

Matemáticas de la E.T.S.I.T.G.C. en el marco del EEES: PROYECTOS DE INNOVACIÓN

Ángeles Castejón Solanas¹, M^a Carmen Morillo Balsera², Manuel Barrero Ripoll³,
M^a Luisa Casado Fuente⁴, José Fábrega Golpe⁵, Luis Sebastián Lorente⁶

¹ Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. angeles.csolanas@upm.es

² Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. cmorillo@topografia.upm.es

³ Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid manuel.barrero@upm.es

⁴ Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid mlcasado@topografia.upm.es

⁵ Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid jose.fabrega@upm.es

⁶ Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid lu_seb@topografia.upm.es

Resumen

Se presenta a los participantes en el Congreso M&I un resumen del análisis del Proyecto de Innovación (PI) para la asignatura de Matemáticas I de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía (ETSITGC) en el marco del EEES, desarrollado en dicha Escuela durante el curso 2005-06, con una especial atención al material didáctico elaborado y su organización en la página web de la Unidad Docente (U.D.) y Aulaweb. Asimismo se presentan los principales objetivos de los dos proyectos de Innovación (PI) actualmente en marcha para las asignaturas Matemáticas I y Matemáticas II. Los 3 Proyectos están subvencionados por la UPM y los profesores participantes están integrados en el grupo INNGEO de Innovación Educativa.

Palabras clave:

Aprendizaje, análisis, evaluación, innovación, metodología.

1. Introducción

La filosofía que propugna el Proceso de Convergencia Europeo en relación con el EEES, y que se resume en la frase: “centrar el eje de la enseñanza sobre el aprendizaje autónomo del alumno”, hace necesario iniciar un proceso de ensayo y análisis de cambios tanto en contenidos como en la metodología y evaluación de las asignaturas de nuestras Titulaciones.

Por otro lado en la impartición de asignaturas básicas como Matemáticas, se deben preservar aquellos contenidos clásicos, necesarios para un

adecuado desarrollo lógico formal del alumno, y métodos de aprendizaje de eficacia probada por la experiencia, como la resolución de ejercicios con el único concurso de la inteligencia.

Se trata de actualizar dichos contenidos y armonizar metodologías clásicas con propuestas de cambio en el contexto del EEES, tanto en el aprendizaje de las asignaturas como en su evaluación, así como habituar al alumno a la utilización de las TIC, todo ello con una visión realista de las condiciones de ingreso del alumnado y de las exigencias que impone nuestra “sociedad del conocimiento”.

Un aspecto esencial de los proyectos es la organización del material didáctico elaborado por la Unidad Docente (U.D.) que se presenta en una página web, cuya dirección es:

http://www.topografia.upm.es/~mates/innovacion/matematicas_I/.

Su objetivo principal es recoger toda la información disponible y necesaria para que los alumnos puedan acceder a: exámenes con las soluciones, procedimientos teórico-prácticos para la resolución de problemas, ejercicios propuestos durante el curso con sus soluciones, trabajos individuales con solucionario, trabajos cooperativos, enlaces a otras páginas de interés, programas propios de la U.D, guía del alumno, encuestas realizadas y seguimiento del proceso, etc.

Esta documentación es, fundamentalmente, la generada por la U.D. desde el año 2003, por lo tanto se trata de un material actualizado y de gran utilidad para el alumno.

La experiencia del curso 2005-06: “Proyecto de innovación para Matemáticas I en el marco del EEES” se realizó en la ETSITGC:

- ➔ En la asignatura MATEMÁTICAS I (troncal, anual, 21 créditos actuales equivalentes a 14 ECTS) de la Titulación Ingeniero Técnico en Topografía.
- ➔ En los tres grupos de primer curso de la Titulación Ingeniero Técnico en Topografía.
- ➔ Por el equipo de profesores de la U. D. de Matemáticas de la ETSITGC.

