

MATEMÁTICAS DE LA E.T.S. I.T.G.C DE MADRID EN EL MARCO DEL E.E.E.S. CAMBIOS EN EL DISEÑO METODOLÓGICO

A. Castejón¹, M. Barrero¹, M.L. Casado¹, J. Fábrega¹, M.C. Morillo¹, L. Sebastián¹
angeles.csolanas@upm.es, manuel.barrero@upm.es, mlcasado@topografia.upm.es,
jose.fabrega@upm.es, cmorillo@topografia.upm.es, lu_seb@topografia.upm.es

¹Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S.I.T.G.C. Campus Sur, Autovía de Levante km. 7, 28031-Madrid, España.

Correo-e: angeles.csolanas@upm.es
Tfno: 91 336 79 20. Fax: 91 332 25 60

RESUMEN

Se presenta a los participantes en las II Jornadas de Innovación Educativa de la EPS de Zamora, la planificación, primeros resultados y conclusiones de dos de los Proyectos de Innovación, desarrollados en la ETSITGC subvencionados por la UPM de Madrid, para adecuar las asignaturas Matemáticas I y Matemáticas II de la Titulación de Ingeniero Técnico en Topografía a uno de los objetivos prioritarios del EEES: promover el cambio de una enseñanza centrada en la actividad de profesor a otra orientada al aprendizaje del alumno. Estos proyectos (realizados o en realización durante los cursos 2005-06 y 2006-07) permiten un primer análisis de las bondades y dificultades de un proceso continuo de inserción de distintas modalidades docentes encaminadas al cambio mencionado. Las conclusiones ponen de manifiesto tanto la mejora en la consecución de los objetivos, al incorporar este tipo de estrategias metodológicas, como las dificultades para conseguir un alto grado de efectividad.

PALABRAS CLAVE: Innovación, metodología, evaluación

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de convergencia en relación con 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) donde trabajamos los autores de este artículo, una serie de iniciativas conducentes a producir 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, enseñanza centrada en el alumno [2], competencias, objetivos competenciales, aprendizaje a lo largo de la vida, etc. son algunos de los términos ya familiares usados habitualmente en el ámbito docente universitario.

La adecuación, dentro de nuestras actuales y futuras Titulaciones [3], de las asignaturas denominadas troncales a esta filosofía, tanto en el desarrollo curricular como en los métodos docentes e incluso en una renovación del concepto de ayuda tutorial, hace necesario iniciar un proceso de ensayo y análisis de cambios más o menos intensos en las mismas con el sosiego y el tiempo que la importancia de la empresa requiere, por cuanto que los implicados en las experiencias forman parte de los futuros profesionales de nuestro país.

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 como base matemática de otras disciplinas, junto con 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 [4], tanto en la enseñanza - aprendizaje de las asignaturas como en sus métodos de evaluación, así como habituar al alumno a la utilización de las TIC, todo ello desde 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 es la organización del material didáctico elaborado por la Unidad Docente (U.D.) 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_II/

El objetivo es recoger toda la información disponible en cuanto a: exámenes con sus 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, guías 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.

Ante la cuestión de la renovación o rediseño de las asignaturas cuya impartición es responsabilidad de la U.D. de Matemáticas de la ETSITGC, la respuesta ha sido introducir de manera suave pero creciente cambios paulatinos en todos los grupos, estudiando y contrastando los resultados con los obtenidos en el curso precedente, continuando de esta forma la dinámica de trabajo usada habitualmente como medio de actualizar dichas asignaturas.

Así 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, desde el impulso del proyecto anterior.
- “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.

Los dos proyectos que presentamos son el primero y el tercero con objeto de presentar de forma global el primer ensayo de adecuación al EEES de las Matemáticas de la ETSITGC. Se presentan en primer lugar los Proyectos por separados y por último una valoración global del conjunto.

