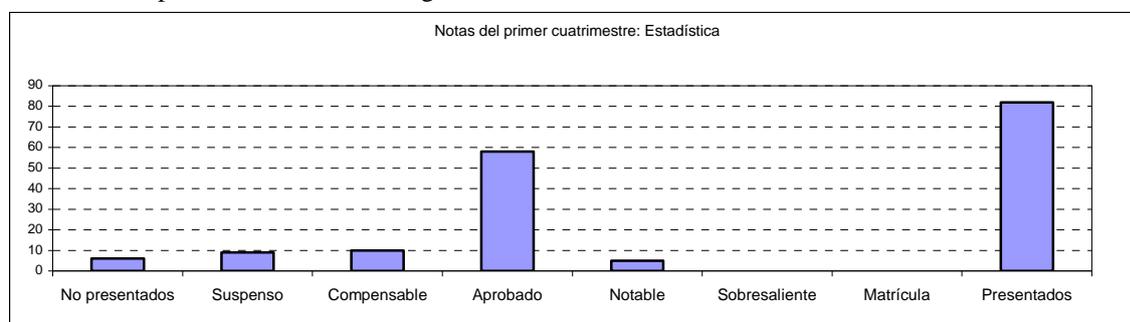


Figura. 4. Notas de febrero de 2007 de Matemáticas II.

## 5. CONCLUSIONES

- La evaluación continuada, mediante trabajos a lo largo del curso por temas, es un elemento motivador para el alumno y revierte en una mejora de su participación y sus resultados académicos. La continuidad de estos métodos en el siguiente curso es acogida por un mayoritario número de alumnos, con más entusiasmo y mayor responsabilidad aunque el volumen de trabajo para el profesor aumenta notoriamente.
- La oferta de trabajos cooperativos resulta atractiva a los alumnos por la libertad y creatividad que pueden desarrollar y por mostrarles un campo más amplio de aplicación de los contenidos, es más eficaz como método de autoaprendizaje en el curso superior.
- El alumnado acoge favorablemente la incorporación de programas de cálculo simbólico y el uso del ordenador en las clases teórico-prácticas por su inmediata utilidad.
- Las clases en aula de carácter teórico-prácticas, complementadas con clases prácticas en el Aula de Informática, son más eficientes a la separación clásica de clases teóricas y prácticas pues favorece el aprendizaje a los alumnos cuyo perfil de aprendizaje no es equilibrado
- Los alumnos prefieren acceder a los contenidos a través de la red que mediante libros.
- El alumnado valora positivamente la introducción de cambios si además percibe una sincera preocupación del profesorado por su aprendizaje, manifestada en una buena planificación, tutorías, etc.

## References

- [1] URL. <http://www.mec.es/universidades/ees/index.html>
- [2] De Miguel, M., Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias, M.E.C., Universidad de Oviedo, Oviedo, (2005). URL. <http://cuadernosie.info>
- [3] Chueca, M., Libro blanco: Título de grado de Ingeniero en Geomática y Topografía, ANECA, Madrid, (2004). URL. <http://www.aneca.es>
- [4] Comisión Europea, Informe conjunto: Modernizar la educación y la formación, (2005). URL: <http://www.ice.upm.es/Documentacion/>

- [5] Contreras, E., El profesor universitario y la planificación educativa: La Guía del alumno, Madrid, (2005).  
URL. <http://www.ice.upm.es/Documentacion/>
- [6] Bará, J. y otros. Taller de formación: Técnicas de aprendizaje cooperativo, Barcelona, UPM (2006)