Durante este curso 2006-07 se están desarrollando 2 Proyectos:

- “Segundo Proyecto de Innovación para Matemáticas I”
- “Evaluación continuada para Matemáticas II”

2. Objetivos del Primer Proyecto de Innovación para Matemáticas I

Los objetivos del PI se han clasificado en dos categorías:

2.1 Relativos a la metodología y planificación:

Para iniciar la acomodación de la asignatura a las líneas estratégicas indicadas en el EEES.

Se trataba de planificar la asignatura en cuanto a programas, metodologías docente y de evaluación, material de apoyo, etc., de acuerdo con los nuevos métodos y directrices. Así, y teniendo en cuenta las Competencias Académicas definidas en el Libro Blanco de la futura Titulación, 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.

2.2 Relativos a los resultados:

Mejorar los resultados académicos, recoger datos y realizar un análisis tanto de los resultados como de los datos obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto.

Se trataba de asociar los objetivos anteriores con la obtención de mejoras concretas. Así, se han programado encuestas que sirvieran para estudiar, junto con los resultados académicos, si se había conseguido:

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. Estimular a los buenos estudiantes a conseguir más allá del aprobado.
7. Conseguir del alumnado trabajo en equipo.
8. Conseguir que los alumnos utilicen más material que los apuntes de clase y usen el material puesto a su disposición en la red.
9. Obtener información relevante acerca de los temas donde existe más fracaso.

3. Principales acciones de Innovación Educativa

Al igual que en el apartado 2 estas acciones se han referido a las dos categorías antes establecidas:

3.1 Relativas a la metodología y planificación

Las acciones más relevantes han sido:

1. **Una guía de la asignatura** que recoge toda la información que el alumno necesita conocer sobre ella: información general relativa a horarios, profesorado, contenidos, objetivos, programación y pautas temporales de clases teóricas y prácticas, metodología, evaluación, bibliografía, métodos tutoriales, calendario escolar, etc. Se entregó en papel y se colgó una copia en pdf en aulaweb y la página web de la Unidad Docente. El pdf permite enlaces con otras páginas de interés para el alumno

como la propia web de la UD, la de la Escuela y la de la UPM, entre otras.

2. **Una página web:** específica para el proyecto que estuvo disponible desde el segundo cuatrimestre del curso 2005-06 y continúa para el curso actual con las modificaciones diseñadas para el “Segundo PI para Matemáticas I”. En ella se recoge toda la información y material relativos al Proyecto y a la asignatura. Un profesor se dedica a la tarea de mantener actualizado el material didáctico tanto de Aulaweb, como de las páginas web de la UD y Proyecto. El **apartado 4** de esta ponencia está dedicado a esta página web de los PI para la asignatura de Matemáticas I.
3. **Clases en aula teórico-prácticas:** se planificaron para una participación activa del alumno mediante preguntas, ejercicios cortos, referencias a otras materias, disciplinas, historia de la ciencia...El material usual del profesor es la pizarra y el ordenador personal (con proyector).
4. **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, éstos orientados a trabajar de manera más específica con el programa de cálculo simbólico.
5. **Trabajos individuales:** al final de cada tema, cada alumno, individualmente, debía entregar resuelto un problema propuesto.
6. **Trabajo cooperativo en equipo:** 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.
7. **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 continuada que en los proyectos de este año es más ambiciosa.
8. **Autoevaluación:** exámenes de autoevaluación en aulaweb con la opción de elegir aleatoriamente temas y cuestiones sobre los

mismos. Preguntas tipo test en PowerPoint (elegidas de forma aleatoria) con la correspondiente explicación para el autoaprendizaje

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.

3.2 Relativas a los resultados

Se han analizado tanto los resultados académicos como los datos aportados por los alumnos obtenidos a través de 4 encuestas diseñadas por el profesorado, así como de la prueba inicial de la UPM.

Las 4 encuestas diseñadas por los profesores de la U.D. se han sometido a la denominada “prueba de los jueces” para verificar su idoneidad y servir, con las pertinentes correcciones, de pauta para sucesivas recogidas de datos.