2. “PRIMER” PROYECTO DE INNOVACIÓN PARA MATEMÁTICAS I

En este primer proyecto el énfasis se puso fundamentalmente en su planificación y análisis de resultados, con el principal objetivo de lograr un trabajo más continuado por parte del alumnado, recompensado con un tímido ensayo de evaluación continua, y una recogida exhaustiva de datos a partir de unas encuestas diseñadas por la U.D. y de los resultados académicos obtenidos.

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, 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.

- 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, en particular el material puesto a su disposición en la red.
9. Obtener información relevante acerca de los temas donde existe más fracaso.

2.2. Principales acciones de Innovación Educativa

Al igual que en el apartado 2.1 estas acciones se han referido a las dos categorías antes establecidas:

- 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 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, cuya portada se muestra en la Figura 1, 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.

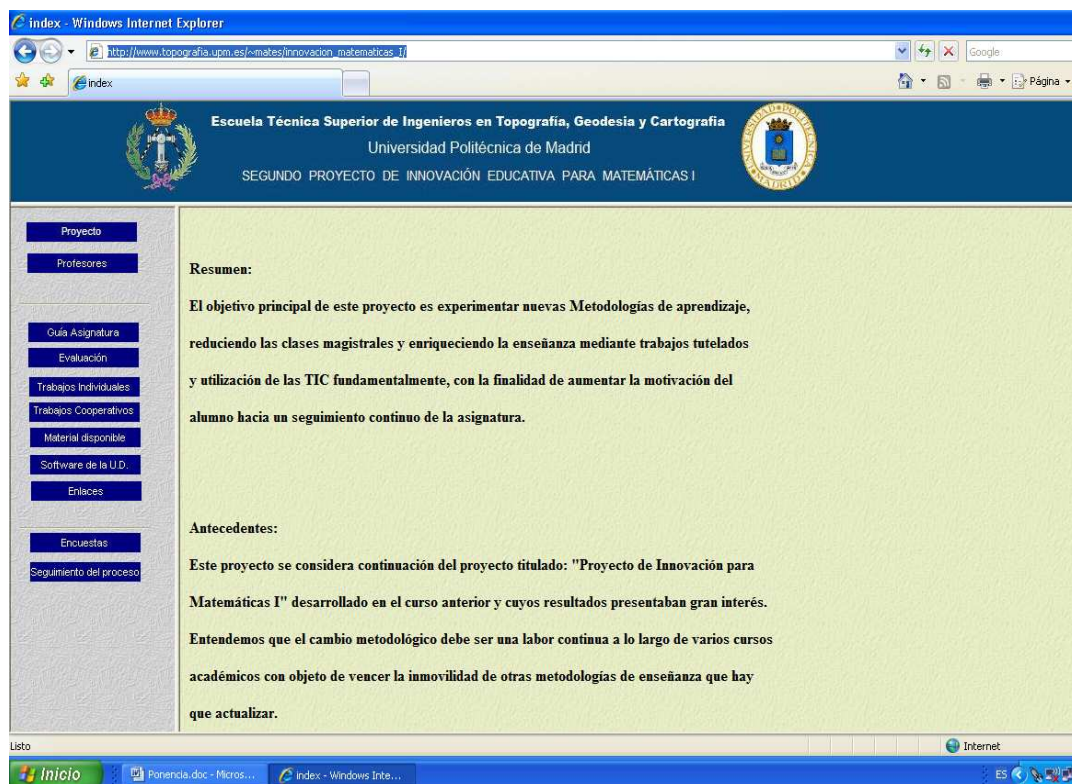


Figura. 1. Página web del Proyecto de Innovación de Matemáticas I.

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, etc. 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* [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.
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 aula web 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.

▶ 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, también los resultados de la prueba inicial que la UPM hace a los alumnos de nuevo ingreso.
- ▶ 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.

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, como muestra la figura 2, que el nivel de conocimientos matemáticos al comienzo de la carrera es insuficiente respecto al que se le va a exigir (además, al final del cuatrimestre un 44% de los encuestados así lo manifestaba).

