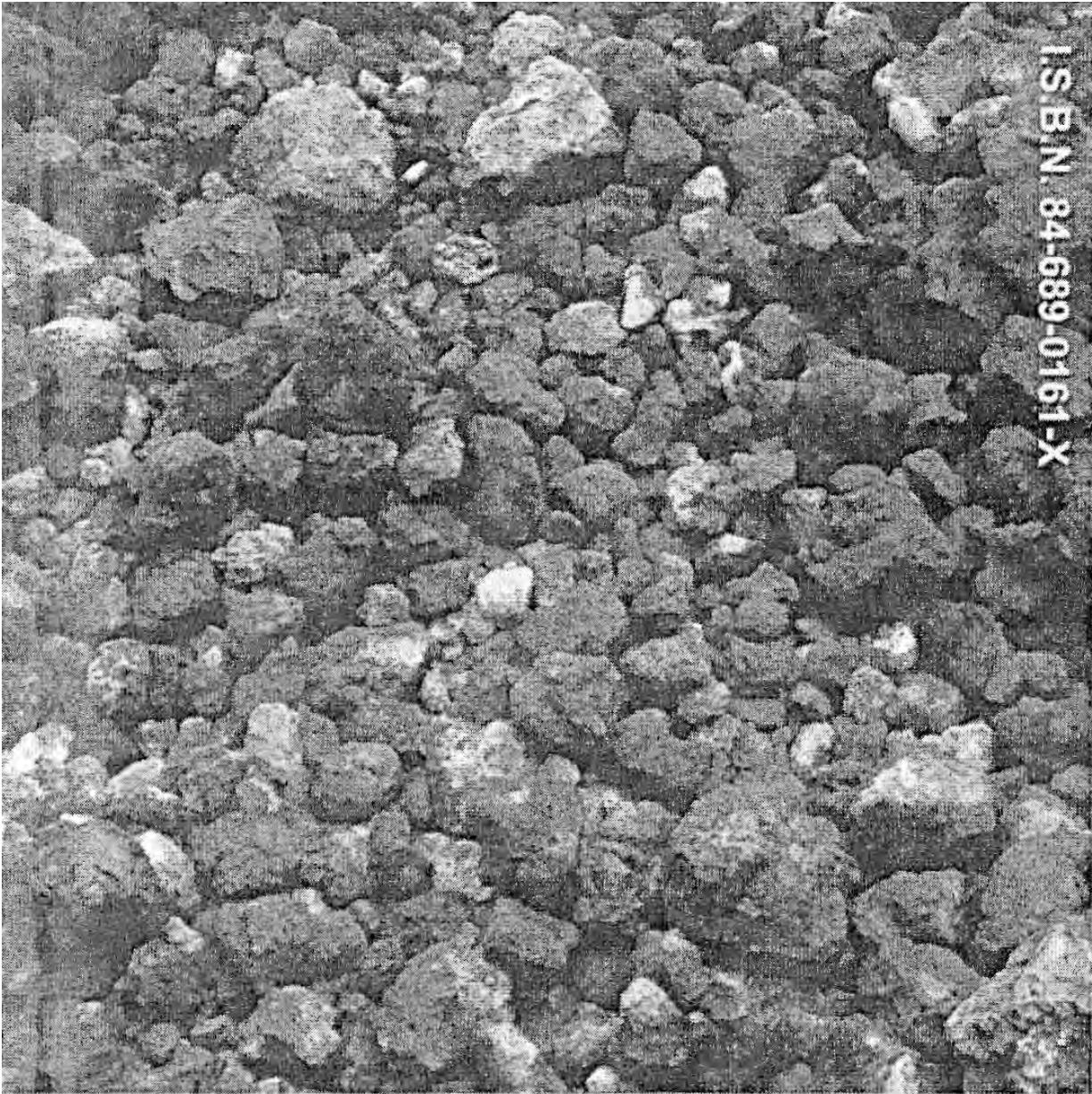


Investigar el Espacio Europeo de Educación Superior  
Investigar l'Espai Europeu d'Educació Superior

2004

I.S.B./N. 84-689-0161-X



J.G. Bernabeu Pastor y N. Sauleda Parés



25<sup>è</sup> aniversari  
Universitat d'Alacant  
Vicerektorat de Convergència Europea i Qualitat  
Institut de Ciències de l'Educació



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Convergencia Europea y de Calidad  
Instituto de las Ciencias de la Educación

# **Investigación docente sobre la enseñanza de la Física en titulaciones de Ingeniería**

A. Márquez Ruíz (coord.)  
M. Álvarez López  
A. Beléndez Vázquez  
A. Campo Bagatín  
A. Hernández Prados  
A. Marco Tobarra  
A. Martín García  
J. Rosa Herranz  
J. M. Torrejón Vázquez  
M. S. Yebra Calleja

***Dpto. de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad de Alicante***

## **RESUMEN**

El elevado nivel de suspensos y de alumnos no presentados a los exámenes correspondientes a las asignaturas de Física de 1<sup>er</sup> curso, de las titulaciones de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, nos indujo, en el curso 2001/02 y 2002/03, a plantearnos el investigar las razones que podrían concurrir a tales resultados. El presente estudio, realizado a lo largo del curso 2003/2004, es la continuación y la conclusión de dicha investigación. Concretamente, nos centramos en las asignaturas de Física impartidas en 5 titulaciones de ingeniería diferentes.

De entre las diferentes causas que pueden provocar estos malos resultados hemos decidido centrarnos en el estudio y análisis de los conocimientos previos con los que los alumnos acceden al 1<sup>er</sup> curso. Nos interesaba comprobar hasta qué punto los estudiantes manejan una serie de conocimientos básicos que el profesorado da por adquiridos en la enseñanza preuniversitaria.

Con este fin, escogimos la realización de cuestionarios de respuestas múltiples como herramienta de análisis de los conocimientos previos. El análisis detallado de las contestaciones de los alumnos nos ha confirmado, un año más, que los estudiantes tienen insuficientes conocimientos básicos de Física, hecho que sin duda es un serio obstáculo para que el estudiante pueda asimilar los nuevos contenidos que impartimos en nuestras asignaturas. Al igual que en el curso anterior, volvemos a comprobar que los alumnos que aprueban la asignatura acostumbran a ser los que poseen un mejor nivel de conocimientos previos. Este año hemos analizado qué relación tienen los resultados de Selectividad en el nivel de conocimientos previos. Hemos encontrado que en general aquellos alumnos que tienen mejor nivel de conocimientos previos coinciden de manera muy clara con los que aprobaron el examen de Física en Selectividad.