La primera encuesta, referida a datos iniciales, se pasó en el primer trimestre, la segunda encuesta, sobre datos del primer cuatrimestre se pasó a finales del mismo y contestaron 73 alumnos asistentes a clase (aproximadamente un 70% de los presentados a examen). La tercera y la cuarta encuestas se pasaron en la última semana de curso y contestaron aproximadamente un 45% de los presentados a examen.

Con todos los datos obtenidos se elaboró un exhaustivo informe final del que se exponen algunos resultados importantes en el **apartado 5**

4. Página web de los PI en Matemáticas I

La filosofía seguida en la elaboración de la página establece la clasificación de la información en tres grupos:

- **Proyecto y profesorado.**
- **Documentación diversa.**
- **Valoraciones y seguimiento del proyecto.**

4.1. Apartados de la página web

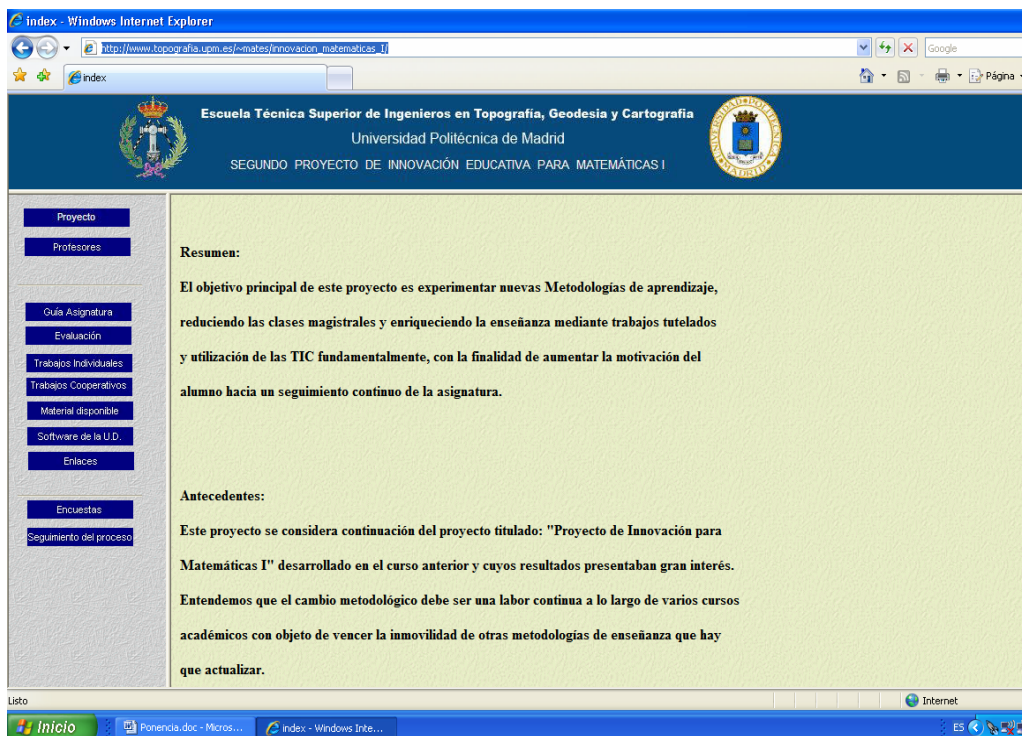


Figura 1. Página web del P.I.