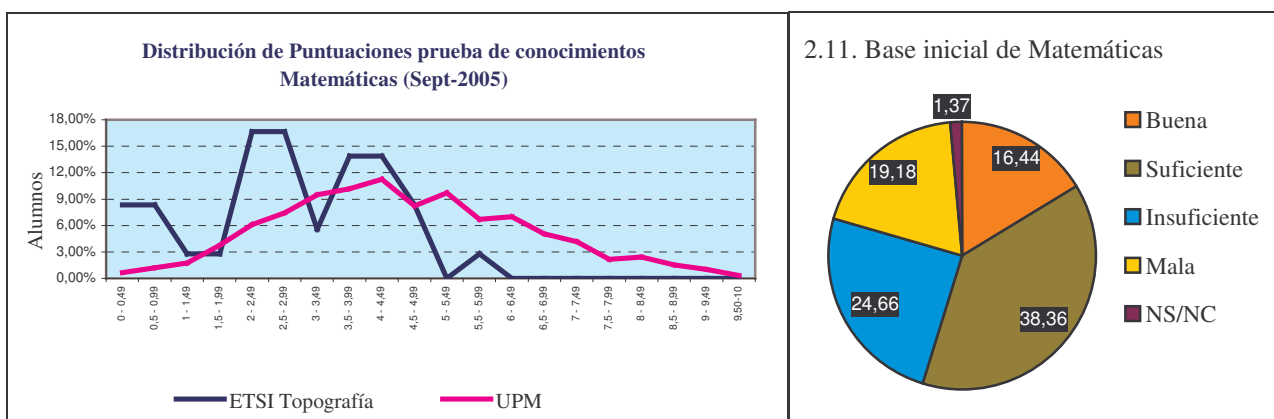


Figura. 2. Prueba inicial de la UPM en la ETSITGC y Opinión del alumno sobre su base matemática.

- 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) y aproximadamente un 50% usó Aulaweb en grado medio-alto, como se muestra en la Tabla 1, mientras que el de la página web es $\approx 33\%$. Los materiales preferidos fueron sus propios apuntes, los del profesor y el programa de cálculo simbólico.

Horas de estudio	Alumnos (porcentaje)	Horas (media/semana)	AULAWEB (grado de uso)	Teoría	Test	Ejerc.	Exám.	Power Point	TRAGE
Diario	14,29	8,4	Muy bajo	22,5	17,5	25	22,5	32,5	37,5
Semanal	54,29	4,53	Bajo	12,5	15	15	10	20	30
Mensual	25,71	4,10	Medio	22,5	30	17,5	20	22,5	17,5
Antes de examen	5,71	1,35	Alto	32,5	25	30	30	15	7,5
	100,00	Media = 4,59h/semana	Muy alto	10	12,5	12,5	17,5	10	7,5

Tabla 1. Horas de estudio personal y grado de uso del material de Aulaweb.

- Como se observa en la Figura 3 el tema más difícil para el alumnado es Integración (78%), en cambio, los temas “nuevos” para ellos como Álgebra Lineal y Transformaciones Geométricas, aunque catalogados de dificultad alta-muy alta (50%) por los alumnos, éstos declaran haber alcanzado niveles de conocimiento medio-alto (78%).