La inserción en los programas de alguna de las asignaturas de Física de 1<sup>o</sup> de contenidos directamente relacionados con los principios básicos mejora sensiblemente los resultados del test realizado a finales de curso, aún sin llegar a un nivel medio suficiente. Esta conclusión pone de manifiesto que es necesario incluir, dentro de lo posible, estos contenidos en los programas de las asignaturas de Física, siendo además necesario plantear una metodología adecuada para la enseñanza de los mismos. En algunas de las asignaturas también hemos modificado el sistema de evaluación, dándole un carácter más continuo. Hemos apreciado una mejora en las notas de los alumnos respecto al curso anterior. También creemos que puede haber incidido en la mejora de los resultados de los tests de conocimientos previos pasados en el 2<sup>o</sup> cuatrimestre. Del análisis de resultados proponemos una serie de cambios sobre todo metodológicos para aplicar en el curso 2004-2005.



## 1 Marco teórico

En la *Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante* se imparten 7 titulaciones técnicas diferentes: *Arquitectura, Arquitectura Técnica, Ingeniería Técnica en Obras Públicas, Ingeniería en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas e Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones*. En todas ellas, salvo en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, se cursa alguna asignatura de Física en primer curso.

En el curso 2001/2002 formamos la red de INVESTIGACIÓN DOCENTE SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS MATERIAS DE FÍSICA EN LAS TITULACIONES TÉCNICAS dentro del *Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal*. Con esta red se pretendía analizar desde diferentes ámbitos nuestra labor docente en las asignaturas de Física de primer curso que se imparten en las 7 titulaciones técnicas mencionadas. En el curso siguiente (2002/2003) decidimos subdividir la red inicial en dos subredes independientes para tener mayor operatividad, ya que la red inicial englobaba a un número excesivo de integrantes. Una de las subredes analiza las titulaciones de Arquitectura y Arquitectura Técnica. Las asignaturas de Física de primer curso de las 5 titulaciones restantes son abordadas por la red que lleva por nombre INVESTIGACIÓN DOCENTE SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN TITULACIONES DE INGENIERÍA. Esta última es la red docente autora de la presente memoria.

<i>Titulación</i>	<i>Créditos Teóricos</i>	<i>Créditos Prácticos</i>
Ingeniería Técnica en Obras Públicas: <b>Física General</b>	12 ANUAL	3
Ingeniería en Informática: Ing. Téc. en Informática de Gestión: Ing. Téc. en Informática de Sistemas: <b>Fundamentos Físicos de la Informática</b>	6 CUATRIMESTRAL	3 Laboratorio + 1,5 Problemas en grupos reducidos
Ing. Téc. de Telecomunicaciones: <b>Fundamentos Físicos de la Ingeniería</b>	9 ANUAL	3

Tabla 1. Datos de las titulaciones y asignaturas analizadas en la memoria.

En la Tabla 1 se dan diversos datos de las asignaturas de Física de primer curso que tratamos. En la primera columna aparece en negrita el nombre de las asignaturas. Las tres titulaciones de informática comparten la misma asignatura: Fundamentos Físicos de la Informática. Así, nuestra red engloba 5 titulaciones y 3 asignaturas. En la segunda columna

aparece el carácter de las asignaturas junto con el número de créditos de teoría. Finalmente, en la tercera columna se refleja el número de créditos prácticos. En el caso de la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática, las clases de teoría y los 1,5 créditos de problemas en grupos reducidos (unos 20 alumnos) se dan en el primer cuatrimestre, y las prácticas de laboratorio en el segundo cuatrimestre. En las otras dos asignaturas las prácticas de laboratorio se reparten entre los dos cuatrimestres.

Un dato a destacar es el elevado porcentaje de suspensos y de alumnos no presentados que registran en general las asignaturas de Física de primer curso. Detectar e incidir en los posibles factores que causan estos malos resultados es responsabilidad del profesorado [1]. En la Tabla 2 mostramos los datos correspondientes al curso 2001-2002, mientras que en la Tabla 3 mostramos los datos correspondientes al curso 2002-2003. En la segunda columna se muestra el número de alumnos matriculados en cada una de las asignaturas. En la tercera columna tenemos el porcentaje de alumnos que a lo largo de las diversas convocatorias del curso se presentaron a examen. En la cuarta columna hemos calculado el porcentaje de alumnos que superó las asignaturas, por un lado relativo al total de matriculados y por otro lado relativo al número de presentados.

<i>Curso 2001-2002</i>	<i>Matrículas</i>	<i>Presentados</i>	<i>Aptos</i> <i>Matríc. – Present.</i>	
Ingeniería Técnica en Obras Públicas: <b>Física General</b>	277	50-60%	28 %	44 %
Ingeniería en Informática: Ing. Téc. en Informática de Gestión: Ing. Téc. en Informática de Sistemas: <b>Fundamentos Físicos de la Informática</b>	538	45-55%	25 %	45 %
Ing. Téc. de Telecomunicaciones: <b>Fundamentos Físicos de la Ingeniería</b>	154	40-50%	31 %	75 %

Tabla 2. Presentados y aptos de las diversas asignaturas analizadas en la memoria (2001/02) .

Hay algunos patrones que se repiten: en primer lugar, hay un elevado número de no presentados (aprox. 50%); en segundo lugar, el número de alumnos que no superan la asignatura es muy elevado (relativo a la matrícula). Por otro lado, vemos que el número de suspensos es insatisfactorio (con excepción de la asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería), aunque no es tan dramático si lo comparamos con el número de alumnos presentados. En conjunto, se hace patente la necesidad de analizar las posibles causas de estos malos resultados y estudiar

posibles estrategias que incidan en un proceso de enseñanza-aprendizaje más efectivo de la Física en las titulaciones de ingeniería.

<i>Curso 2002-2003</i>	<i>Matrículas</i>	<i>Presentados</i>	<i>Aptos</i> <i>Matric. – Present.</i>	
Ingeniería Técnica en Obras Públicas: <b>Física General</b>	277	50-60%	28 %	44 %
Ingeniería en Informática: Ing. Téc. en Informática de Gestión: Ing. Téc. en Informática de Sistemas: <b>Fundamentos Físicos de la Informática</b>	558	45-50%	25 %	50 %
Ing. Téc. de Telecomunicaciones: <b>Fundamentos Físicos de la Ingeniería</b>	172	50-60%	30 %	50 %

Tabla3. Presentados y aptos de las diversas asignaturas analizadas en la memoria (2002/2003).

