

METODOLOGÍA PARA UNA EVALUACIÓN CONTINUA DE CONTENIDOS Y COMPETENCIAS EN MATEMÁTICAS

Sixto Sánchez Merino, Inmaculada Fortes Ruiz
Dpto. Matemática Aplicada - Universidad de Málaga
{sixto,ifortes}@uma.es

Resumen

En este trabajo se detalla la experiencia realizada durante el curso 2007/2008 en una asignatura del área de Matemática Aplicada en la E. T. S. de Ingeniería Informática de la Universidad de Málaga, en el marco de las experiencias piloto de implantación de los créditos ECTS en los planes de estudio vigentes. Está motivado por los resultados negativos de los informes sobre la formación matemática de los alumnos y la necesidad de incluir determinadas competencias en las programaciones docentes y desarrollar metodologías basadas en el aprendizaje autónomo. La clave de la experiencia es la implantación de una metodología de evaluación continua, tanto de los contenidos como de las competencias. Para ello ha sido necesario introducir importantes cambios en la programación docente que afectan a la estructura de los contenidos, el desarrollo tradicional de las clases magistrales y de problemas, y la adaptación del material docente y de los recursos didácticos. Los contenidos se introducen de manera progresiva, los procedimientos aparecen de manera cíclica graduando el nivel de dificultad y las técnicas docentes propician el desarrollo de destrezas y la adquisición de competencias tanto específicas como transversales. Las pruebas de evaluación se convierten en instrumentos para la formación y la auto-evaluación del aprendizaje, y el sistema de puntuación incremental potencia la evaluación continua y la integración de todos los alumnos en el propio sistema hasta el final del curso. El trabajo incluye la valoración positiva que hacen tanto los profesores como los alumnos sobre la propia experiencia, y se analiza la actitud de estos últimos y su decisiva incidencia en los resultados académicos finales.

Palabra clave: Innovación, Educación, Competencias, Aprendizaje, Metodología, Evaluación, Matemáticas.

Introducción

En los últimos cuatro cursos académicos, la E. T. S. de Ingeniería Informática de la Universidad de Málaga ha ido implantado progresivamente una experiencia piloto para impartir la docencia de todas las asignaturas con los criterios metodológicos y de evaluación que se promueven en el sistema de créditos europeo, manteniendo los contenidos descritos en la programación docente.

Entre los aspectos más importantes de esta experiencia piloto, destacamos la preocupación por la formación del profesorado a través de seminarios de innovación docente cuyo objetivo es promover la discusión y reflexión entre los profesores que participan en la experiencia. También se ha puesto un especial interés en la coordinación de las distintas experiencias metodológicas que se realizan en cada asignatura y, para ello, se han creado grupos de trabajo formados por los profesores que imparten docencia a un mismo grupo de

alumnos. Los coordinadores de estos grupos de trabajo forman la comisión de seguimiento y evaluación de la experiencia que propone las normas y recomendaciones para la elaboración de guías docentes, como fruto de la experiencia adquirida y de los resultados obtenidos.

En el Congreso Internacional de Matemáticas en la Ingeniería y la Arquitectura celebrado en Madrid en junio del pasado año 2007 se plantearon dos problemas importantes que era necesario abordar de manera inmediata: (1) el insuficiente nivel básico de Matemáticas de los alumnos que acceden a la Universidad; y (2) la necesidad de incluir en la programación docente algunas capacidades y competencias que debe adquirir un ingeniero como parte de su formación. Nuestro trabajo se centra en la búsqueda de soluciones a estos problemas a través de la experiencia realizada en una asignatura de la titulación de Ingeniería Informática. En primer lugar describimos el panorama actual de la enseñanza de las Matemáticas en las titulaciones de Ingeniería muy marcado por el insuficiente nivel de conocimientos básicos de los alumnos que ingresan en estos estudios. En segundo lugar se describen los cambios introducidos en la asignatura y que afectan a los contenidos, la metodología y la evaluación. En tercer lugar, se hace balance de la experiencia, presentando los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas.

1. Las Matemáticas en los estudios universitarios de Ingeniería

En cualquier Ingeniería, las Matemáticas juegan un papel importante avalado por el elevado número de asignaturas que directamente participan en los planes de estudios tanto en asignaturas troncales u obligatorias de los primeros cursos (Cálculo, Álgebra, Matemática Discreta, Estadística, etc.) como en asignaturas obligatorias, optativas o de libre configuración de los últimos cursos (Métodos numéricos, Investigación operativa, Lógica computacional, Geometría, etc.).

La instrumentalidad de las Matemáticas es razón suficiente para el estudio de algunas de sus especialidades. Sin embargo, la importancia de las Matemáticas radica en la decisiva incidencia en el desarrollo de capacidades y adquisición de competencias, tanto instrumentales como sistémicas e interpersonales. Estas características encajan perfectamente en el diseño de los nuevos títulos de grado previstos en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Sin embargo, los cambios necesarios en cuanto a metodología y evaluación requieren un cuidado estudio de viabilidad.

1.1. Peculiaridades de las asignaturas de Matemáticas

En primer lugar, la mayoría de las asignaturas de Matemáticas en las titulaciones de ingeniería son de carácter troncal y se imparten en el primer curso. En este contexto nos encontramos con grupos de alumnos muy numerosos y esto afecta sustancialmente al proceso de enseñanza. Se hace más difícil la atención personalizada o el desarrollo de una evaluación continua pues la realización de cualquier actividad representa un notable incremento de trabajo para el profesor.