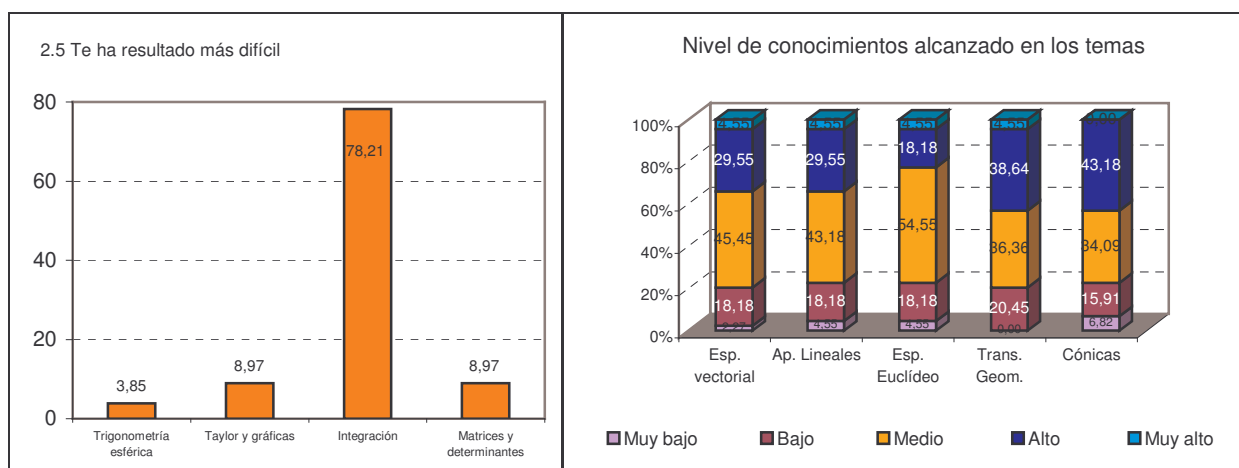


Figura. 3. Dificultad de los temas en 1º Cuatrimestre y Nivel alcanzado en los temas del 2º Cuatrimestre.

- 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

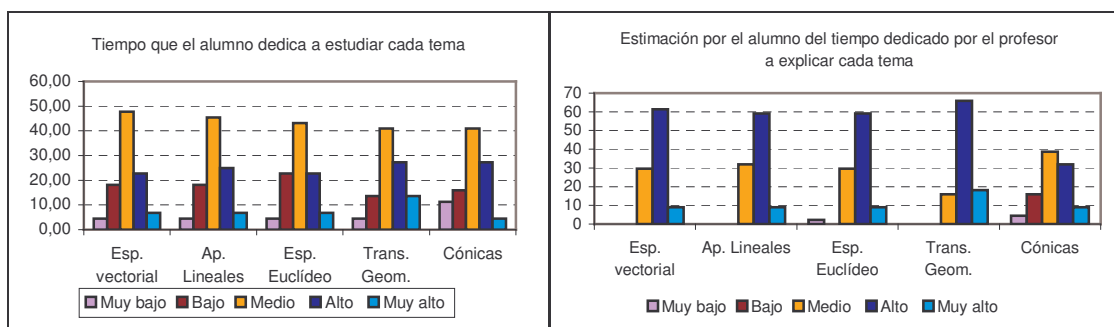


Figura. 4. Tiempo de estudio del alumno (2º Cuat.) y tiempo que el profesor dedica a los temas.

- 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.

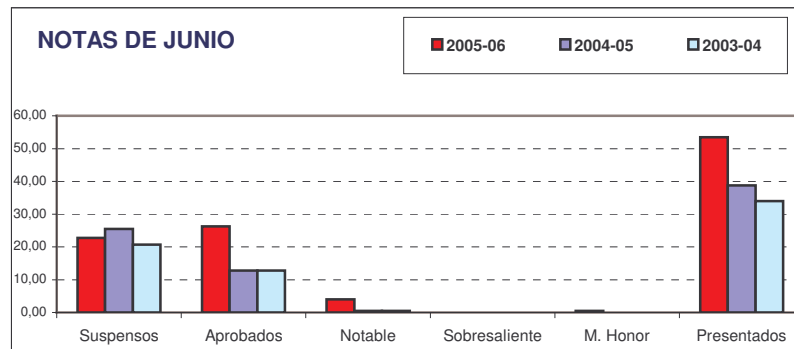


Figura. 5. Notas de junio de 2006.

3. PROYECTO: “EVALUACIÓN CONTINUADA PARA MATEMÁTICAS II”

El proyecto para Matemáticas II se plantea como la continuación “vertical” del PI de Matemáticas I descrito en 2.