A la hora de analizar el trabajo presentado en esta memoria es importante identificar el papel de la Física dentro de las titulaciones técnicas. La Física presenta el doble carácter de materia instrumental básica para la formación académica de estos titulados técnicos, junto con el de materia que debe proporcionar la formación científica esencial propia del estudiante universitario, y común en cualquier enseñanza técnica. El carácter instrumental viene dado por la necesidad que tiene el estudiante de adquirir unos conocimientos básicos de Física con que abordar asignaturas posteriores dentro de la carrera. A pesar de su importancia, también es necesario reconocer que estas asignaturas de Física de primer curso no se imparten dentro de una titulación de Ciencias Físicas sino en titulaciones técnicas, lo cual obliga a plantear de manera apropiada los contenidos, objetivos y metodologías docentes. También hay que tener en cuenta que el grado de motivación del alumnado en una enseñanza técnica en general será menor que el que tenga un alumno de Ciencias Físicas.

Como se dice en el resumen, esta memoria del trabajo realizado en el curso 2003-2004 supone la finalización de un proyecto de investigación docente llevado a cabo desde el curso 2001-2002. Dentro de este proyecto nos hemos centrado en el estudio de una causa muy concreta que creemos que puede ser fundamental para explicar tanto el bajo nivel de presentados, como el bajo nivel de aprobados: el nivel de conocimientos previos de física básica del alumno. En un primer curso universitario, la procedencia y variedad del alumnado es muy amplia: en principio pueden haber alumnos con y sin selectividad, procedentes de bachillerato LOGSE o de COU o de Formación Profesional (FP). Con la completa implantación de la

LOGSE, la gran mayoría de los estudiantes procede de esta enseñanza secundaria. A lo largo del primer curso, el nivel de conocimientos entre los alumnos de diferentes procedencias se equipara. Sin embargo, el esfuerzo que deben realizar unos y otros va a ser muy diferente en función de qué conocimientos y aptitudes hayan adquirido en las etapas previas.

A continuación se muestran los bloques temáticos en que se dividen los programas de las asignaturas bajo estudio, en el curso 2003/2004:

#### *Física General*

- I - introducción (análisis dimensional)
- II - principios físicos fundamentales
- III - fluidos
- IV - calor y termodinámica
- V - oscilaciones y ondas
- VI - electromagnetismo

#### *Fundamentos Físicos de la Informática*

- I - electromagnetismo
- II - teoría de circuitos
- III - fundamentos de estado sólido y electrónica

#### *Fundamentos Físicos de la Ingeniería*

- I - introducción al electromagnetismo
- II - introducción a la acústica
- III - introducción a la óptica

Aunque en principio cada titulación tiene un perfil diferenciado, y el programa de la asignatura de Física es diferente en cada una de ellas, sí que existen una serie de conocimientos previos que se les suponen a los alumnos. En el presente trabajo pretendemos identificar el nivel de conocimientos previos que presentan los alumnos en función de su procedencia. Concretamente, pretendemos sondear 5 temas básicos que generalmente se dan por sabidos: *Unidades y Dimensiones, Álgebra Vectorial, Cinemática, Dinámica, y Trabajo y Energía*. Además, como novedad respecto al trabajo realizado en el curso 2002-2003, se considera un bloque adicional centrado en los *temas específicos* que se dan en cada titulación. Así, se pretende conocer cuál es la preparación previa de los alumnos, con referencia al curso de Física de la titulación específica cursada. El análisis de estos 6 temas o bloques nos servirá como herramienta para razonar posibles cambios en la metodología y contenidos de las diferentes titulaciones.

## **2 Metodología**

El presente trabajo se fundamenta en el trabajo como *red colaborativa* formada por los diferentes profesores que imparten las asignaturas de Física de primer curso mencionadas en el



apartado anterior. La puesta en común de las experiencias y conocimientos de los diversos miembros de la red debe redundar en una mayor eficacia de la docencia.

Hemos escogido la realización de cuestionarios de respuestas múltiples como herramienta de análisis de conocimientos previos. Enumeramos a continuación las fases lógicas de este trabajo, ya explicadas en la memoria del curso anterior 2002-2003 [2]:

**A. *Elaboración de los cuestionarios de respuesta múltiple.*** Hemos elaborado un cuestionario con 35 preguntas [3], con 5 opciones por pregunta, salvo en Ing. Técnica de Telecomunicaciones en que se han realizado 37 preguntas.

**B. *Metodología científica para el análisis de los cuestionarios.*** En primer lugar, se analiza el grado de dificultad y significación de cada una de las preguntas del cuestionario [4]. Este “preprocesado” de la información nos permite, por ejemplo, detectar preguntas que pueden tener una redacción ambigua. A continuación analizamos las respuestas de los alumnos según diferentes criterios: por titulación, procedencia (Bachillerato/FP), con/sin selectividad, repetidor/no repetidor, y por bloque temático. En este curso, a diferencia de lo realizado en el curso anterior, no distinguimos entre alumnos de COU o LOGSE ya que la implantación de la LOGSE es ya total. Por otro lado, hemos añadido una serie de preguntas para conocer qué asignaturas relacionadas con Física cursó el alumno en 2º de Bachillerato.

**C. *El mismo cuestionario se pasa a principio de curso y a mediados del 2º semestre.*** De este modo verificamos la evolución de estos conocimientos previos en el alumnado. Para el tratamiento de datos y la elaboración de las estadísticas usamos la hoja de cálculo MICROSOFT EXCEL y el paquete estadístico SPSS.