Por otro lado, en este primer curso de la asignatura, los alumnos acaban de incorporarse a un nivel educativo superior que difiere notablemente de los anteriores en todos los aspectos: la ubicación del centro, la organización docente, las aulas, los compañeros, la relación profesor-alumno, la institución, etc. Por supuesto, para los alumnos extranjeros (cada vez más, en la Universidad de Málaga) este problemática es mayor pues hay que sumar el

cambio de idioma y de ambiente social. El alumno, con una media de 18 años, se encuentra ante una situación nueva a la que hay que adaptarse rápidamente pues el carácter cuatrimestral de las asignaturas no deja tiempo a corregir equívocos. Se trata de una adaptación física y psicológica que repercute en el proceso de aprendizaje.

En segundo lugar, destacamos otro aspecto psicológico, no menos importante, que condiciona la marcha normal de estas asignaturas: *los prejuicios*. Las asignaturas de Matemáticas, a todos los niveles educativos presentan una imagen de asignaturas difíciles, abstractas y poco útiles. Por ejemplo, muchos alumnos que acceden a las distintas titulaciones de Ingeniería Informática vienen con la falsa impresión de que la carrera es un cúmulo de asignaturas de programación (“todo el día con el ordenador”).

Sin embargo, como en el resto de las ingenierías los alumnos se encuentran en el primer curso con asignaturas de Física y Matemáticas. Estas asignaturas, con fama de difíciles y con un elevado número de repetidores que alientan esta fama, son cursadas por los alumnos con un cierto recelo. A veces, el profesor no tiene ocasión de motivar a los alumnos e interesarlos por la asignatura, pues empiezan a faltar a clase desde el primer día.

En tercer lugar, y como aspecto más determinante (que analizamos en los siguientes capítulos) destacamos la necesidad de disponer de conocimientos previos. En las asignaturas de Matemáticas la mayor parte de los conceptos nuevos se sustentan en los conocimientos adquiridos o utilizan técnicas básicas aprendidas en cursos anteriores. Además, las destrezas de cálculo no se adquieren de la noche a la mañana y sin embargo son imprescindibles.

Por lo tanto, para cursar con normalidad una asignatura de Matemáticas de un nivel universitario es imprescindible disponer de conocimientos y capacidades básicas de Matemáticas. Aunque el profesor juega un papel importante en la determinación de estrategias docentes que palien las deficiencias de los alumnos en temas concretos, y éstos tengan que poner de su parte un esfuerzo añadido, si el salto es muy grande resulta imposible salvar este obstáculo y el fracaso se hace patente desde el principio.

1.2. Nivel básico de conocimientos de los alumnos

El nivel de conocimientos básicos se ha convertido en uno de las causas más importantes que inciden en la tasa de abandono, rendimiento y éxito de los estudiantes. La integración de los conceptos básicos de matemáticas en las asignaturas de primer curso tiene como objetivo intervenir en el proceso de adaptación de los alumnos en este primer curso de estudios universitarios.

A continuación, se presenta un informe relativo a los conocimientos básicos de Matemáticas de los alumnos que acceden a los estudios universitarios de Ingeniería a partir de los resultados de cuatro pruebas realizadas en distintas instancias: el informe Pisa a nivel internacional (Europa), las pruebas de diagnóstico a nivel autonómico (Andalucía), los exámenes de selectividad (Universidad de Málaga) y las pruebas preliminares de conocimientos básicos realizadas en los últimos cursos en la E. T. S. Ingeniería Informática.

La enseñanza de las Matemáticas en los niveles preuniversitarios

La enseñanza de las Matemáticas en la Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato ha cambiado mucho en los últimos años consecuencia de las sucesivas reformas educativas.

Las metodologías basadas en la enseñanza de contenidos han sido sustituidas por procesos de enseñanza-aprendizaje que contemplan tanto los conceptos como los procedimientos y las actitudes. Sin embargo, la enseñanza de las Matemáticas en los estudios universitarios sigue bastante sometida a los métodos tradicionales basados principalmente en la adquisición de conocimientos a través de los contenidos. La distancia que existe entre estos dos escenarios tan distintos, supone para los alumnos un salto cada vez más insalvable que provoca el desinterés, el abandono y, en consecuencia, el fracaso.

Por otro lado, durante la formación matemática preuniversitarias los estudiantes deben recibir una formación básica, y desarrollar unas destrezas elementales que supondrán la base sobre la que fundamentar futuros estudios. Esto conduce a que los programas estén considerablemente sobrecargados, y el profesor de instituto se vea fuertemente condicionado por la necesidad de cubrir los temarios, sin tiempo para dar una visión global e integradora de la asignatura. Además, los estudiantes carecen del dominio del lenguaje y formalismo matemático que les permita entender y valorar las aplicaciones más avanzadas. Por este motivo, los alumnos perciben equivocadamente las Matemáticas como una serie de conocimientos inconexos entre sí, y con escasas aplicaciones inmediatas en la vida real.

El objetivo de las últimas reformas en las enseñanzas medias fue pasar de la enseñanza exclusiva de contenidos al aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes”. Sin embargo, la realidad ha puesto de manifiesto que se han ido sacrificando contenidos sin conseguir en los alumnos las deseadas capacidades matemáticas.

El informe Pisa 2003 (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos) que promueve la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) puso de manifiesto que los alumnos españoles de 15 años se encuentran entre los que peor resultado obtienen de los 29 países analizados con un 23% y un 21% de estudiantes incapaces de alcanzar el nivel básico en matemáticas y lectura, respectivamente. En el informe Pisa 2006, publicado el presente año, se han vuelto a confirmar estos pésimos datos en lengua (lectura) y matemáticas.

Resultados análogos se han obtenido en las pruebas de diagnóstico puestas en marcha en los dos últimos cursos académicos por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía en todos los centros docentes andaluces sostenidos con fondos públicos. Las pruebas de evaluación en matemáticas y comprensión lingüística a casi 200.000 escolares de 5º de Primaria y de 3º de ESO ponen de manifiesto que es necesario mejorar la comprensión oral y aumentar las competencias comunicativas y escritas de los alumnos. Asimismo, en matemáticas, es necesario trabajar más los contenidos matemáticos en situaciones cotidianas, así como la resolución de problemas.

