

# Adaptación al EEES de las asignaturas de matemáticas en Ingeniería Informática.

Adán Amor Garriga Torres y José Salvador Moll Cebolla<sup>1</sup>

## Resumen:

En este trabajo recogemos las experiencias realizadas en la “Escuela Superior Politécnica” de la Universitat Pompeu Fabra para la adaptación de las asignaturas de “Análisis Matemático” y “Ampliación de Análisis Matemático” de primer ciclo de las Ingenierías Informática y Técnica en Informática de Sistemas al EEES. Durante la fase de elaboración de los proyectos docentes, identificamos las competencias que nuestros alumnos debían conseguir, redistribuimos los contenidos de las asignaturas en grandes bloques de aprendizaje progresivo e incorporamos nuevos contenidos. El modelo de docencia elegido (que hemos generalizado a todas las asignaturas de matemáticas de primer curso) ha tenido en cuenta la falta de base matemática de los alumnos que se incorporan a nuestros estudios. Las novedades más importantes del proyecto han sido las siguientes: incorporación de seminarios con un número reducido de alumnos donde se ha profundizado en algunos conceptos e incidido en sus aplicaciones, se ha evaluado la parte teórica de la asignatura y se ha programado un trabajo en grupo; evaluación continuada con novedades como la preevaluación o la coevaluación. Para la fase de implementación, hemos creado un portal multimedia usando moodle que ha permitido realizar, entre otros, foros y tutorías virtuales. Finalmente, la fase de evaluación del proyecto ha sido realizada por los profesores junto con el “Programa para la Calidad Educativa” y las conclusiones han sido plenamente satisfactorias: se ha obtenido una mejora notable tanto en el rendimiento académico como en la satisfacción de los alumnos por la docencia recibida.

## ***1. Introducción.***

La Declaración de Bolonia del año 1999 [1] ha representado un punto de inflexión en nuestro sistema universitario. El principal objetivo de esta declaración (consecuencia de la Declaración de la Sorbona en 1998) fue el de consolidar un área europea de educación superior<sup>2</sup> clave para promocionar la movilidad de los ciudadanos, la capacidad de obtención de ocupación y el desarrollo general del continente. A esta Declaración le siguieron otras como el Comunicado de Praga (2001) o el Comunicado de Berlín (2003), que desembocaron en el Comunicado de Bergen (2005) que definió los estándares para asegurar la calidad [2] y definir el marco de calificaciones [3].

En el momento actual, las universidades españolas se enfrentan al gran reto que supone la adaptación de sus planes de estudio a las exigencias del nuevo Espacio de Educación Superior [4] en cuanto a excelencia docente se refiere. Para ello, las universidades han

---

<sup>1</sup> Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Universitat Pompeu Fabra

<sup>2</sup> Ahora conocido como Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

empezado a experimentar distintos métodos de adaptación de algunas de las asignaturas de sus estudios al nuevo modelo docente centrado en la actividad del estudiante mediante los llamados planes piloto de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. En este documento describimos una propuesta de modelo docente para las asignaturas de Análisis Matemático y Ampliación de Análisis Matemático de primer ciclo de las Ingenierías en Informática y Técnica en Informática de Sistemas. Esta propuesta ha sido experimentada en las citadas ingenierías de la Universitat Pompeu Fabra gracias a la concesión de una ayuda para su realización por parte del Programa para la Calidad Educativa (PQE en adelante) de esta universidad.

El esquema del documento es el siguiente. En la sección 2, mostramos cuál era la situación previa a la experimentación de esta propuesta. En la sección 3 enumeramos los objetivos pretendíamos conseguir con el proyecto de adaptación que hemos realizado. En la sección siguiente describimos las distintas fases de elaboración, implementación y evaluación de este proyecto y constituye la parte más importante del presente documento. En la sección 5 analizamos los resultados obtenidos tanto los resultados relativos a las calificaciones finales como a la satisfacción de los estudiantes o al grado de consecución de los objetivos previstos en cuanto a la adaptación al EEES. Finalmente, la sección 6 está dedicada a resaltar los aspectos más positivos de esta experiencia y a enumerar otros aspectos que, a nuestro entender, son bastante más cuestionables y merecen una reflexión más profunda.

### ***2. Situación previa a la experiencia.***

Las asignaturas de Análisis Matemático (AM) y de Ampliación de Análisis Matemático (AAM) son asignaturas de primer curso que se cursan durante el primer y segundo trimestre respectivamente<sup>3</sup>. Para explicar de forma coherente cuál es la situación previa a la adaptación al EEES, nos tenemos que remontar al curso 2004/2005.

En el curso 2004/2005 ambas asignaturas constaban de 40 horas lectivas divididas en 20 horas de clase magistral (en gran grupo) y 20 horas de prácticas (el gran grupo se dividía por la mitad). La evaluación constaba de un único examen final que contaba un 100% de la nota y que contenía tanto ejercicios prácticos como cuestiones teóricas. Los resultados (detallados en la Sección 5) fueron bastante nefastos: suspendieron un 55% en AM y un 65% en AAM de entre los *presentados* en la primera convocatoria.