1. **Proyecto:** se recoge el objetivo principal y la finalidad del proyecto.
2. **Profesores:** se muestra el conjunto de profesores que participan en el proyecto docente, con sus correos electrónicos, pulsando el nombre del profesor se proporciona: titulación, cargo, docencia y se ofrece un cuadro de las tutorías de dicho profesor.
3. **Guía de la asignatura:** en formato pdf, con enlaces a diversas páginas de interés, y contiene el siguiente índice: datos básicos (plan de estudio, tipo de asignatura, temporalidad, etc.), profesorado, datos generales de Matemáticas I, donde se describen las competencias generales y específicas, objetivos generales, programa de la asignatura, líneas metodológicas, créditos ECTS, bibliografía, evaluación, derechos y deberes del alumno, la función tutorial y calendario.
4. **Evaluación:** se expone un organigrama de los criterios de evaluación: continua y por exámenes.
5. **Trabajos individuales:** bajo este concepto se proponen al alumno una serie de problemas evaluables a realizar en clase y fuera de clase. En este apartado también se muestra la solución de los diferentes problemas propuestos (una vez calificados).
6. **Trabajos cooperativos:** se incluyen los trabajos cooperativos propuesto por la U.D., así como la normativa a seguir.
7. **Material disponible:** aquí se recogen los apuntes realizados por los profesores, exámenes resueltos de los últimos años, ejercicios resueltos, preguntas tipo test con sus soluciones, procedimientos de resolución de problemas, etc.

8. **Software de la U.D:** se ofrecen cuatro programas:

- Programa TGP (*Transformaciones Geométricas en el Plano*) para la enseñanza de las transformaciones geométricas en el plano: Este programa permite clasificar transformaciones geométricas en el plano euclídeo y obtener sus elementos característicos o, viceversa, construir a partir de dichos elementos la matriz de la transformación que permite calcular la imagen de cualquier punto del plano.

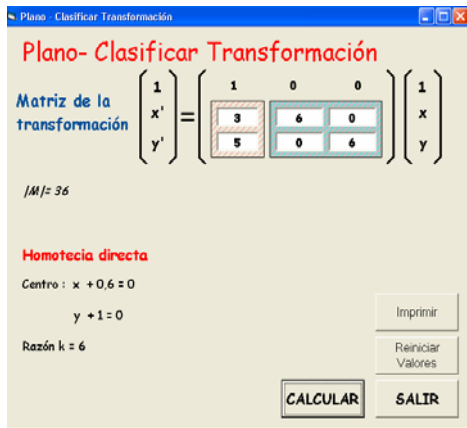


Figura 2. Formulario del programa TGP



Figura 3. Formulario del programa TGP

- Programa TGE (*Transformaciones Geométricas en el Espacio*) para la enseñanza de las transformaciones geométricas en el



espacio, ofrece las mismas opciones que el programa anterior cuando las transformaciones son del espacio euclídeo.

Figura 4. Formulario del programa TGP

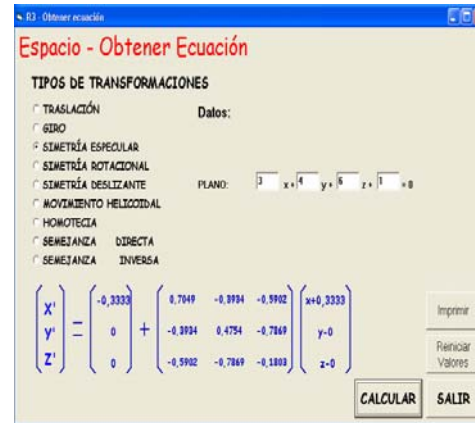


Figura 5. Formulario del programa TGP

- Programa TRES (*Trigonometría Esférica*) para el autoaprendizaje de la trigonometría esférica. Permite calcular todos los elementos de un triángulo esférico a partir de tres de ellos, así como la distancia esférica entre dos puntos sobre la esfera.

Figura 6. Formulario del programa TRES

9. **Enlaces:** se proporcionan los principales enlaces de interés para los alumnos: Aula Web, Punto de inicio, Descartes, ...
10. **Encuestas:** donde se recogen las realizadas a los alumnos durante el curso actual.
11. **Seguimiento del proceso:** se describe el nº de alumnos que están siguiendo la evaluación continua.
12. **Sugerencias:** se pretende recoger tanto las recomendaciones y críticas, para la mejora día a día de esta página, como el interés que despierta en el alumno.

5. Análisis de resultados del PI

El análisis se planteó de acuerdo a los epígrafes relativos a los objetivos planteados en cuanto a resultados. Ahora bien, a lo largo del desarrollo del PI y gracias al diseño de las encuestas se han podido analizar otros datos como los relativos al tiempo y material que el profesor utiliza.