A principios de curso se preparó el cuestionario y en las primeras semanas de octubre se realizó la 1ª toma de datos pasándose el cuestionario en el horario de clase de teoría por cada uno de los profesores responsables de la misma. En la preparación del cuestionario se aprovechó la experiencia y parte del trabajo de elaboración de cuestionarios que ya se había llevado a cabo a finales del curso anterior 2001/2002 y en el curso 2002/2003. En los cuestionarios de este curso, se ha introducido un bloque de preguntas (12 para I.T.Telecomunicaciones, 10 para I.I.Informática, 10 para I.T. Obras Públicas) sobre temas que se tratan en las respectivas asignaturas. En Telecomunicaciones se trataba de preguntas relativas a electromagnetismo y óptica, en Informática eran de electromagnetismo, y en Obras Públicas eran de electromagnetismo, fluidos y termodinámica. Los cuestionarios son contestados por los alumnos en hojas normalizadas que enviamos al Centro de Procesamiento de Datos (CPD) para su análisis. El CPD nos devuelve las contestaciones en un fichero EXCEL que después podemos filtrar y analizar dentro de la red docente. Esta toma de datos se volvió a repetir en el segundo cuatrimestre, entre abril y mayo, dependiendo de las titulaciones. En este caso el cuestionario se pasó a los alumnos en el turno de prácticas de laboratorio que a esas alturas de curso registra mayor asistencia que las clases de teoría, con la excepción de la titulación de Ingeniería Técnica

de Obras Públicas, en la que realizaron el 2º test sólo los alumnos presentes en las clases de teoría. El tiempo del que disponían para realizar el cuestionario era de 55 minutos.

La presente red comienza su fase de análisis de datos con la finalización del primer semestre en enero. A partir de ese momento se organiza en promedio una reunión mensual entre los diferentes miembros de la red, a requerimiento del coordinador, para ir abordando las diferentes fases del trabajo en torno al análisis de conocimientos previos mediante cuestionarios de respuestas múltiples. En dichas reuniones también se van tratando otros temas, como:

- Puesta al corriente a los miembros de la red sobre los temas que se van tratando en las diferentes reuniones del ICE.
- Discusión y elaboración de la comunicación presentada para las *II Jornadas de Investigación en Docencia Universitaria* celebradas en febrero en la Universidad de Alicante.
- Discusión de las novedades que van surgiendo en torno al tema de la convergencia europea en el espacio de la educación superior.

A efectos prácticos se ha pretendido dividir la red en tres subgrupos, cada uno de ellos constituido por los profesores responsables de cada una de las tres asignaturas que analizamos. A continuación se indica cada uno de estos subgrupos de trabajo, con el nombre de los profesores integrantes:

❖ **Física General**

- Campo Bagatín, A.; Hernández Prados, A.; Martín García, A. y Yebra Calleja, M<sup>a</sup> Soledad.

❖ **Fundamentos Físicos de la Informática.**

- Marco Tobarra, A; Márquez Ruiz, A.; Rosa Herranz, J. y Torrejón Vázquez, J. M.

❖ **Fundamentos Físicos de la Ingeniería.**

- Álvarez López, M. y Beléndez Vázquez, A.

Cada uno de estos subgrupos ha ido realizando reuniones para tratar puntos concretos del trabajo, sobre todo en la fase de análisis y discusión de los resultados de las contestaciones de los alumnos. Por otro lado, se han creado otros subgrupos dentro de la red para tratar y elaborar los datos con la hoja de cálculo MICROSOFT EXCEL y con el paquete estadístico SPSS.

### 3. Resultados

#### 3.1 Toma de datos y proceso de análisis

Recordamos que pasamos el mismo cuestionario dos veces: a principios de curso (lo llamaremos 1<sup>er</sup> cuestionario), y en el 2<sup>o</sup> cuatrimestre (lo llamaremos 2<sup>o</sup> cuestionario). Cada 4 respuestas erróneas restan una respuesta correcta. La nota final del test se calcula como la suma del número de aciertos netos dividido por 3,5, obteniendo así un rango de notas de 0 a 10. A partir de la calificación de 5 se considera aprobado el test.

El proceso de análisis de las respuestas a los cuestionarios se puede dividir en dos partes:

1) **“Preprocesado”**. Analizamos el grado de dificultad y significación [4] de cada una de las 35 preguntas del cuestionario: esta fase permite detectar preguntas mal redactadas o inapropiadas.

El grado de dificultad simplemente refleja el porcentaje de aciertos que ha tenido una pregunta. Si el *porcentaje de aciertos es menor del 17%* diremos que la pregunta es *muy difícil*.

El grado de significación es algo más elaborado. A grandes rasgos se procede de la siguiente manera. Primero, se ordena a los estudiantes por la nota final obtenida en el test. Una vez ordenados, se divide a los estudiantes en dos mitades: la mitad superior estará formada por los estudiantes con mejor nota, y la otra mitad formada por los demás estudiantes. Ahora, para cada pregunta se cuenta el número de aciertos de los “buenos estudiantes” y el de los “malos estudiantes” y se restan ambas cantidades entre sí. El resultado se normaliza con la mitad del número total de estudiantes. De este modo, el grado de significación mide, para cada pregunta, si ha sido contestada correctamente por los “buenos estudiantes” o por los “malos estudiantes”. Si los “malos estudiantes” obtienen más aciertos que los “buenos estudiantes”, esto indicaría que la pregunta realizada posiblemente sea inapropiada y no debería ser tenida en cuenta en el análisis de resultados: puede que sea demasiado fácil y que todo el mundo la conteste bien, que sea muy difícil, o que esté mal redactada.

2) **Análisis propiamente dicho**. Analizamos las respuestas según diferentes criterios:

- por titulación,
- procedencia (COU/LOGSE/FP),
- con/sin selectividad,
- repetidor/no repetidor,
- en función de los 5 bloques temáticos bajo estudio,

- se compara la nota media obtenida en el test, por un lado por todos los estudiantes y por otro lado por aquellos que han aprobado la asignatura en la convocatoria de junio.

El 1<sup>er</sup> cuestionario fue realizado por 594 alumnos y el 2<sup>o</sup> cuestionario por 513 alumnos. Los alumnos tenían que señalar, en la hoja de contestación del test, cuáles eran sus estudios previos para acceder a la universidad y si eran de primera matrícula o no. En el segundo cuestionario vimos interesante conocer qué asignaturas relacionadas con la física habían cursado en 2<sup>o</sup> de Bachillerato los alumnos procedentes de LOGSE. También queríamos conocer hasta qué punto es importante haber aprobado el examen de Física en Selectividad para el nivel de conocimientos previos de Física de los alumnos de primer curso. Estos resultados también los presentaremos en la presente memoria.