En vistas de la debacle, y con el espíritu de hacer una pseudo-evaluación continuada, en el curso 2005/2006 introducimos la posibilidad de hacer unas prácticas de forma voluntaria que contaron un 20% de la nota final para aquellos alumnos que las hicieron. Estas prácticas consistían en la realización en grupo de ejercicios tipo y tuvieron muy buena acogida por parte de los estudiantes. Simplemente con esta medida, conseguimos unos resultados muy prometedores que nos motivaron a llevar a cabo la adaptación al EEES en el presente curso.

Finalmente, hay que comentar el hecho de que, tradicionalmente, las asignaturas de matemáticas son las que resultan más complicadas para los alumnos de primero, no sólo

---

<sup>3</sup> La docencia en la Universitat Pompeu Fabra está organizada en trimestres y no en semestres.

por su complejidad sino por el hecho de que la base matemática con la que, hoy en día, se sale del Bachillerato es bastante deficiente.

### **3. *Objetivos.***

La experiencia en la docencia en las asignaturas de matemáticas recogida a en los sucesivos cursos académicos nos indicaba que tanto la metodología de aprendizaje como los conocimientos básicos en matemáticas de los estudiantes recién incorporados a la universidad se había ido modificando. Necesitábamos por tanto un nuevo enfoque en la metodología docente que a su vez se adaptase al nuevo paradigma propuesto por el EEES. En este sentido los objetivos que nos propusimos fueron múltiples.

- Pretendíamos mejorar substancialmente la formación matemática de nuestros alumnos. Las asignaturas de AM y de AAM se imparten ambas en primer curso y proporcionan la base necesaria para asignaturas posteriores.
- Por otro lado, hace ya tiempo que hemos detectado que uno de los motivos del fracaso en estas asignaturas se debe a la falta de motivación de los estudiantes. Para poder despertar la curiosidad y el interés por las matemáticas, debemos incidir en sus aplicaciones. Es por ello que uno de los principales objetivos era el de enfatizar en las aplicaciones y las repercusiones que las matemáticas tendrán en el futuro de los Ingenieros Informáticos.
- Otro de los objetivos era el de mejorar sustancialmente los recursos docentes y el vehículo de interacción alumno-profesor. Para ello se requería la incorporación de nuevos materiales docentes y la creación de un portal web con funcionalidades interactivas.
- Finalmente, y desde un punto de vista más institucional, el objetivo era el de adaptar todas las asignaturas de matemáticas al EEES de forma conjunta. De esta forma, los contenidos y las competencias de las diferentes asignaturas de matemáticas tendrían continuidad a lo largo de la carrera.

### **4. *Fases del proyecto.***

#### **4.1 Fase previa de elaboración del plan docente de las asignaturas.**

Antes de diseñar el plan docente, pasamos por un proceso de formación sobre el EEES impartido por el PQE. En este proceso de formación asistimos a varios seminarios impartidos por expertos en didáctica de nuestra universidad así como de otras universidades que versaban sobre cuestiones fundamentales para la futura elaboración de nuestro proyecto docente. Cuestiones tales como la elaboración de un plan docente, el sistema de créditos ECTS, competencias, contenidos o distintos modelos de evaluación. Además, se programaron una serie de reuniones de trabajo grupal entre los profesores que participamos en los distintos proyectos de innovación vigentes donde empezamos a familiarizarnos con estos conceptos asistidos por profesores que habían participado previamente en experiencias anteriores similares.

## Adaptación al EEES de las asignaturas de matemáticas en Ingeniería Informática

El primer paso para la elaboración del plan docente fue la identificación de las competencias que queríamos que nuestros alumnos logaran desarrollar en el aprendizaje de estas asignaturas. En primer lugar, identificamos las competencias específicas de las asignaturas basándonos en los programas docentes vigentes y en conversaciones con profesores de asignaturas de cursos superiores. Las competencias generales resultaron ser bastante más difíciles de definir pues aún no disponíamos de unas directrices generales para nuestros estudios; no estaba estipulado qué competencias generales se le exigen a un Ingeniero Informático. Nuestra propuesta según la clásica división entre competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas fue la siguiente:

a) Competencias instrumentales:

- Comprensión y análisis de enunciados matemáticos.
- Identificación de la metodología adecuada para encontrar la solución a un problema.
- Habilidad de expresar ideas y conceptos matemáticos oralmente y por escrito de forma precisa.
- Abstracción.
- Sistematización.

b) Competencias interpersonales:

- Trabajo en equipo.
- Capacidad crítica en la aplicación de conceptos matemáticos.
- Presentaciones en público.

c) Competencias sistémicas:

- Trabajo autónomo en la resolución de problemas.
- Aplicación de los conceptos matemáticos a problemas específicos.
- Deducción de nociones matemáticas.