También disponemos de los resultados globales de las pruebas de selectividad realizadas en la Universidad de Málaga en las últimas convocatorias (Convoc.). En la siguiente tabla se muestran los porcentaje de alumnos que han superado satisfactoriamente la prueba (Aptos), el porcentaje de alumnos (Ap.Mat) que han superado la prueba de Matemáticas II (correspondiente al itinerario natural de bachillerato para los alumnos que van a cursar cualquier Ingeniería Informática) y la nota media (NoMat) de este examen, pues la condición de apto se alcanza con la obtención de un 4 sobre 10. A la vista de estos resultados podemos concluir que en torno al 50% aproximadamente en junio y el 20% en septiembre de los alumnos que aprueban la selectividad no superan la prueba de Matemáticas.

Convoc.	Aptos	Ap.Mat	NoMat
Jun 2006	93.03%	50.96%	5.07
Sep 2005	59.27%	19.35%	3.14
Jun 2005	86.53%	56.36%	5.50
Sep 2004	52.37%	17.23%	2.87
Jun 2004	85.27%	61.73%	5.65
Sep 2003	51.03%	16.71%	2.89
Jun 2003	78.93%	41.59%	4.38

Tabla 1: Resultados de selectividad

Por ultimo, queremos apuntar las Encuentros con profesores de secundaria y Bachillerato en los que hemos constatado la diferencia entre los programas oficiales de las asignaturas de Matemáticas y los programas reales que se imparten. Por motivos de tiempo o recomendaciones de los coordinadores de selectividad, entre otras razones, se eliminan o simplifican notablemente los contenidos de las asignaturas de Matemáticas para incidir únicamente en las cuestiones que surgen en los exámenes de selectividad.

En resumen, destacamos que todos los informes basados en las pruebas realizadas apuntan a que nuestros alumnos no entienden bien lo que leen y tienen serios problemas con los cálculos matemáticos.

Las prueba de nivel

En 9 de los últimos 13 cursos académicos hemos realizado una prueba preliminar de conocimientos matemáticos a los alumnos del primer curso. Esta prueba se realiza el primer día de clase, sin previo aviso, es voluntaria, anónima y sin repercusión alguna en la nota de la asignatura. El objetivo es determinar el nivel de conocimientos básicos de matemáticas. Los ejercicios de la prueba se corrigen en clase para hacer hincapié en los contenidos que los alumnos deben preparar de cara al comienzo de la asignatura y se ofrecen las horas de tutoría como soporte a esta formación previa.

Esta prueba de nivel permite al profesor establecer los mecanismos necesarios (actividades auto-contenidas, repaso de conceptos al principio de los temas, identificación de las técnicas aprendidas para su aplicación en nuevos procedimientos, etc.) para que el comienzo del curso, incluso de cada tema, no supongan a los alumnos un salto insalvable entre sus conocimientos y los nuevos contenidos matemáticos que se introducen en la asignatura. En algunas ocasiones, cuando año tras año se detectan deficiencias importantes en algún tema concreto, se corrigen los programas de las asignaturas para incluir los contenidos necesarios. Como veremos, esta ha sido una de las actuaciones realizadas en la experiencia que se muestra.

Los ejercicios que se proponen en las pruebas corresponden a los contenidos más básicos de Matemáticas de los niveles de ESO y Bachillerato. Los ejercicios relativos a estos contenidos han ido cambiando en función a los resultados que se obtenían año tras año. Por ejemplo, los ejercicios relativos al desarrollo de un binomio de Newton, ecuaciones irracionales, determinantes de orden 4, integrales no polinómicas, descomposición en fracciones simples o ecuación de la circunferencia han desaparecido al comprobar que el porcentaje de alumnos que realizaba correctamente esta cuestión era inferior al 5%; y esto, ha pesar de formar parte de los contenidos que el alumno debe conocer.

Otros tipos de ejercicios, sin desaparecer, han ido simplificándose o sustituyéndose por otros más sencillos. Por ejemplo, la pregunta relativa a la determinación del centro y radio de una circunferencia a partir de su ecuación (expresión análítica), ha sido sustituida por otra donde sólo es necesario conocer la fórmula del perímetro y el área del círculo (fórmulas de geometría elemental). De preguntar las integrales por partes hemos pasado a preguntar sólo las inmediatas de tipo polinómico. De los distintos tipos de límites que se proponían en las primeras pruebas, ahora sólo se plantean aquellos que se resuelven aplicando la regla de L'Hôpital.

Parece evidente que estos cambios en el tipo de ejercicios propuestos en las pruebas de nivel son una consecuencia inmediata de la evolución de la enseñanza preuniversitaria y de los aspectos relativos a conocimientos y capacidades que se han comentado en el apartado anterior. En la siguiente tabla se muestran los resultados (nota media sobre 10) obtenidos por los alumnos en las distintas pruebas realizadas en los últimos cuatro cursos académicos en la E. T. S. de Ingeniería Informática.

<u>Curso</u>	<u>Alumnos</u>	<u>N. Media</u>
2004 / 2005	134	3.10
2005 / 2006	345	3.00
2006 / 2007	263	3.05
2007 / 2008	164	3.50

Tabla 2: Resultados de la prueba inicial

Hay que tener en cuenta dos aspectos importantes de estas pruebas. Por un lado el nivel de conocimientos y capacidades matemáticas que se requiere está muy por debajo de los mínimos que se exigen en los programas de bachillerato y, por supuesto, en los exámenes de selectividad. Por otro lado, las pruebas han evolucionado simplificando los tipos de ejercicios propuestos y eliminando las cuestiones con peores resultados en ediciones anteriores. A pesar de todo ello, el resultado total obtenido por los 906 alumnos de informática evaluados en los últimos 4 años ha sido 3.12 sobre 10.