A continuación mostraremos los resultados del “*preprocesado*” para los cuestionarios pasados en el primer cuatrimestre para las tres asignaturas. Luego pasaremos revisión a los resultados del *análisis propiamente dicho* correspondiente a cada una de las tres asignaturas. En cada una de ellas se dan los resultados en el siguiente orden: resultados para el 1<sup>er</sup> cuestionario, resultados para el 2<sup>o</sup> cuestionario, y finalmente se comparan los resultados obtenidos en ambos tests con el fin de evaluar la influencia del curso de Física sobre la evolución de los conocimientos básicos. También se realizará una comparación de los resultados entre las tres asignaturas. Por último se mostrarán los resultados correspondientes a qué asignaturas relacionadas con la física habían cursado en 2<sup>o</sup> de Bachillerato los alumnos procedentes de LOGSE, junto con los resultados acerca del examen de Física en Selectividad, y se intentarán extraer unas consecuencias de estos resultados.

### **3.2 Grado de dificultad y grado de significación de los dos cuestionarios**

Por lo que concierne al “*preprocesado*” de las preguntas del cuestionario, aprovechamos los resultados obtenidos en el curso anterior (2002/2003) para eliminar del cuestionario aquellas preguntas cuyo grado de significación fue bajo. En este sentido, los cuestionarios de este año han mejorado respecto a los del curso anterior. El “*preprocesado*” lo hemos realizado sólo para el primer cuestionario. Una vez validadas las preguntas en el primer cuestionario no tenía sentido realizar este análisis en el segundo cuestionario ya que las preguntas siguen siendo las mismas.

A continuación mostraremos en las Figuras 1, 2 y 3 el grado de dificultad y de significación correspondientes respectivamente a los cuestionarios pasados en Obras Públicas, Informática y Telecomunicaciones.

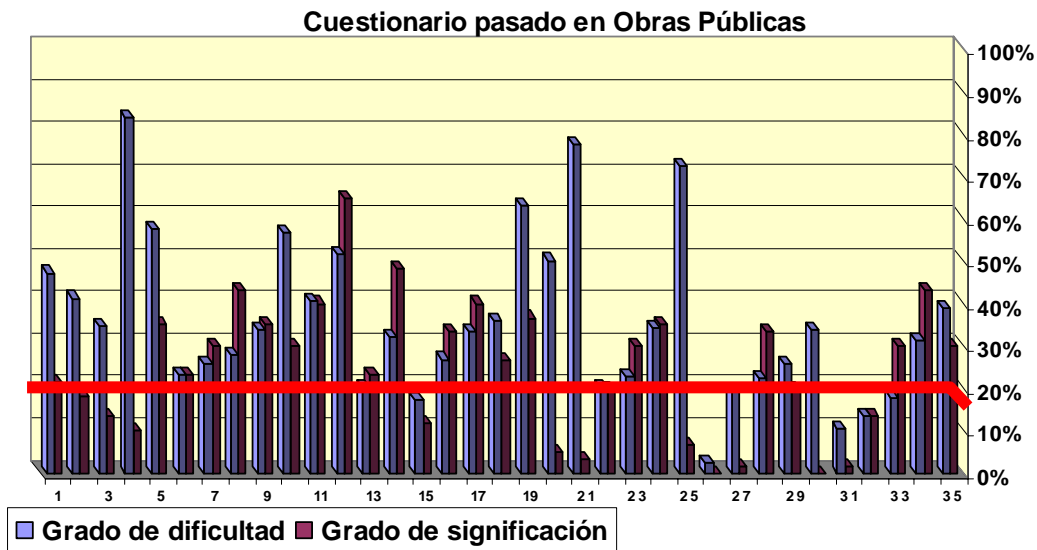


Figura 1. Grado de dificultad y grado de significación para el 1<sup>er</sup> cuestionario de Obras Públicas.

La línea roja marca aproximadamente el punto a partir del cual la pregunta se puede considerar muy difícil (grado de dificultad) porque el nº de aciertos es menor del 17%. En ambos cuestionarios apreciamos cómo se repiten las preguntas que son muy difíciles para los alumnos. Si nos fijamos en el grado de significación podemos ver cómo el valor del mismo es siempre positivo para todas las preguntas en ambos tests. Si en algún momento hubiéramos tenido un valor negativo hubiera significado que los “malos estudiantes” contestan mejor la pregunta que los “buenos estudiantes”, la pregunta sería absurda y habría que eliminarla del análisis de datos. Podemos ver que las preguntas con menor grado de significación acostumbran a coincidir con las preguntas que son muy fáciles o muy difíciles para el alumno, y que por tanto contestan por igual los “buenos” y los “malos” estudiantes.

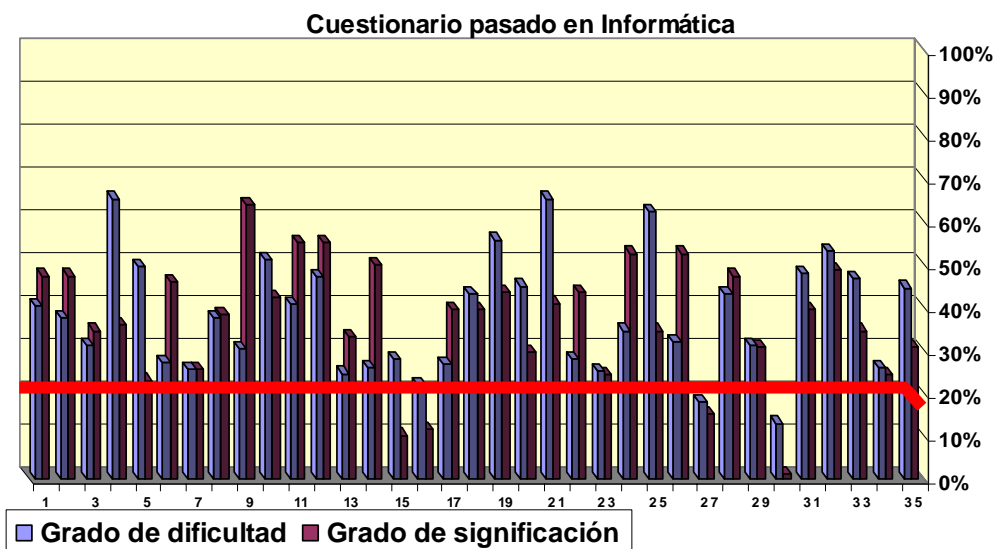


Figura 2. Grado de dificultad y grado de significación para el 1<sup>er</sup> cuestionario de Informática.