Una vez identificadas las competencias percibimos que, en el plan docente vigente, había ciertos contenidos que podían pasar a ser accesorios u opcionales mientras que había otros a los que no dedicábamos suficiente tiempo o esfuerzo y que teníamos que potenciar. También advertimos que necesitábamos reestructurar los contenidos de ambas asignaturas para que fueran mejor asimilados por parte del estudiante; algunos conceptos se aprendían demasiado pronto y se olvidaban fácilmente, otros conceptos aparecían dispersados en otros temas... Por todo ello, redistribuimos los contenidos de las asignaturas en tres grandes bloques de aprendizaje progresivo e incorporamos nuevos contenidos (como por ejemplo la aplicación de la integral definida). Otros contenidos pasaron a ser opcionales y se desarrollaron en distintos trabajos por parte de los alumnos. Los bloques de aprendizaje son los siguientes:

Análisis Matemático	Ampliación de Análisis Matemático
<b><u>Conjuntos de números y sucesiones:</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Números naturales, inducción.</li><li>• Números enteros, divisibilidad.</li><li>• Números racionales.</li><li>• Números reales, supremos e ínfimos.</li><li>• Sucesiones.</li><li>• Convergencia.</li></ul>	<b><u>Variable compleja:</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Introducción a los números complejos.</li><li>• Operaciones con números complejos.</li><li>• Funciones de variable compleja.</li><li>• Series de números complejos.</li></ul>

<p><b><u>Cálculo diferencial:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones reales.</li> <li>• Continuidad</li> <li>• Derivación.</li> <li>• Resultados para funciones derivables.</li> <li>• Teorema de Taylor.</li> </ul>	<p><b><u>Análisis de Fourier:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Series de Fourier.</li> <li>• Transformada de Fourier.</li> <li>• Transformada Discreta de Fourier.</li> <li>• Fast Fourier Transform</li> </ul>
<p><b><u>Cálculo integral y series:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de Riemann.</li> <li>• Teorema fundamental del cálculo integral.</li> <li>• Series.</li> <li>• Series de números positivos.</li> <li>• Series alternadas</li> </ul>	<p><b><u>Procesamiento de la señal:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al Procesamiento de la Señal.</li> <li>• Muestreo: Teorema de Shannon.</li> <li>• Introducción a los sistemas lineales: Convolución</li> </ul>

Una vez decididos y estructurados los contenidos de la asignatura, el siguiente paso que realizamos fue definir el modelo de docencia que pretendíamos. Para ello, tuvimos en cuenta dos hechos fundamentales. En primer lugar, estas asignaturas se imparten a alumnos que acaban de llegar a la universidad y, por tanto, un aprendizaje basado exclusivamente en un proceso autónomo queda totalmente descartado pues la gran mayoría de ellos no son capaces de hacerlo o les supone un esfuerzo demasiado desproporcionado y puede conducir a la desesperación o al abandono. El segundo hecho es que el modelo de docencia existente hasta entonces no capacitaba para desarrollar las competencias que pretendíamos evaluar. Además, siguiendo las directrices de la Universitat Pompeu Fabra, el trabajo del alumno en el aula debe representar sólo un 25% del total de las horas dedicadas a la asignatura y éste debe dividirse entre clases de gran grupo (con el total de los alumnos) y seminarios con grupos de alumnos de máximo 16 alumnos. En nuestro caso propusimos reducir las horas de docencia de lección magistral con el total de los alumnos de 20 horas a 16 horas y dividir las 20 horas de prácticas en 12 horas de prácticas con la mitad de los alumnos y 6 horas de seminarios con una cuarta parte de los alumnos. El modelo propuesto ha servido de base para todas las asignaturas de matemáticas de primer curso de ambas ingenierías; es decir, hemos implantado este sistema con las asignaturas de Álgebra y Matemática Discreta I y II. Consideramos que este marco común, sólo en las asignaturas de matemáticas, ha contribuido de forma notable a que los alumnos tengan una visión bastante unificada de todas las matemáticas que aprenden y que no consideren que aquello que aprenden sólo pertenece a una asignatura en concreto. Esta unidad o continuidad entre asignaturas ha sido especialmente remarcada en estas dos asignaturas incidiendo en los conceptos que son necesarios o básicos para los alumnos en el decurso de su aprendizaje a lo largo de su carrera.

En cuanto a la evaluación, uno de los principales problemas del plan docente anterior era que la mayoría de los alumnos no aprendían la parte teórica de la asignatura y se centraban en el estudio de métodos de resolución de los ejercicios propuestos. Este hecho provocaba que los alumnos no desarrollaran las competencias específicas correspondientes a la asignatura, fundamentales en el desarrollo del estudiante, con la consiguiente falta de formación para asignaturas posteriores. Además, esto repercutía en una pérdida casi automática de 1'5 puntos sobre 10 en la nota final. Por todo ello, y debido a que el modelo de evaluación anterior era incapaz de evaluar ciertas

competencias, como por ejemplo las interpersonales, propusimos el siguiente método de evaluación continuada:

- En primer lugar, la teoría no se ha evaluado en el único examen final sino que ha pasado a evaluarse en dos controles de teoría de preguntas tipo test y de desarrollo de conceptos aprendidos en las sesiones de grupo grande y ha representado un 15% de la nota final.
- Tal y como hicimos el curso 2005-2006, hemos programado dos entregas de problemas con ejercicios tipo en grupos de 5 personas como máximo. De esta forma, los alumnos han podido plantearse e intentar resolver sus propias dudas entre los componentes del grupo. Estas entregas han supuesto un 25% de la nota final.
- Introdujimos la realización de un trabajo en grupo de 5 personas a elegir entre una serie de temas propuestos. Estos temas han abarcado contenidos que antes explicábamos en la asignatura, no vinculantes pero aún así interesantes y también ejercicios de programación de aplicaciones de algunos temas de las asignaturas. Entre los ejercicios de programación había algunos que suponían una introducción de algunos conceptos que los alumnos aprenderán en asignaturas posteriores como Análisis Numérico o Procesamiento de la Señal. Los trabajos se debían exponer en grupo en la última sesión de seminarios y su evaluación era conjunta: un 10% de la nota final a criterio del profesor y un 5% a los estudiantes que coevaluaban a sus compañeros.
- Finalmente, mantuvimos el examen final. En este caso, el examen consistía sólo en la realización de problemas. Su peso fue del 45% de la nota final y para aprobar la asignatura se necesitaba una nota en el examen igual a 4 puntos sobre 10.