2. Descripción de la experiencia

En esta sección describimos la experiencia realizada en la asignatura “Cálculo para la Computación” de la titulación de Ingeniería Informática en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Málaga durante el curso académico 2007/2008. Presentamos los cambios que hemos abordado tanto en la consideración de los créditos ECTS, como en los contenidos y la inclusión de competencias, metodología y técnicas de evaluación. Describimos minuciosamente los cambios realizados en la programación docente haciendo hincapié en la motivación de los mismos.

2.1. Objetivos

La experiencia que se describe en este trabajo se desarrolla en una asignatura de Matemáticas de la titulación de Ingeniería Informática. Se trata de un ejemplo fácilmente aplicable al resto de asignaturas del área de Matemática Aplicada en las titulaciones de

Ingeniería y generalizable, en su fundamento, a cualquier otra asignatura, área y titulación universitaria.

Los profesores de esta asignatura han desarrollado muchas experiencias metodológicas en los últimos años pero nunca tan completas como la que se muestra en este trabajo pues los objetivos han sido bastante ambiciosos:

- Integración de los conceptos básicos de matemáticas en las asignaturas de primer curso junto a sus contenidos específicos.
- Incorporación de determinadas competencias y capacidades en temas concretos de las asignaturas del área de Matemática Aplicada.
- Adaptación de los mecanismos de evaluación de manera que permitan identificar el grado de adquisición de capacidades y competencias, además de los tradicionales contenidos.
- Rediseño del programa (contenidos, apuntes y relaciones de problemas) de la asignatura y utilización de una nueva metodología basada en el aprendizaje.

2.2. Cambios en la programación docente: Créditos ECTS.

La asignatura Cálculo para la Computación de Ingeniería Informática es anual de primer curso y tiene asignados 10'5 créditos (6 teóricos y 4'5 prácticos) repartidos en 6 créditos (3T+3P) en el primer cuatrimestre y 4'5 créditos (3T+1,5P) en el segundo cuatrimestre, lo que suponen 4 y 3 horas de clase a la semana respectivamente en cada cuatrimestre.

Sin embargo, la guía docente del alumno está adaptada a la nueva consideración de créditos ECTS que especifica el número de horas de dedicación del alumno. A continuación presentamos unas tablas que detallan este reparto de horas considerando los créditos teóricos (cT) y prácticos (cP), las horas presenciales (P) y no presenciales (NP), así como la equivalencia entre los dos tipos de créditos: clásicos (LRU) y nuevos (ECTS).

Créditos L.R.U.	10.5 créditos	= 6.0 cT + 4.5 cP	
		= 105 h. profesor (P).	
Créditos ECTS	08.4 créditos	= 4.8 Teóricos + 3.6 Prácticos	
		= 252 h. alumno = 105 h. (P) + 147 h (NP).	

1 crédito ECTS (30 h. del alumno) = 0.80 x 1 crédito LRU (10 h. del profesor)			

Clases Teóricas:		22+17 h. (P)	
Clases Prácticas:		17+12 h. (P)	
Exposiciones y seminarios:		02+00 h. (P)	
Tutorías Especializadas:			
A. Colectivas:		05+04 h. (P)	
B. Individuales:		01+01 h. (P)	+ 02+02 h. (NP)
Realización de Actividades Académicamente Dirigidas:			
A. Con presencia del profesor:		08+06 h. (P)	
B. Sin presencia del profesor:			04+03 h. (NP)
Otro Trabajo Personal Autónomo:			
A. Horas de estudio:			78+54 h. (NP)
B. Preparación de trabajo personal:			
C. Otro trabajo personal autónomo:			
Realización de exámenes:			

A. Examen escrito:	05+05 h. (P)
B. Exámenes orales:	
TOTALES:	----- 60+45=105 h. (P) + 84+63=147 h. (NP)

Tabla 3: Distribución de horas de trabajo del profesor y del alumno

Obsérvese el escrupuloso respeto a la premisa de la “implantación del sistema de créditos europeos (ECTS) en los planes de estudios vigentes” manteniendo el mismo número de horas de clases presenciales del profesor y del alumno, es decir, los 10’5 créditos LRU de la asignatura siguen suponiendo 105 horas presenciales del profesor y del alumno en la distribución de horas de trabajo programadas con los créditos ECTS.

Para simplificar todos estos datos al alumno y que recordara una regla simple de estimación del número aproximado de horas de dedicación de su trabajo a esta asignatura se le propuso: “dedicar 8 horas semanales durante el primer cuatrimestre y 6 horas semanales durante el segundo cuatrimestre” lo que significa que en el primer cuatrimestre con 4 horas de clase a la semana han de dedicar otras 4 de trabajo personal y, durante el segundo cuatrimestre con 3 horas de clase a la semana hay que dedicar otras 3 horas a la semana de trabajo personal.

2.3. Cambios en la programación docente: Contenidos.

En todas las titulaciones de ingeniería hay una asignatura dedicada al cálculo diferencial e integral. En función de la especialidad y de los créditos asignados se considera el estudio de los campos escalares, las series numéricas y funcionales y los números complejos y las ecuaciones diferenciales.

En los distintos cursos académicos previos, se han realizado multitud de cambios que afectaban a la distribución de los temas. A veces, el cambio afectaba simplemente al orden de los temas, por ejemplo, el primer tema dedicado a los números complejos se impartía hace años como tema final del curso a modo de anexo. En otras ocasiones, los cambios suponían el tratamiento conjunto o separado de las funciones reales y los campos escalares. Por ejemplo, en unos cursos se realizaba primero el estudio completo de las funciones reales, y después se repetía el mismo estudio con campos escalares; y, en otro cursos, se realizaba el estudio de estas funciones de manera paralela.