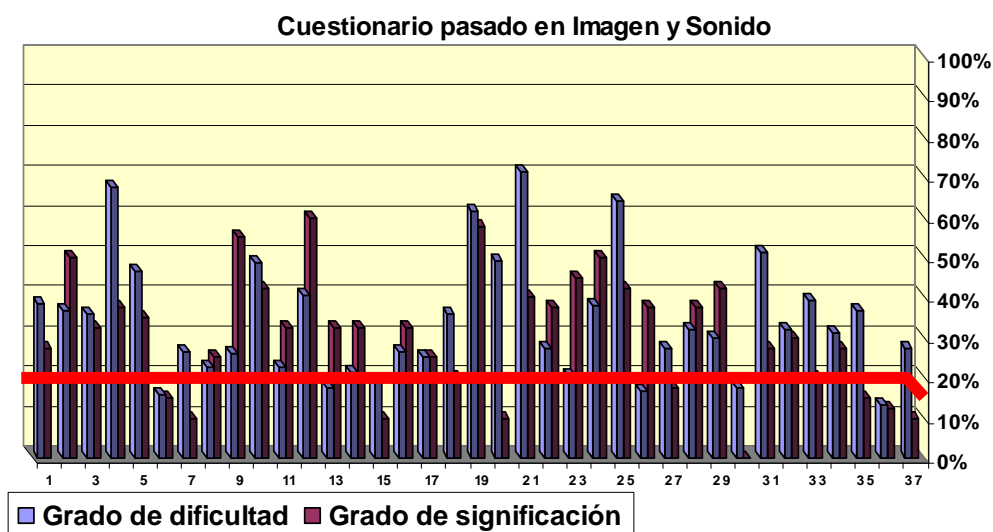


Figura 3. Grado de dificultad y de significación para el 1<sup>er</sup> cuestionario de Telecomunicaciones.

De este “preprocesado” concluimos que las preguntas incluidas en el cuestionario son apropiadas y, por tanto, podemos pasar a la fase de análisis de datos propiamente dicha.

### 3.3 Física General (Obras Públicas)

El primer cuestionario fue realizado por 201 alumnos al inicio del curso. La procedencia del alumnado es principalmente de LOGSE (85%), seguido por COU (11%), F.P (1%) y otras (3%). Hay que indicar que la mayor parte de los alumnos que comienzan los estudios universitarios actualmente han realizado su enseñanza secundaria en la LOGSE, ya que ésta se encuentra completamente implantada. El porcentaje procedente de COU está formado mayoritariamente por alumnos que acabaron su enseñanza secundaria hace más de dos años. Casi el 100 % de los alumnos evaluados tienen además la Selectividad aprobada.

De entre los alumnos que realizaron el test, había un 77% que se matriculaban por primera vez en la asignatura y un 23% que eran repetidores (Figura 4).

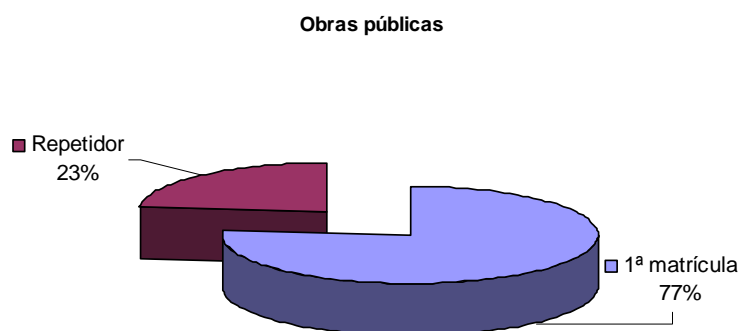


Figura 4. Porcentaje de alumnos que realizan el 1<sup>er</sup> cuestionario por repetidor/no repetidor.

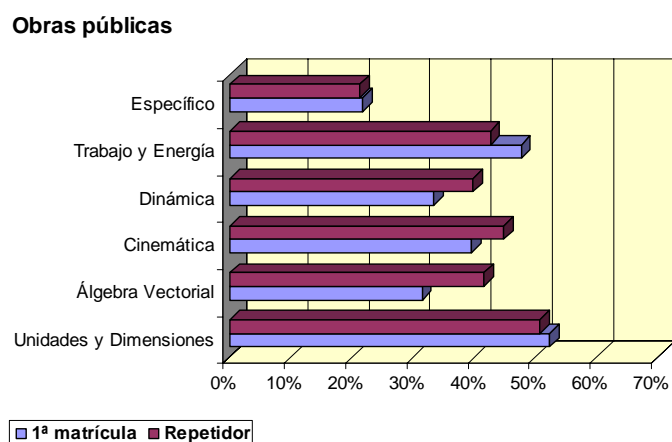


Figura 5. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1<sup>er</sup> cuestionario).

En la figura 5 se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático, teniendo en cuenta si son o no repetidores. Vemos que en todos los bloques se obtienen porcentajes menores del 50% (salvo en Unidades y Dimensiones), siendo el bloque específico el que presenta menor índice de aciertos. Por otro lado, no se aprecian diferencias entre repetidores y alumnos de primera matrícula: en tres bloques son los repetidores los que obtienen mejores resultados, y en los tres bloques restantes son los alumnos de primera matrícula.

El **segundo cuestionario** lo realizaron 135 alumnos a mediados del segundo cuatrimestre. El 98% del alumnado había realizado sus estudios de enseñanza secundaria en LOGSE o COU y un 1% en F.P. El 1% tenía otras procedencias. En la Figura 3 se observa que el 64% de los alumnos son de primera matrícula. Hay que indicar que 102 alumnos, entre ellos 25 repetidores, hicieron ambos cuestionarios. Las comparaciones entre los cuestionarios se realizarán con esta muestra de alumnos.

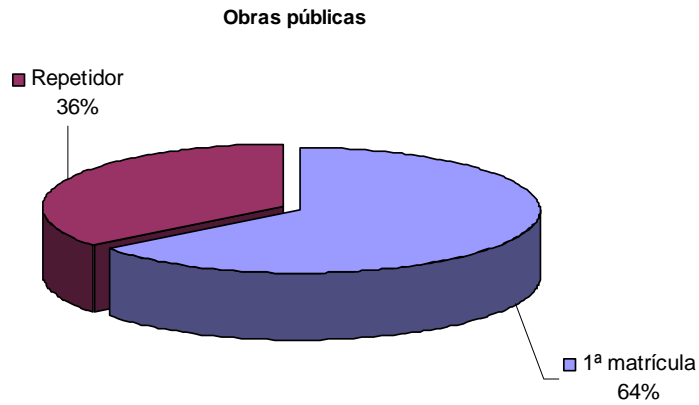


Figura 6. Porcentaje de alumnos que realizan el 2º cuestionario por repetidor/no repetidor.