Cabe decir que, durante la fase de implementación del proyecto docente de la asignatura de Análisis Matemático nos encontramos por una parte con que los alumnos dedicaban más esfuerzo del que presuponíamos a la realización del trabajo. Por otra parte, no existía ninguna solución para aquellos alumnos que, debido a su trabajo, les resultaba difícil realizar el seguimiento de esta evaluación continuada. Así pues, para la asignatura de Ampliación de Análisis Matemática modificamos algunos aspectos de la evaluación. El primer cambio fue introducir dos itinerarios para la evaluación de los alumnos:

*Itinerario A:* Evaluación continuada tal y como la hemos expuesto anteriormente pero aumentando el porcentaje sobre la nota final de la nota del profesor sobre el trabajo grupal del 10% al 15% y disminuyendo el del examen final del 45% al 40%.

*Itinerario B:* Trabajo final con un porcentaje del 20% de la nota final como en el itinerario A y examen final (distinto del examen del Itinerario A) donde se evalúan las competencias restantes y que vale el 80% de la nota final.

Finalmente, la última tarea que hemos realizado en esta fase previa de elaboración ha sido la redacción del proyecto docente de las asignaturas y la asignación del profesorado teniendo en cuenta las restricciones de nuestro departamento.

#### 4.2 Fase de ejecución del proyecto.

Para poder llevar a término de manera eficaz la ejecución del proyecto, pensamos que la forma adecuada de vehicular toda la información que ofreceríamos y la que nos pedirían nuestros alumnos era a través de un portal web interactivo; más si cabe teniendo en cuenta que nos dirigimos a futuros ingenieros informáticos. Hemos creado, por tanto, una página web por cada asignatura mediante el uso del sistema “moodle”, que en los próximos cursos se pretende que sea adoptado por la totalidad del profesorado de nuestra universidad, sirviendo así también como prueba piloto del uso de este sistema. A través del servidor de docencia: <http://marx.upf.es/einfo/moodle> y después de realizar una inscripción a los cursos puede accederse a los portales de las asignaturas. Los datos del uso de esta nueva herramienta por parte de los estudiantes son abrumadores: se han inscrito a los cursos 102 alumnos de un total de 103 y se han visitado más de 32000 páginas. En estas páginas web, los alumnos han tenido a su disposición todo el material de la asignatura, tanto el necesario en documentos pdf como el material complementario también en pdf o en enlaces a recursos on-line procedentes de otras fuentes. Además, los estudiantes han podido consultar cuándo se tenía que realizar cierta actividad, su evaluación en las calificaciones comentadas y, lo que creemos que es más importante: han podido interactuar con su profesor. Se han programado unas sesiones semanales de tutorías virtuales vía chat coincidiendo con la hora de tutorías del profesor para todos aquellos alumnos que no podían desplazarse hasta el despacho del mismo. Otras herramientas que los alumnos y profesores hemos tenido a nuestra disposición en este portal para mejorar la interacción entre unos y otros han sido los foros de noticias y de cuestiones varias así como las consultas personalizadas vía correo que pueden hacerse desde la propia web. Consideramos que el sistema moodle, concebido inicialmente para la docencia de cursos on-line se adecua perfectamente a la filosofía del método Bolonia, complementando y organizando de forma eficaz el trabajo autónomo y en el aula.

En cuanto al día a día del desarrollo de ambas asignaturas cabe destacar algunos hechos:

En primer lugar, con el fin de saber el grado de conocimientos matemáticos de nuestros alumnos tales como conceptos básicos de trigonometría, funciones o derivación entre otros, en la primera sesión de teoría de la asignatura de Análisis Matemático sometimos a nuestros alumnos a un cuestionario tipo test sobre estos conceptos. El resultado del test fue comunicado vía correo electrónico a los alumnos junto con una recomendación personalizada de una serie de páginas web y textos donde poder aprender y reforzar aquellos conceptos que no dominaban y que eran prerrequisitos de estas asignaturas.