Hay que señalar que, de todas las posibles asignaturas del área de Matemática Aplicada, ésta es la que tiene una más marcada continuidad en los conocimientos adquiridos por el alumno en las enseñanzas preuniversitarias. Por esta razón, una de las consideraciones más importantes que afectan a los contenidos de la asignatura es la determinación de la frontera entre los conocimientos que el alumno debe saber y los nuevos que aprenderá.

Está claro que al principio de cada tema es necesario conocer el punto de partida de los alumnos en cuanto a sus conocimientos relativos a la materia que se va a estudiar. Sin embargo, es necesario establecer un punto de partida mínimo que permita alcanzar los objetivos de aprendizaje del tema en el tiempo previsto. Ante la falta de un curso cero de nivelación, en cursos académicos anteriores se han ofertado seminarios de carácter voluntario al comienzo del curso y durante el resto del curso, a petición de los propios alumnos.

En este sentido, la primera actuación ha consistido en determinar los conceptos y métodos básicos de cálculo matemático que posteriormente se han integrado en el programa de la asignatura junto a los contenidos específicos de la misma. Con este planteamiento se ha incorporado en el primer tema una lección dedicada a los conocimientos preliminares básicos donde se han detectado mayores deficiencias en las distintas pruebas presentadas en el apartado anterior, relativas a los conocimientos básicos de matemáticas de los alumnos que acceden a los estudios universitarios.

En esta reestructuración de los contenidos del programa se ha realizado la segunda actuación de esta experiencia para organizar los temas de manera que los conceptos y los procedimientos aparezcan gradualmente y las técnicas de cálculo se repitan a lo largo del curso en la resolución de los problemas de los distintos bloques temáticos. De esta manera se realiza un repaso continuo de los contenidos del temario, evitando la parcelación de la materia. Para ello, ha sido necesario acotar los problemas de las relaciones, reduciendo los casos posibles pero sin renunciar al contenido íntegro del programa que constituyen el temario.

2.4. Cambios en la programación docente: Competencias.

Tal y como se propuso en el último Congreso Internacional de Matemáticas en la Ingeniería y la Arquitectura y se exigirá en los nuevos títulos de grado, junto a los contenidos hay que considerar determinadas competencias.

La importancia de las Matemáticas en la formación integral de cualquier estudiante, puesta de manifiesto en el primer epígrafe de este trabajo, está justificada por las numerosas competencias, tanto transversales como específicas que permiten desarrollar. Sin embargo, en nuestra experiencia, quisimos abordar algunas competencias más básicas y generales. Aquellas que las distintas pruebas realizadas a todos los niveles educativos han demostrado estar carentes en nuestros alumnos, y que, sin embargo, todos consideran imprescindibles.

Por lo tanto, la cuarta actuación realizada en nuestra experiencia ha consistido en incorporar en la programación docente, determinadas destrezas, habilidades, capacidades y competencias de manera transversal a los propios contenidos de la asignatura de manera que seamos capaces de evaluarlas.

Entre las capacidades destacamos: análisis, síntesis, rigor, abstracción, sentido crítico, identificación y aplicación de modelos, leer y trabajar con textos científicos, exposición y trabajo en grupo. Para cada una se han determinado las actividades específicas en cada tema, pero queremos destacar dos de ellas por las consecuencias que conllevan la falta de estas capacidades en nuestros alumnos:

- (1) Identificación y aplicación de modelos: La experiencia docente del profesorado ha demostrado que la mayor parte de los alumnos que superan las asignaturas no dominan los conceptos. Son capaces de aplicar mecánicamente las técnicas y los algoritmos (fórmulas) que han visto repetidamente en clase, apuntes o ejercicios resueltos, pero se pierden en los cálculos sin tener una visión general del problema. Sin esta competencia, el alumno no es capaz de abordar problemas originales, se limita a reproducir esquemas aprendidos pero no crea. No es capaz de resolver cuestiones que necesiten relacionar conceptos o procedimientos aprendidos.

- (2) Leer y trabajar con textos científicos: En general, las distintas evaluaciones descritas han demostrado las dificultades de los alumnos para realizar una lectura comprensiva de cualquier tipo de texto científico o literario. Los textos matemáticos, con un lenguaje formal propio y cargado de expresiones y fórmulas llenas de símbolos que es necesario conocer se convierten en herramientas inútiles para la docencia pues el alumno no es capaz de entender, se cansa rápido y abandona. Sin esta competencia, es muy difícil que el alumno pueda seguir aprendiendo cuando haya concluido los estudios universitarios.

En definitiva, el desarrollo de estas capacidades permite a los alumnos “pensar” y “trabajar de manera autónoma”, y para conseguir que los alumnos adquieran estas capacidades y poderlas medir para ser consideradas como parte de la evaluación integral se han realizado las siguientes consideraciones metodológicas que se explican a continuación.

2.5. Cambios en la programación docente: Metodología.

Uno de los retos que se propone alcanzar en los nuevos títulos de grado en el marco del nuevo EEES es conseguir un cambio en la metodología que permita una enseñanza basada en el aprendizaje. La densidad de los programas impide promover en los alumnos la capacidad de descubrir de manera autónoma, nuevos temas, aunque estos ya existan. Por lo tanto, la tercera actuación realizada en esta experiencia hace referencia a la implantación de esta metodología utilizando dos premisas básicas:

- (1) Aumentar el tiempo que el profesor (clase magistral y laboratorio) dedica a introducir los conceptos básicos de cada tema, y
- (2) Sustituir parte del tiempo que el profesor dedica a desarrollar el tema con explicaciones magistrales por sesiones prácticas de ejercicios.