De dicho análisis se exponen los resultados siguientes.

- Las pruebas iniciales revelan que el nivel de **conocimientos** matemáticos al inicio de la Titulación es, en general, insuficiente con respecto al que se le va a exigir (además, al final del cuatrimestre un 44% de los encuestados así lo manifestaba).

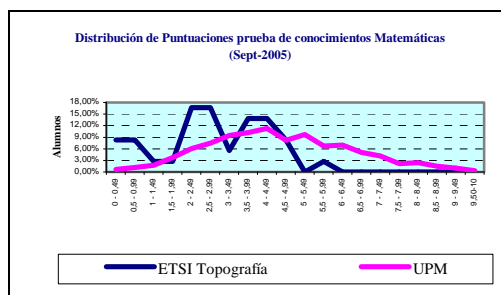


Figura 7. Prueba inicial de la UPM en la ETSITGC

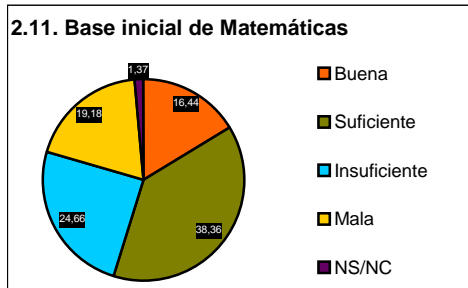


Figura 8. Opinión del alumno al final del 1º Cuat.

- Aproximadamente un 75% de los alumnos presentados a examen (54% del total de matriculados) asistieron regularmente a clase, pero dicha asistencia sufrió un brusco descenso en el último mes del curso.
- Un 70% de los encuestados estudió con regularidad (4,5 h/semana o más). Los materiales preferidos fueron sus propios apuntes, los del profesor y el programa de cálculo simbólico. Aproximadamente un 50% usó Aulaweb en grado medio-alto mientras que en la página web es $\approx 33\%$.

Horas de estudio	Alumnos (porcentaje)	Horas (media/semanal)
Diario	14,29	8,4
Semanal	54,29	4,53
Mensual	25,71	4,10
Antes de examen	5,71	1,35
	100,00	Media = 4,59h/semana

Tabla 1. Horas de estudio

AULA WEB	teoría	tes t	Ejerc.	Exám.	Power Point	TRÁGIC
Muy bajo	22,5	17,5	25	22,5	32,5	37,5
Bajo	12,5	15	15	10	20	30
Medio	22,5	30	17,5	20	22,5	17,5
Alto	32,5	25	30	30	15	7,5
Muy alto	10	12,5	12,5	17,5	10	7,5

Tabla 2. Uso de Aulaweb

- El tema más difícil para el alumnado es Integración (78%). En cambio, en los temas “nuevos” para ellos como Álgebra Lineal y Transformaciones Geométricas, aunque los catalogan de dificultad alta-muy alta (50%), declaran haber alcanzado niveles de conocimiento medio-alto (78%).

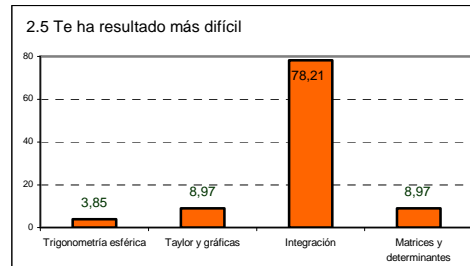


Figura 10. Dificultad de los temas (1ª Cuatrimestre)

- Solo un 23% de los encuestados declara que estudió poco o muy poco. Y sólo un 4,5% opinó que el tiempo dedicado por el profesor a los temas fue bajo-muy bajo. Solo un 10% opina que el número de ejercicios realizados fue bajo

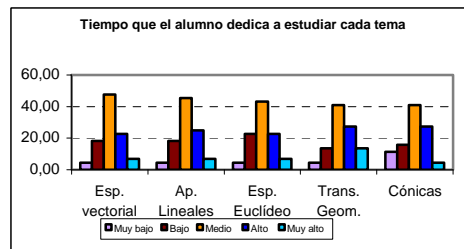


Figura 11. Tiempo de estudio del alumno (2º Cuat.)