La distribución de la docencia fue supeditada a las necesidades de nuestro departamento y si bien en la asignatura de Análisis Matemático el profesor encargado de las sesiones plenarias ha sido el encargado de todas las sesiones de seminario (tal y como creemos que debe enfocarse este nuevo método docente), en la asignatura de Ampliación de Análisis Matemático esto no ha sido posible y los profesores responsables de la asignatura sólo han podido seguir un grupo reducido de seminarios. En las sesiones plenarias, el profesor se ha dedicado a la explicación de los conceptos teóricos y a la resolución de una serie de problemas tipo que el estudiante debe aprender. En las sesiones de prácticas, el profesor ha realizado algún que otro ejemplo y los estudiantes han resuelto los ejercicios que previamente tenían en su poder en papel y en pizarra. Todo lo anterior puede considerarse que cabe dentro del modelo docente tradicional y, por tanto, no vamos a extendernos en ello. Lo que sí que consideramos como innovación han sido las sesiones de seminarios cuyos temas detallamos a continuación:

Análisis Matemático	Ampliación de Análisis Matemático
1. Sucesiones y subsucesiones.	1. Refuerzo de variable compleja.
2. Representación de funciones.	2. Funciones trigonométricas.
3. Control de teoría.	3. Control de teoría.
4. Aplicaciones de la integral definida.	4. Aplicaciones de la teoría de Fourier.
5. Control de teoría.	5. Control de teoría.
6. Exposición del trabajo.	6. Exposición del trabajo.

En estas sesiones hemos realizado distintos tipos de actividades. En primer lugar, hemos evaluado la parte teórica de las asignaturas en controles de 30 minutos de duración. Este hecho de separar la evaluación de la parte teórica de la asignatura del examen de problemas ha provocado que los alumnos no sólo aprueben esta parte sino que hemos conseguido que estudien estos conceptos teóricos y que obtengan las competencias correspondientes preparándolos para asignaturas futuras. Otras sesiones han funcionado como si de una tutoría grupal se tratase; en ellas, los alumnos han planteado problemas que han sido resueltos por sus compañeros o por el profesor referentes a los distintos contenidos de la asignatura. En otras sesiones, los alumnos han aprendido conceptos nuevos que requieren de una mayor concentración y que el sistema de seminario permite impartir. Además, la sesión de aplicaciones de la teoría de Fourier estuvo dedicada a una introducción histórica a la figura de este matemático y a sus aplicaciones tales como resolución de ecuaciones, filtros en procesamiento de imágenes, audio o vídeo o el funcionamiento del mp3 entre otros. Finalmente, la última sesión de ambas asignaturas estuvo dedicada a la exposición por parte de los alumnos del trabajo final. Los trabajos finales es lo que más nos ha sorprendido durante la ejecución de este proyecto pues los alumnos han superado todas nuestras expectativas y han dedicado un esfuerzo, tiempo y entusiasmo bastante mayor del que podíamos pretender en alumnos de primer curso de carrera. La mayoría de los trabajos elegidos por los alumnos han sido de programación de conceptos vistos en el aula aunque también hay grupos que han realizado trabajos de carácter más teórico relacionado con la asignatura. La lista de trabajos elegidos es la siguiente:

Análisis Matemático	Ampliación de Análisis Matemático
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de la secante.</li> <li>• Método de Newton.</li> <li>• Método de regla falsi.</li> <li>• Integración por trapecios.</li> <li>• Integración por el método de Simpson.</li> <li>• Interpolación de Lagrange.</li> <li>• Interpolación de Hermite.</li> <li>• Regresión lineal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DFT/IDFT y convolución.</li> <li>• Fractales.</li> <li>• Muestreo digital y teorema de Shanon</li> <li>• Implementación de las series de Fourier.</li> <li>• Conversión analógico-digital.</li> <li>• FFT.</li> <li>• Transformada de Fourier.</li> <li>• Circuitos eléctricos.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"><li>• La razón áurea.</li><li>• La espiral.</li><li>• Iniciación a la criptografía.</li><li>• Numerabilidad</li></ul>	
---	--

#### 4.3 Fase de evaluación.

Una vez finalizado el periodo de docencia de cada asignatura procedimos a la evaluación del correspondiente plan docente. Esta evaluación ha sido realizada junto con el PQE y está basada en tres aspectos fundamentales. En primer lugar se han evaluado los resultados académicos de los estudiantes comparándolos con los resultados obtenidos en las mismas asignaturas en los dos años académicos anteriores. Esta comparación con los resultados del proyecto docente anterior nos permite una visión evolutiva del efecto de los cambios que hemos introducido. El hecho de limitar la comparación a los dos cursos inmediatamente anteriores se realizó en pro de la mayor objetividad posible pues en este periodo los profesores responsables de las asignaturas hemos sido los propios autores y los resultados de esta comparación no pueden achacarse a un cambio de profesor. En segundo lugar, hemos tenido en cuenta la encuesta de evaluación docente relativa a la asignatura y a su profesorado realizada por los alumnos a propuesta de la universidad (AVALDO) también en comparación con las de los dos últimos cursos académicos por la razón que hemos expuesto anteriormente. Finalmente, el PQE ha realizado otra encuesta de satisfacción a los alumnos, más enfocada a la valoración del proceso de innovación docente y a la consecución de los objetivos del EEES. De esta última encuesta, sólo disponemos de los datos de la asignatura de Análisis Matemático por el momento mientras que los datos de la asignatura de Ampliación de Análisis Matemático están siendo procesados y estudiados. Los resultados de este proceso de evaluación se muestran en el siguiente apartado.

## 5. Resultados.

A continuación vamos a exponer los resultados de este primer año divididos en diferentes secciones. Primero expondremos los resultados académicos en una comparativa con los dos años precedentes a la experimentación. Después presentaremos los resultados de las evaluaciones de los alumnos también comparando con los últimos dos años. Finalmente mostraremos los resultados de una encuesta realizada por el PQE a los alumnos del curso 2006/2007 sobre la nueva estructuración de la asignatura de Análisis Matemático.