En el primer punto, consideramos la introducción de los temas donde el profesor prolongará las explicaciones magistrales para proporcionar una visión amplia de los contenidos en su contexto. Además, se presentarán con detalle los conceptos básicos de manera que el alumno pueda llegar a “tocarlos”. Para esto se hace necesario recurrir a ejemplos básicos motivadores y al uso de la calculadora o el ordenador.

El segundo punto se refiere a una considerable reducción del protagonismo del profesor en el desarrollo del tema (resultados, criterios, casos, ...) de manera que presente únicamente una muestra suficientemente representativa de los resultados. El tiempo que se gana se invierte en las clases dirigidas de problemas, donde propiciar la capacidad de adquirir de forma autónoma (Long Live Learning) nuevas técnicas de cálculo.

Para ello, el alumno cuenta con una documentación (apuntes y relaciones de problemas) que representa el material básico de trabajo. En los apuntes están todos los contenidos exigibles al alumno; el profesor (en la fase 1) presenta los conocimientos básicos imprescindibles para alcanzar el resto en las sesiones (fase 2) de problemas guiadas por el profesor. Con esta metodología el profesor “enseña” al alumno a “aprender”, por si mismo, es decir, a ser capaz de adquirir conocimiento de manera autónoma. Y todo ello, a partir del aprendizaje de los contenidos de la asignatura, que no se sacrifican en ningún momento.

Los ejercicios de las relaciones que se proponen para que el alumno los estudie en las clases de problemas (segunda fase) deben resolverse utilizando los apuntes, pues hacen

referencia a conceptos o métodos que no se han explicado en las clases magistrales. El alumno, guiado en algunas ocasiones o, simplemente acompañado en otras por el profesor debe “buscar” en los apuntes, “leer” y “comprender” el texto y “saber aplicar” los resultados. Todo un ejercicio de autoaprendizaje que incorpora una componente de lectura comprensiva de textos científicos. Las dos capacidades básicas propuestas.

2.6. Cambios en la programación docente: Evaluación.

En general, los profesores organizan las asignaturas en torno a unos objetivos de aprendizaje basados en la adquisición de conocimientos y competencias. Sin embargo, los alumnos organizan su dedicación a la asignatura en función de la evaluación. Una asignatura que cambia los contenidos, o la metodología, pero mantiene el mismo sistema de evaluación o el mismo tipo de exámenes no hará cambiar en absoluto la actitud de los alumnos. Por lo tanto, no es posible un cambio real en la metodología de una asignatura si no se cambia la forma de evaluación.

Uno de los modelos ideales es la *evaluación continua*. Sin embargo, entre las dificultades para su aplicación, siempre se alude al número de alumnos por clase, a la falta de preparación real de los alumnos hacia esta técnica, o a la necesidad de contemplar los casos particulares, pero cada vez más numerosos, de alumnos con problemas para asistir asiduamente a clase y llevar la asignatura al día.

El método de evaluación

La última actuación importante hace referencia a la evaluación que ha consistido en la realización de pruebas parciales de evolución continua. A petición de los propios alumnos en los cursos anteriores y para cumplir con las recomendaciones del centro, se ha diseñado un sistema de evaluación, basado principalmente en la realización de exámenes parciales.

Para esta evaluación de los alumnos se consideran varios aspectos sin olvidar, en ningún caso, que se trata de medir el grado de conocimiento de los *contenidos* de la asignatura y el desarrollo de las *capacidades* necesarias para aplicar estos contenidos en la resolución de problemas.

Uno de los objetivos de este método es la utilización de las pruebas de evaluación como instrumento formativo en el proceso de aprendizaje del alumno. La experiencia se centra en aplicar una nueva metodología de evaluación de los aprendizajes según las recomendaciones que se desprenden del informe de la Comisión para la Innovación de la Docencia en las Universidades Andaluzas (CIDUA).

El número de alumnos y las propias características de las asignaturas del área de Matemática Aplicada ha propiciado que el método general de evaluación se reduzca a la realización de un examen que determina la calificación final del alumno. Así, sin renunciar a este método como último recurso y para salvar los inconvenientes que presenta pero aprovechando sus ventajas, realizamos pruebas parciales eliminatorias de evaluación que van acompañadas de su preparación, corrección y revisión con el alumno. De esta forma se consigue disponer de un instrumento objetivo de evaluación que permite evaluar los conocimientos y las capacidades con mayor precisión y de forma más continuada; resulta ser formativo porque permite identificar los errores con tiempo de corregirlos; y el carácter eliminatorio cumple un papel motivador del trabajo continuado del alumno.

La evaluación se completa teniendo en cuenta los resultados obtenidos en estas pruebas, la valoración del profesor en las clases de problemas (grupos reducidos) y los resultados obtenidos en las actividades propuestas en clase durante el curso. De esta forma se consigue una evaluación continuada, más precisa en cuanto a los aspectos considerados, que cumple un papel tanto motivador como formativo y que no renuncia a las cualidades de los exámenes tradicionales escritos que permiten una evaluación objetiva.

En las pruebas de evaluación o exámenes parciales, el alumno dispone de los apuntes de la asignatura. Como ya hemos comentado, estas pruebas se acompañan de su corrección en clase y revisión individual de manera que sean *formativas* para el alumno e *informativas* para el profesor. Las principales características son:

- Examen parcial: Al finalizar cada bloque temático se realiza una prueba de evaluación parcial eliminatoria donde el alumno dispone de los apuntes de la asignatura. De esta forma se pueden proponer cuestiones, ejercicios y problemas que determinan tanto el aprendizaje de contenidos y el desarrollo de habilidades de cálculo como la adquisición de capacidades. Además, la realización de estos exámenes parciales permite que las cuestiones planteadas profundicen más en los aspectos importantes sin quedarse reducidas a las preguntas tipo de los exámenes finales tradicionales.
- Corrección y resolución del examen: Después de corregir los exámenes, el profesor resuelve el examen en clase poniendo de manifiesto los criterios específicos de corrección y los fallos generales detectados propiciando el diálogo profesor-alumnos para la valoración subjetiva del examen.
- Revisión individual del examen: Se insta a los alumnos a que vayan a revisar el examen junto al profesor en horario específico o de tutoría. Esta sesión breve pero individual es formativa para el alumno en cuanto a que debe servir para corregir sus errores; e informativa para el profesor que toma nota del estado del aprendizaje del alumno.