El diseño metodológico ha puesto el énfasis en la potenciación de los trabajos individuales, cooperativos, el uso de la red y aulaweb como principales métodos docentes para centrar el aprendizaje en el trabajo del alumno. Se continúan, de forma coherente pero progresiva, las estrategias metodológicas del proyecto de Matemáticas I. Con tal objeto, se han incrementado tanto el número de trabajos como su grado de dificultad lo que, a su vez, se refleja 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. Se espera con ello que la motivación del alumno para el trabajo continuado sea alta.

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 expone a continuación los métodos docentes, la planificación de la evaluación y la orientación tutorial.

3.1. Métodos docentes

La línea adoptada en 2005-06 de planificar las clases con objeto de que sean ágiles, con mínima rutina y estimulando la participación activa del alumno, haciendo que todas las clases sean teórico-prácticas nos parece bastante adecuada:

- Clases teórico-prácticas en el Aula de Informática en su mayor parte (41 horas teóricas + 49 prácticas) con utilización de software matemático: DERIVE y EXCEL fundamentalmente. Las veces que se use el aula clásica el profesor usa ordenador + proyector.
- Introducción del tema con preguntas, artículos de divulgación o ejercicios a resolver después de la exposición. Desarrollo del mismo incluyendo ejemplos y ejercicios que den ritmo a la clase y apoyen el aprendizaje.
- Hojas de ejercicios para trabajar en clase, que se resolverán o bien por el profesor, o bien por el alumno individualmente o en parejas.
- Trabajos (a puntuar para la evaluación continua) :
 - Individuales (entregables): a realizar en clase presencial o no presencial, por tema y con enunciados variados (no el mismo para toda la clase).
 - En equipo (grupo cooperativo de 3 alumnos): se entregará y expondrá un trabajo teórico-práctico de uno o varios objetivos de conocimiento o competencias del cuatrimestre y/o de aplicación práctica a la titulación.
- El material teórico-práctico elaborado por la Unidad Docente: Apuntes, presentaciones en PowerPoint, hojas de ejercicios, ejercicios resueltos, exámenes resueltos, ejercicios de interés, bibliografía etc., está al servicio del alumno en la red de la Escuela, en el Servidor del Aula de Informática y en Internet, a través del sistema E-Learning Aulaweb. Y actualización de la Bibliografía Matemática de la Biblioteca de la Escuela.
- A través de Aulaweb se proporcionará al alumno información y tutorías.
- Se proporcionará al alumno una Guía de la asignatura y página web específica del Proyecto .

3.2. Evaluación

La asignatura tiene 2 cuatrimestres claramente diferenciados, el primero aborda un temario de Estadística y el segundo Cálculo en varias variables. En cada uno de ellos se ha llevado a cabo un diseño específico de evaluación continua pero buscando una evaluación global coherente.

➤ Primer cuatrimestre:

- i) Tres trabajos individuales: 3 pts.= 30% total (de 0 a 1 punto cada trabajo).
- ii) Tres ejercicios escritos: 3 pts. = 30% total (se realizarán en clase).
- iii) La asistencia activa en más del 75% de las clases se valorará con 2 pts. = 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 pts. =20% total.

La nota final del primer cuatrimestre será la suma de las notas obtenidas en los apartados anteriores. Los alumnos cuya nota sea inferior a cinco o no se acojan a la evaluación continuada harán un examen según el modelo aprobado en Consejo de Departamento.

➤ 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 pts. = 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 pts. = 25% del total.
- ix) Un examen teórico-práctico al finalizar el cuatrimestre: 3 pts. = 30% del total.

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

Los alumnos que no se acojan a la evaluación continuada serán evaluados mediante un examen teórico-práctico según las normas aprobadas en Consejo de Departamento.