### Resultados Académicos

En la Tabla 5.1 observamos la evolución de las calificaciones de los alumnos presentados en *primera convocatoria* durante los últimos tres cursos de la asignatura Análisis Matemático. Notamos una evolución favorable en el número de suspensos que han pasado de representar un 55.8% a un 40.8%. En la Tabla 5.2 se muestran los mismos resultados para la asignatura de Ampliación de Análisis Matemático, donde la

mejora ha sido mucho más espectacular: se ha pasado de un 65% de suspensos a sólo un 27.1%.

<b>Análisis Matemático</b>	<b>2004/2005</b>	<b>2005/2006</b>	<b>2006/2007</b>
Excelente - MH	0 %	0.9 %	<b>1.3 %</b>
Excelente	2.5 %	0.9 %	<b>1.3 %</b>
Notable	9.2 %	18.6 %	<b>15.8 %</b>
Aprobado	32.5 %	34.7%	<b>40.8 %</b>
<b>Suspenseo</b>	<b>55.8 %</b>	<b>44.9%</b>	<b>40.8 %</b>

**Tabla 5.1** Resultados académicos de Análisis Matemático.

<b>Ampliación de Análisis Matemático</b>	<b>2004/2005</b>	<b>2005/2006</b>	<b>2006/2007</b>
Excelente - MH	0 %	1 %	<b>1.8 %</b>
Excelente	0 %	2.1 %	<b>3.4 %</b>
Notable	5.0 %	18.8 %	<b>47.4 %</b>
Aprobado	30.0 %	32.3 %	<b>20.3 %</b>
<b>Suspenseo</b>	<b>65.0 %</b>	<b>45.8 %</b>	<b>27.1 %</b>

**Tabla 5.2** Resultados académicos de Ampliación de Análisis Matemático.

A la luz de estos resultados hay diversos aspectos que hay que comentar:

- Nótese que hay una mejora notable experimentada entre los cursos 2004/2005 y 2005/2006 que fue debida a la implantación de entregas de problemas durante el curso. Dichas entregas contaron un 20% en la nota final y se realizaron en grupos de hasta 5 personas. Con ello, incentivamos a un número mayor de estudiantes a estudiar durante el curso (y no únicamente en el periodo de exámenes), hecho que se vio reflejado en las calificaciones finales.
- Los resultados mostrados en las Tablas 5.1 y 5.2 hacen referencia solamente a los alumnos *presentados en primera convocatoria*. Al final de esta sección analizaremos la tasa de abandono durante estos años.
- El hecho de que los resultados del curso 2006/2007 de la asignatura AAM sean sensiblemente mejores que los de AM pueden ser consecuencia de que ambas asignaturas son consecutivas (primero AM y luego AAM). Como ya se ha comentado en la sección precedente, en vista de cómo se había desarrollado AM, se realizaron pequeños cambios en la planificación de AAM reforzando el peso que tenía el trabajo en grupo (que tan buenos resultados nos ha dado) y disminuyendo a un 40% el peso del examen final. Hay que añadir, además, que los propios alumnos, al estar más familiarizados con el sistema de evaluación continuada, se esforzaron aún más durante el curso.

Respecto a la tasa de abandono de las respectivas asignaturas, en la Tabla 5.3 se muestra el porcentaje de alumnos matriculados no evaluados (sumando los que anularon convocatoria y los que no se presentaron). Hay que decir que la tendencia que se observa en la Tabla 5.3 es común al resto de asignaturas de primero de Ingeniería Informática y gran parte de estos abandonos representan aquellos alumnos que en

primer curso se han dado cuenta de que la Ingeniería Informática no es su verdadera vocación y no se han presentado a ningún examen.

Asignatura	2004/2005	2005/2006	2006/2007
<b>Análisis Matemático</b>	<b>23.0 %</b>	<b>22.3 %</b>	<b>35.5 %</b>
<b>Ampliación de Análisis Matemático</b>	<b>32.2 %</b>	<b>31.9 %</b>	<b>39.1 %</b>

**Tabla 5.3** Tasa de abandono: sumando los que anulan convocatoria y los no presentados.

### **Evaluación del Alumnado: sistema AVALDO**

En la Universidad Pompeu Fabra existe un sistema de evaluación anónimo (AVALDO) que consiste en una encuesta telemática que consta de 7 preguntas y que se realiza en todas las asignaturas. Dicha encuesta la pueden contestar los alumnos durante la última semana de clases y antes de que empiece el periodo de exámenes. Esta encuesta es totalmente anónima y nos sirve de termómetro para conocer la percepción que los estudiantes tienen de la docencia recibida. La mayoría de cuestiones se centran en la evaluación del profesor, pero las que nos interesan son las que hacen referencia a la asignatura (puntuaciones sobre 10):

- 1.- Se hace lo que prevé el programa de la asignatura.
- 2.- El material didáctico es adecuado.
- 3.- La asignatura es interesante.