El elevado número de alumnos y grupos hace que la coordinación del profesorado sea una pieza clave en el desarrollo de esta metodología. Además, para que la realización de estas pruebas parciales no incida negativamente en la marcha del resto de las asignaturas se recurre a la coordinación con el resto de asignaturas del curso que proporciona la propia dirección del centro.

La información que obtiene el profesor le sirve para redirigir la marcha de la asignatura, orientar de forma más personal a los alumnos y realizar una evaluación más continuada de los mismos. Por su parte el alumno va tomando conciencia de su situación personal con tiempo de establecer los mecanismos adecuados de corrección.

Además, durante el curso se proponen la realización de pequeños trabajos que el alumno entrega de forma voluntaria al profesor para que los corrija y los devuelva con las anotaciones correspondientes. Esta actividad vuelve a cumplir un doble papel, formativo para el alumno e informativo para el profesor. Como figura en la guía docente de la asignatura “el profesor valorará el trabajo y participación del alumno con hasta 1 punto que se sumará a la nota obtenida en las pruebas parciales y finales de evaluación”.

Por último, se mantiene la realización del examen final en junio con un doble objetivo: ofrecer otra oportunidad a los alumnos que no han superado en media ponderada las distintas pruebas de evaluación parcial y mantener el sistema tradicional de evaluación como alternativa para los alumnos que no quieren o no pueden (alumnos repetidores con asignaturas de horarios de clase coincidentes, motivos personales o de trabajo, etc.) participar en el plan de evaluación propuesto.

El sistema de puntuación que se considera se basa en una ponderación de los exámenes parciales, de la siguiente manera: El examen 1 con ponderación 1 incluye únicamente el tema 1, el examen 2 con ponderación 2 incluye los temas 2 y 3, el examen 3 con ponderación 3 incluye los temas 4 y 5, y por último, el examen 4 con ponderación 4 incluye los temas 6 y 7.

Esta distribución de los temas, con las correspondientes ponderaciones a modo de tetractis (1+2+3+4), ha sido pensada y está justificada para cumplir con los siguientes objetivos:

- Evaluación continua: La estructuración de contenidos, las relaciones de problemas y consecuentemente las pruebas parciales de evaluación se han diseñado para que vayan incluyendo progresivamente. Por ejemplo, en el examen 3 no se proponen preguntas específicas de los temas 1, 2 o 3 pero, sin embargo, aparecen los elementos estudiados en estos temas y es necesario conocer y saber manejar las técnicas de cálculo aprendidas. Esta razón justifica que la ponderación sea creciente.
- Motivador: El primer examen sólo incluye un tema (recordemos que mayoritariamente es de repaso) de manera que no resulta difícil superarlo. De esta manera, los alumnos se motivan a continuar su dedicación a la asignatura en un momento crucial como es el principio de curso. Por otro lado, la baja ponderación de este primer examen reduce el efecto que tiene sobre los alumnos que se incorporan muy tarde a la marcha de la asignatura. El alto valor de ponderación del último examen sirve de motivación a los alumnos que no han obtenido buenas calificaciones en los restantes pues, una buena nota en el último examen puede permitirles superar la asignatura.

Con la nota del último examen el alumno obtiene una calificación provisional de la asignatura como media ponderada de las notas obtenidas en todos los parciales, considerando 0 aquellos en los que no se haya presentado. Con esta calificación es posible superar la asignatura y, en otro caso, el alumno dispone del examen final de junio, a modo de recuperación, pues puede presentarse a cualquiera de las partes del programa para mejorar su calificación parcial.

3. Conclusiones

Los resultados provisionales (la experiencia está en curso) obtenidos de la experiencia son positivos pues se acercan, en mayor o menor medida, a todos los objetivos planteados inicialmente y que no se basan únicamente en la mejora de los resultados académicos, sino a la descripción de la situación y al planteamiento de soluciones eficaces.

Los resultados del informe relativo a los conocimientos previos revela el insuficiente nivel de los aspectos más básicos de las Matemáticas. Recordemos que en las pruebas de nivel

realizadas en los últimos años a un total de 906 alumnos de las titulaciones de Ingeniería Informática, la nota obtenida ha sido de 3.12 puntos sobre 10. Un número sorprendentemente bajo, pero en total consonancia con el resto de las pruebas presentadas que se han realizado en distintas instancias (Pruebas de diagnóstico, selectividad e informes Pissa).

Hemos detectado que nuestros alumnos tienen grandes dificultades para entender lo que leen y tienen serios problemas con los cálculos matemáticos. Sin embargo, han superado un examen de selectividad que les acredita para cursar los estudios universitarios: “ahora, la pelota está en nuestro tejado”. Y, en este contexto, debemos diseñar nuestras asignaturas o estaríamos trabajando de espaldas a esta cruda realidad.

Se constata una deficiente actitud en los alumnos: Escasa participación de los alumnos en clase. Índices de asistencia muy bajos que van disminuyendo a lo largo del curso (Obsérvese la figura 1 que muestra los datos de asistencia recogidos en distintos días del curso sobre un total de 71 alumnos). Los alumnos sólo participan en clase o entregan los trabajos y las actividades si forma parte de las obligaciones de clase o redanda en un sustancioso beneficio en forma de nota.