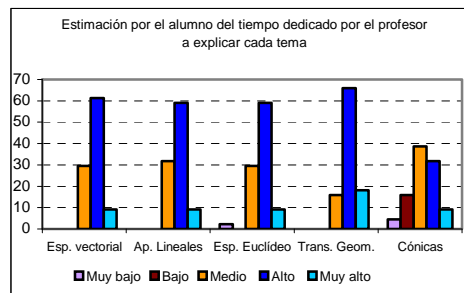


Figura 12. Tiempo dedicado por el profesor a los temas (2º Cuat.)

- Resultados académicos. Aumentó el porcentaje de presentados y aprobados de forma significativa en junio y en menor medida en septiembre.

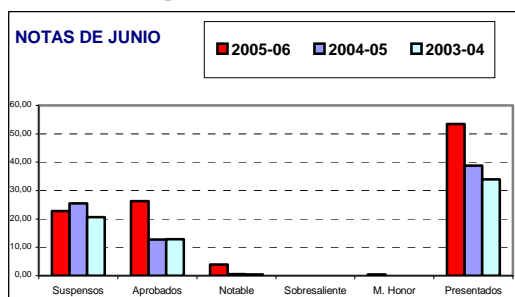


Figura 13. Notas de junio de 2006

6. Proyectos de Innovación en 2006-07

En la 2ª convocatoria de ayudas a la Innovación Educativa fueron aprobados los proyectos:

6.1. Segundo P.I. para Matemáticas I

Está planteado como una continuación y adaptación de las bases metodológicas y docentes del anterior proyecto con objeto de lograr una mayor aproximación a las metodologías propias los créditos ECTS.

El mayor énfasis recae en la metodología de evaluación que plantea un 50% de la nota por evaluación continuada + 50% por examen.

6.2. Evaluación continuada en Matemáticas II

Se ha planteado como continuación "vertical" del Proyecto de Matemáticas I. El alumnado continúa con metodologías docentes y evaluadoras coherentes con las iniciadas en Matemáticas I.

La innovación principal se refiere a la potenciación de los trabajos (individuales y cooperativos).

Con tal fin, se incrementa tanto el número como la dificultad de los trabajos y, en consecuencia, la proporción de nota por evaluación continua que supone $\approx 70\%$ de la total.

7. Conclusión

Las propuestas en las metodologías de aprendizaje-evaluación en los PI de Matemáticas se han concebido buscando eficacia y coherencia. En el primer PI para Matemáticas I se trataba de

estudiar y sentar las bases de dichos cambios. En ese sentido se ha podido constatar que:

- La evaluación continuada, mediante trabajos a lo largo del curso por temas, es un elemento motivador para que el alumno adopte una rutina de estudio que revierte en una mejora de los resultados en los exámenes y notas finales.
- 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.
- 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 preferidas a la separación clásica de clases teóricas y prácticas.
- Los alumnos prefieren acceder a los contenidos a través de la red (Aulaweb, páginas web) 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.

Referencias

- [1] De Miguel, M. *Cambio de paradigma metodológico en la Educación Superior. Exigencias que conlleva. Cuadernos de Integración Europea*. #2, 16-27 (2005). <http://cuadernosie.info>
- [2] Comisión Europea. *Informe conjunto: Modernizar la educación y la formación*. (2005). <http://www.ice.upm.es/Documentacion/>
- [3] Contreras, E. *El profesor universitario y la planificación educativa: La Guía del alumno*. (2005). <http://www.ice.upm.es/Documentacion/>
- [4] Chueca, M. *Libro blanco: Título de grado de Ingeniero en Geomática y Topografía*. ANECA. (2004). <http://www.aneca.es>
- [5] Bará, J. y otros. *Taller de formación: Técnicas de aprendizaje cooperativo*. UPM (2006)