Asignatura - Curso	Pr.1	Pr.2	Pr.3	Participación
AM - 2004/2005	8.06	7.04	5.24	37.33%
AM - 2005/2006	8.20	6.72	4.93	41.51%
AM - 2006/2007	9.04	7.40	6.17	49.06%
AAM - 2004/2005	8.17	6.50	5.79	36.92%
AAM - 2005/2006	9.1	8.52	7.48	39.68%
AAM - 2006/2007	9.3	8.22	7.04	45.74%
Media Estudio – 2006/2007	7.85	6.58	6.57	

**Tabla 5.4** Resultados de la encuesta AVALDO durante los tres últimos años.

Los resultados de la Tabla 5.4 muestran una creciente evaluación positiva de ambas asignaturas, pese al hecho de que en el curso 2006/2007 la carga de trabajo para los alumnos fue muy superior a la de años anteriores. El resultado de la Pregunta 1 confirma el hecho de que la implementación del Plan Docente se ha llevado a cabo exactamente según la planificación previa de la asignatura con unos resultados muy por encima de la media. Los resultados de la Pregunta 2 confirman la gran aceptación que ha tenido el sistema moodle entre los alumnos, quienes se han visto mucho más arropados y han podido tener acceso a una gran cantidad de material docente. Finalmente, también se observa una clara mejoría respecto al curso 2004/2005 en cuanto a la percepción de las asignaturas como “materia interesante”. Claramente, ésta última pregunta refleja el gran problema de las asignaturas de matemáticas en carreras como la Ingeniería Informática: la falta de motivación.

### **Evaluación del Alumnado: PQE**

El Programa para la Calidad Educativa (PQE) de la Universitat Pompeu Fabra ha realizado, después de la implementación del nuevo Plan Docente, un exhaustivo estudio de los resultados. Dentro de este estudio, además de los resultados académicos y del AVALDO presentados anteriormente, también han realizado una encuesta específica para valorar los aspectos innovadores de esta adaptación al EEES. A continuación presentamos solamente los resultados de la asignatura Análisis Matemático ya que los de la asignatura Ampliación de Análisis Matemático aún están siendo procesados.

Aspectos valorados por los estudiantes:

- **La utilidad del Plan Docente** como herramienta de orientación y de planificación: 7.79<sup>4</sup>.
- **Evaluación continuada**, como mecanismo que les debe permitir feedback del proceso de aprendizaje a lo largo del curso y reconducir su actividad en caso necesario: 7.
- **La utilidad de los materiales, recursos e indicadores recibidos** para realizar las actividades de manera autónoma fuera del aula: 6.5.
- **Los seminarios**. Este es un aspecto clave del nuevo enfoque metodológico ya que promueve una nueva organización de las sesiones que permite una mayor participación del alumnado, con actividades más allá de la simple exposición y toma de apuntes. En este sentido, la valoración de los estudiantes es de 6.86. Cuando se les pregunta sobre si los seminarios les han permitido participar con el profesor y el resto de compañeros, la valoración es de 7.57. Las actividades que más realizan en este marco son: ejercicios prácticos y trabajo en grupo. La que menos, presentaciones orales y trabajos sobre lecturas.
- **Las clases prácticas** como espacio para aplicar conocimientos: 6.64.
- **Las sesiones de gran grupo** para aprender los fundamentos de la asignatura: 6.71.
- **¿Qué sucede con el estudio fuera del aula?** Respecto aquellas actividades que más realizan fuera del aula son la realización de ejercicios prácticos y trabajos en grupo. Las que menos son: lectura de textos y pasar apuntes a limpio.
- De media en la asignatura, el **tiempo** que se ha **dedicado al estudio semanal fuera del aula** es de **4.26 horas**. Hay que tomar este dato con cautela ya que para muchos estudiantes, por lo que se desprende de sus comentarios, no consideran que la realización de ejercicios sea “estudiar” sino estudiar lo asocian únicamente al acto de “memorizar”.
- **Coordinación** entre las sesiones de gran grupo, las de prácticas y las de seminarios: 6.57.

Finalmente, desde el PQE nos hicieron 2 observaciones:

- “**Los datos obtenidos son positivos** tanto por el rendimiento académico como por la satisfacción de los estudiantes. Los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje han sido bastante bien valorados por los estudiantes, especialmente el Plan Docente, la evaluación continuada y las sesiones de seminario.”
- “Hay que prestar **atención a las actividades que se hacen con más y menos frecuencia en el seminario y fuera del aula**, ya que en función de esto, se trabajan

---

<sup>4</sup> Las puntuaciones, como en el caso de la evaluación AVALDO, son sobre 10.

más unas competencias u otras. En este sentido, hay que analizar los resultados en referencia a las competencias establecidas en la asignatura.”

## ***6. Conclusiones y trabajo futuro.***

Para concluir queremos remarcar que esta experiencia docente ha resultado ser altamente satisfactoria en todos los aspectos. Nos ha permitido en primer lugar tener una comprensión, estructuración y planificación muy elevada de las asignaturas y de las competencias que los alumnos deben aprender y desarrollar en ellas. Además, ha mejorado considerablemente la motivación de los estudiantes, su esfuerzo y sus resultados respecto de estas asignaturas y respecto de las asignaturas de matemáticas en general; entre otros, por poder ver y desarrollar aplicaciones directas de las mismas. Finalmente pero no menos importante, nos ha permitido al conjunto de profesores de las asignaturas de matemáticas disponer de un marco común que funciona bastante bien y que estamos implementando o implementaremos en el futuro en las distintas asignaturas.