Los resultados obtenidos por bloques temáticos se indican en la Figura 7. Vemos cómo en todos los bloques los resultados han mejorado notablemente salvo en Álgebra Vectorial donde han empeorado de manera sorprendente. Al igual que en el primer test, los resultados son bastantes parecidos tanto para los alumnos repetidores como para los alumnos de primera matrícula.

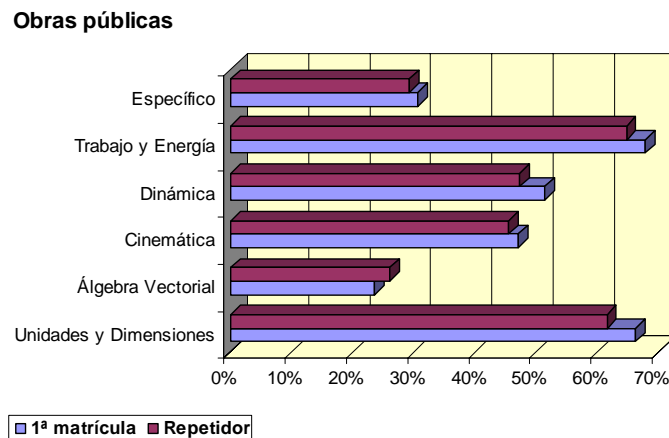


Figura 7. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (2º cuestionario).

Un último comentario sería el relativo a los alumnos procedentes de FP. Debido al bajo número de alumnos con esta procedencia (2 alumnos) los resultados pueden ser poco generalizables. En el presente curso y para los dos cuestionarios, encontramos que los alumnos de FP obtienen peores resultados que los de Bachillerato en los dos tests: en torno a un 10% o menos de aciertos. Esto coincide con los resultados que obtuvimos en el curso anterior (2002/2003).



### **Comparación de los resultados obtenidos por la muestra de los 102 alumnos en ambos tests.**

Se analizan los datos eliminando las notas inferiores que son estadísticamente indistinguibles de tests realizados al azar. Al aplicar este filtro se siguen observando las mismas pautas cualitativas que antes de su aplicación.

Se nota una considerable mejora de los resultados en todos los bloques (con la excepción de Álgebra Vectorial). Se aprecia además una diferencia significativa, con nivel de confianza superior al 95%, entre las notas medias generales de los dos tests: la media del segundo test es 0,8 puntos superior a la del primer test (3,5 y 2,7 respectivamente). Sin embargo, no se aprecian diferencias significativas (con un nivel de confianza superior a 95 %) entre las notas medias de los dos tests en función de si se trata de alumnos de 1ª matrícula o repetidores. Para ambos tests las notas medias están por debajo de 4.

Un resultado destacable, y que contrasta con el obtenido en el curso anterior, es que mientras que en el curso 2002/2003 los alumnos que habían superado la asignatura en la convocatoria de junio sólo mejoraban en medio punto la nota media obtenida en los dos tests (siendo además este resultado significativo con un bajo nivel de confianza: 90%), en este curso los alumnos que han aprobado la asignatura en la convocatoria de junio mejoran en 1,8 puntos dicho resultado, obteniendo una nota media en el segundo test de 5,7, también superior en 1,8 puntos a la media de los resultados globales del 2º test. Como explicación de estos resultados, cabe destacar que en este curso se introdujo un tema de Principios Físicos Fundamentales, y que el sistema de evaluación de la asignatura ha pasado a ser un sistema de evaluación continua: los estudiantes realizan 4 tests teórico-conceptuales a lo largo del curso, y dos exámenes parciales de problemas. Con este método, la gran mayoría (90%) de los alumnos que han realizado todas las pruebas han aprobado la asignatura en la convocatoria de junio. Este resultado indica que los conocimientos de principios físicos básicos mejoran sensiblemente los resultados en la asignatura y en los tests, y de manera muy evidente en aquellos estudiantes que siguen el programa de evaluación continua.

### **3.4 Fundamentos Físicos de la Informática**

El **primer cuestionario** fue realizado por 260 alumnos al inicio del curso. La procedencia del alumnado es principalmente de LOGSE (76%), seguido por C.O.U (15%), F.P (5%) y Otros (4%). Tal como ya comentamos en el apartado dedicado a Obras Públicas, actualmente la mayor parte de los alumnos que comienzan los estudios universitarios han realizado su enseñanza secundaria en LOGSE. El porcentaje de COU está formado

mayoritariamente por alumnos que acabaron su enseñanza secundaria hace uno o dos años. Hay que decir que prácticamente el 100% de los alumnos evaluados tienen la selectividad aprobada.

De entre los alumnos que realizaron el test, había un 72% que se matriculaban por primera vez en la asignatura y un 28% que eran repetidores (Figura 8).

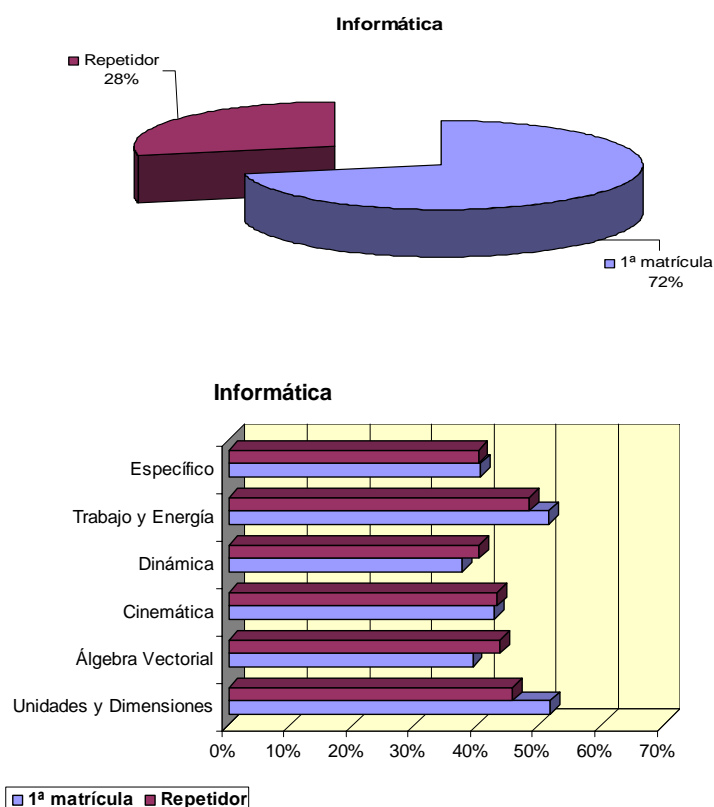


Figura 9. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1<sup>er</sup> cuestionario).