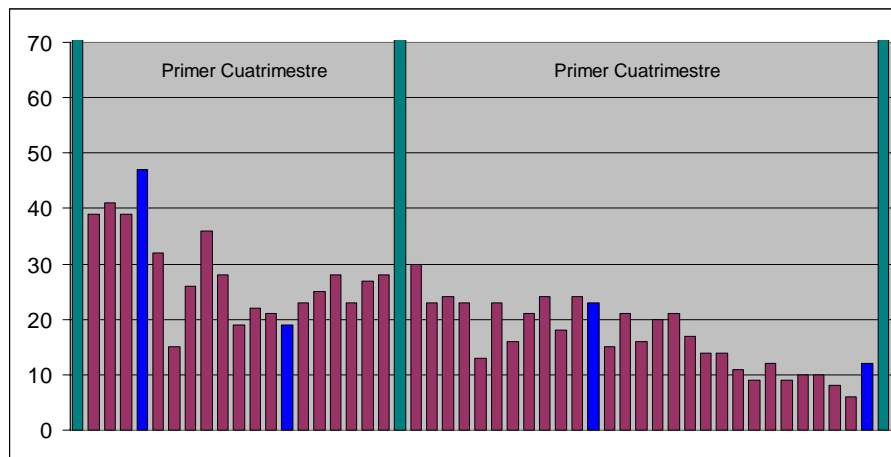


Figura 1: Datos de asistencia a clase.

Como en experiencias anteriores y a la vista de los resultados obtenidos en la convocatoria ordinaria de junio (un 57% de alumnos no presentados, un 35% de suspensos, y sólo un 8% de aprobados) no se experimenta un incremento en la tasa de aprobados, si bien mejoran las calificaciones (notas medias) y la formación final del alumno con la incorporación de capacidades y competencias como contenidos de la asignatura.

Los alumnos reconocen que no dedican el tiempo necesario de trabajo personal fuera de las horas de clase. Las mediciones realizadas sobre el número de horas (créditos ECTS) que el alumno invierte para superar una asignatura es notablemente inferior a las propuestas planteadas (Obsérvese en la figura 2 que en la mayoría de los casos no supone ni el 50%). Las pruebas parciales eliminatorias se convierten en una de las pocas herramientas para propiciar el trabajo continuado del alumno.

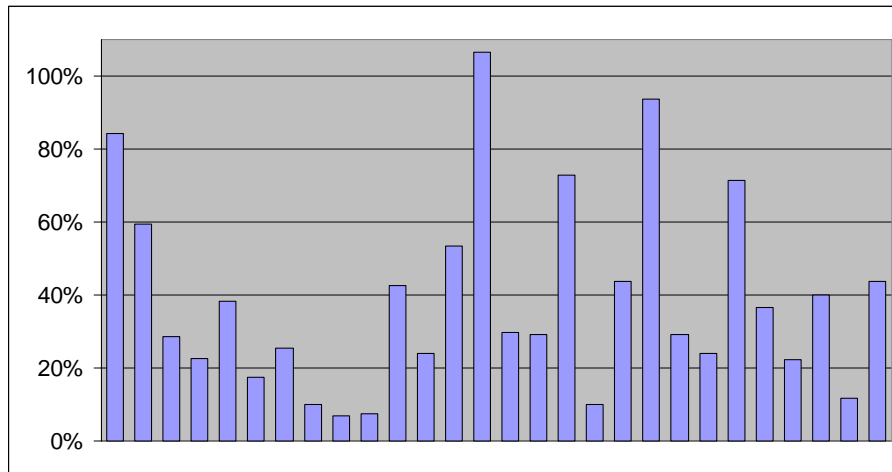


Figura 2: Porcentaje de horas de estudio realizadas sobre previstas

A pesar de todo, los alumnos repetidores, que pueden contrastar los cambios, evalúan positivamente la experiencia; y en general, todos los alumnos muestran un alto grado de satisfacción, a pesar de los deficientes resultados académicos. Es decir, los alumnos suspenden pero están conformes con la situación y asumen que los resultados son una consecuencia de su actitud, no de la metodología que aprueban.

Las experiencias docentes que basan la enseñanza en los procesos de aprendizaje del alumno y la adquisición de capacidades, más allá de los contenidos, mediante la atención más individualizada con el trabajo en pequeños grupos no deben suponer un notable incremento del trabajo del profesor. Las estrategias propuestas permiten la viabilidad de estas experiencias de cambio.

En resumen, las consecuencias directas que se obtienen de la experiencia realizada es el incremento de la participación activa de los alumnos (motivación, expectativas, hábitos de trabajo personal y estudio), la mejora en su formación (mejor preparado en competencias) y por tanto, la obtención de mejores resultados académicos (disminuir el elevado número de suspensos) sin sacrificar los contenidos que el alumno ha de aprender y las capacidades que debe adquirir.

Las conclusiones que se desprenden de los resultados de los informes y de las experiencias docentes realizadas están claras. Por un lado, las Matemáticas son importantes en la formación de un Ingeniero en cuanto a que le aportan los conocimientos y las herramientas necesarias para aplicar a otras disciplinas más específicas y lo dotan de capacidades de gran utilidad en su etapa académica y su posterior desempeño profesional.

Por otro lado, las dificultades que tienen los alumnos con las asignaturas de Matemáticas surgen de sus propias deficiencias en cuanto a los conocimientos básicos de esta disciplina y, sobre todo, de su actitud, es decir, de su falta de compromiso para cambiar la situación. Existen propuestas metodológicas que poder aplicar en las experiencias piloto desarrolladas en el marco del nuevo EEES que permitan desarrollar las capacidades de los alumnos sin renunciar a los necesarios contenidos de las asignaturas. Pero, si lo que nos interesa es incrementar la tasa de rendimiento académico, está claro, que será necesario que se produzcan cambios tanto en la situación actual de la enseñanza como en la actitud de nuestros alumnos.