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

3.3. Orientación tutorial

- Cada alumno tendrá a su disposición, como en el proyecto anterior, de las horas de atención tutorial de todos los profesores de segundo curso (24 horas semanales). En estas tutorías, se seguirá también la evolución de los trabajos individuales y cooperativos.
- A principio de curso, se pasará a los alumnos el cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje que aportará información útil para el seguimiento de las tutorías de cada alumno. Cada alumno será informado individualmente de los resultados del cuestionario, junto con una orientación individualizada sobre su método de estudio, tras los resultados del primer cuatrimestre.

3.4. Resultados del primer cuatrimestre

Además de los resultados académicos también se estudiarán los datos aportados por los alumnos en 3 encuestas donde se le pide datos de horas de estudio y asistencia y valoración de diversos aspectos de la asignatura, metodología, evaluación etc.

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

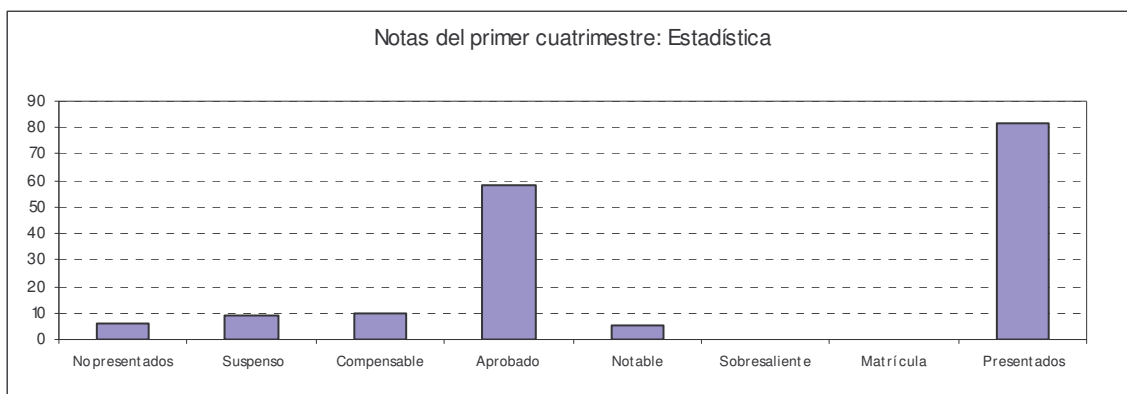


Figura. 6. Notas de febrero de 2007 de Matemáticas II.

4. CONCLUSIONES

Las propuestas sobre las metodologías de aprendizaje-evaluación en los distintos P. I. de Matemáticas se han concebido buscando eficacia, progresividad y coherencia, en los ensayos de puesta en práctica del modelo promovido desde el EEES. Se trataba de estudiar y sentar las bases de dichos cambios en Matemáticas I y avanzar e iniciar su consolidación en Matemáticas II. 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 en participación y en resultados académicos. La continuidad de estos métodos en el curso siguiente es acogida por un mayor número de alumnos, con más entusiasmo y mayor responsabilidad. 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 por el mayor conocimiento que de la asignatura y la carrera tiene el alumno.
- 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. La soltura en su manejo se aprecia sensiblemente en segundo curso. El diseño de la clase ha de ser más preciso pues el centro del aprendizaje oscila entre profesor-alumno.
- 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. En este aspecto no parece influir el curso.
- 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] <http://www.mec.es/universidades/eees/index.html>
- [2] De Miguel, M., *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. M.E.C. Universidad de Oviedo (2005). <http://cuadernosie.info>
- [3] Chueca, M. *Libro blanco: Título de grado de Ingeniero en Geomática y Topografía*. ANECA. (2004). <http://www.aneca.es>
- [4] Comisión Europea. *Informe conjunto: Modernizar la educación y la formación*. (2005). <http://www.ice.upm.es/Documentacion/>
- [5] Contreras, E. *El profesor universitario y la planificación educativa: La Guía del alumno*. (2005). <http://www.ice.upm.es/Documentacion/>
- [6] Bará, J. y otros. *Taller de formación: Técnicas de aprendizaje cooperativo*. UPM (2006)