De cara al curso 2007/2008 vamos a seguir trabajando en la misma dirección intentando mejorar algunos aspectos de esta experiencia. Entre otros aspectos que queremos tratar está el incremento de la interactividad del portal web de las asignaturas. Pensamos desarrollar un sistema que permita integrar expresiones matemáticas tanto en los chats como en los foros, sin el requerimiento de aprender LaTeX por parte de los alumnos, para que la comunicación entre los profesores y los alumnos pueda ser fluida. Además, pensamos rescribir los apuntes de teoría de todas las asignaturas de matemáticas en el formato más adecuado para la web, el formato wiki (con aportaciones de los propios alumnos). Con respecto a la evaluación, hay que ajustar los pesos correspondientes a cada parte y definir un único modelo para todas las asignaturas del área.

Finalmente, desde nuestra experiencia y visión particular, vamos a enunciar algunos aspectos respecto del proceso de convergencia europea hacia el EEES que creemos que hay que tener en cuenta para la elaboración de los futuros planes de estudio.

El aspecto más controvertido para nosotros de este método de evaluación más o menos continuada es la segunda convocatoria. Consideramos que en este modelo de evaluación, una segunda convocatoria en septiembre no tiene mucho sentido y no sabemos muy bien como intentar resolver este tema. ¿Cómo evaluar una serie de competencias determinadas sólo con un examen final que los alumnos tienen derecho a exigir? Pensamos que debería haber unas directrices comunes de Escuela, de universidad o incluso a nivel global.

Otro inconveniente de este proceso es que es bastante o incluso demasiado flexible. Después de comparar nuestra experiencia con las de otros colegas en este proceso de convergencia nos hemos dado cuenta que cada responsable de asignatura de cada titulación de cada universidad está experimentando y desarrollando soluciones diferentes y, a veces incluso, contradictorias entre sí. Queda claro que ahora es el momento de estos experimentos pero tememos que el éxito de este cambio educativo quede supeditado a la voluntad y esfuerzo de cada profesor en particular. Además, creemos que el esfuerzo que requiere el éxito de este nuevo modelo docente es muy elevado y que muchos profesores dudarán si merece la pena realizarlo.

La futura elaboración de los planes de estudio y su implementación presenta una dificultad de coordinación muy superior a la de los planes de estudio actuales. Por

ejemplo, los docentes de asignaturas simultáneas y de áreas diferentes deben de coordinarse para impedir que los alumnos sufran una sobrecarga de trabajo en determinadas semanas y conseguir una mayor homogeneidad del trabajo durante todo el curso.

Los buenos resultados de este proyecto se deben entre otros, y de forma indudable, a la voluntad y dedicación de los alumnos, que se presupone en los fundamentos del método Bolonia. Nosotros pensamos que esta presunción es falsa pues en demasiadas ocasiones la realidad es radicalmente distinta. Creemos que la comunidad de profesores deberíamos hacer una reflexión más profunda antes de desarrollar métodos docentes aplicables sólo a alumnos ideales.

En cuanto a las fases de implementación del cambio docente, queremos hacer notar que otro de los motivos del buen funcionamiento de esta experiencia es el hecho de que nuestros alumnos han sido alumnos de primer curso, que presentan unos hábitos de estudio bastante moldeables. Consideramos que será bastante más difícil requerir un cambio en la forma de trabajar en los alumnos de cursos posteriores. Esta hipótesis viene avalada por experiencias similares en asignaturas de cursos más avanzados. Por tanto, pensamos que el cambio no debe darse de forma gradual primero en algunas asignaturas sino que debe producirse en todas las asignaturas de primer curso para implantarlo posteriormente en cursos sucesivos.

### **Agradecimientos:**

Los autores agradecen el apoyo del Programa per la Qualitat Educativa de la Universitat Pompeu Fabra y, en especial, de Carme Hernández. Los autores también agradecen a Coloma Ballester, Directora de los Estudios de Informática, su inestimable contribución en el diseño e implementación del plan docente de Análisis Matemático. Finalmente también agradecen al PQE por la financiación a través del “Ajut ECTS Mètode Bolonya Informàtica”.

### **Referencias:**

- [1] La declaración se puede encontrar, entre otros lugares, en [http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main\\_doc/990719BOLOGNA\\_DECLARATION.PDF](http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/990719BOLOGNA_DECLARATION.PDF)
- [2] ENQA report: Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area. *European Association for Quality Assurance in Higher Education*.
- [3] A Framework for Qualifications of the European Higher Education. *Area Bologna Working Group on Qualifications Frameworks. Published by: Ministry of Science, Technology and Innovation Bredgade 43 DK-1260 Copenhagen K.*
- [4] En el marco legal español véanse los siguientes Reales Decretos: [Real Decreto 1044/2003](#) relacionado con el Suplemento Europeo al título; [Real Decreto 1125/2003](#) relacionado con el sistema ECTS y las calificaciones universitarias; [Real Decreto 55/2005](#), modificado por el [Real Decreto 1509/2005](#) sobre los grados y la estructura de las enseñanzas universitarias; [Real Decreto 56/2005](#) modificado por los dos [Real Decreto 1509/2005](#) y [Real Decreto 189/2007](#) sobre los másters.