En la figura 9 se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático, teniendo en cuenta si son o no repetidores. Vemos que en todos los bloques se obtienen porcentajes entre aprox. el 40% y el 50%. No se aprecian diferencias entre los resultados de repetidores y de alumnos de primera matrícula.

Sí se obtiene que los alumnos que posteriormente aprobaron la asignatura en la convocatoria de exámenes de junio tienen mejor nota en el test que el global de alumnos. La diferencia es significativa (alrededor de un punto), al igual que en el curso pasado (2002/2003).

El **segundo cuestionario** lo realizaron 258 alumnos a mediados del segundo cuatrimestre. En la Figura 10 se observa que el 68% de los alumnos son de primera matrícula.

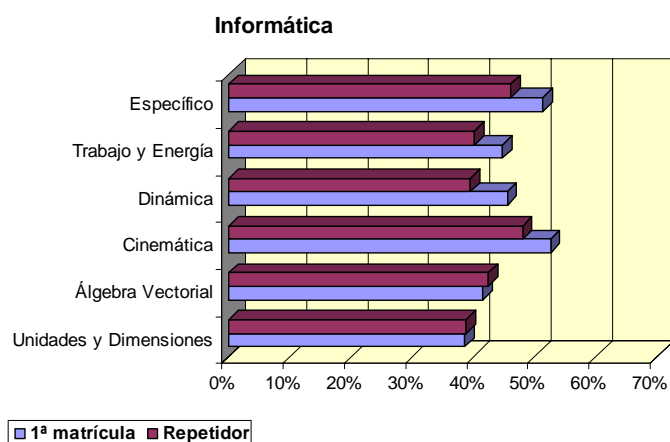
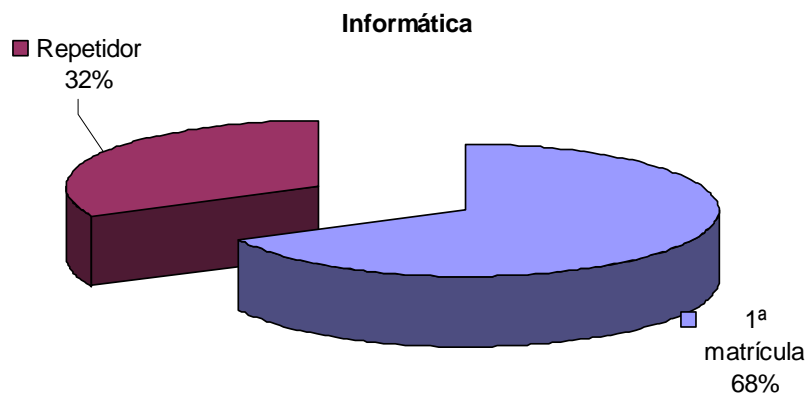


Figura 10. Porcentaje de alumnos que realizan el 2º cuestionario por repetidor/no repetidor.

En la Figura 11 vemos una cierta disparidad en la evolución del porcentaje de aprobados en los diferentes bloques. Así, los dos bloques con mayor porcentaje de aciertos en el primer test (Trabajo y Energía, y Unidades y Dimensiones) empeoran resultados, el bloque específico mejora resultados notablemente, y los tres restantes bloques mejoran ligeramente salvo en Cinemática donde la mejora es más notable. Hay que decir que la mayor parte de los contenidos sondeados en estos cuestionarios no se imparten en la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática. Por tanto, al no incidir directamente en ellos resulta lógico que no se aprecie una mejora en los resultados de los mismos. Otro factor que también puede influir es el hecho que en la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática la teoría y los problemas se han dado en el primer cuatrimestre. En el segundo cuatrimestre, que es cuando pasamos el segundo test, los alumnos sólo tienen prácticas de laboratorio. Por tanto, no están tan metidos en cuestiones de física, lo que puede hacer que su nivel vaya descendiendo paulatinamente.

Análogamente a lo que se observa en el primer test, no existen diferencias significativas entre los alumnos repetidores y no repetidores (Figura 11).

### **Comparación de los resultados obtenidos por la muestra de 163 alumnos en ambos tests.**

Hay que indicar que 163 alumnos realizaron ambos cuestionarios. Las comparaciones siguientes entre ambos cuestionarios se realizan con esta muestra de alumnos.

La nota media en ambos tests es idéntica, 3,5, siendo ligeramente superior a la media registrada en los tests pasados el curso anterior 2002/2003, donde la nota media fue de aproximadamente 3,0. Vemos que no hay mejora en la nota entre el primer y el segundo test. Esto también ocurrió el año pasado, y lo achacamos a que en Fundamentos Físicos de la Informática no incidimos de manera directa en la mayoría de los contenidos sondeados en estos cuestionarios. El que los resultados sean algo mejores que en el curso anterior puede deberse a la introducción de un bloque específico de electromagnetismo en el cuestionario, el cual sí que trabajamos en la asignatura, y el cual también parece que los alumnos controlan hasta cierto punto de su enseñanza preuniversitaria.

También queríamos indicar que tal como ya sucedía en el estudio realizado en el curso anterior, los alumnos que aprueban la asignatura (concretamente hemos analizado la convocatoria de junio) también son los que obtienen mejores resultados en los cuestionarios, con una nota media en los cuestionarios de aproximadamente 4.7.

### **3.5 Fundamentos Físicos de la Ingeniería**

El **primer cuestionario** fue realizado por 133 alumnos al inicio de curso. La procedencia del alumnado viene dada por LOGSE (69%), seguido por C.O.U (15%), F.P (8%) y otras (8%). Volvemos a comentar cómo la mayor parte de los alumnos que comienzan los estudios universitarios actualmente han realizado su enseñanza secundaria en LOGSE, ya que ésta se encuentra completamente implantada. Casi el 100% de los alumnos evaluados tienen la Selectividad aprobada.

De entre los alumnos que realizaron el test, había un 72% que se matriculaban por primera vez en la asignatura y un 28% que eran repetidores (Figura 12).

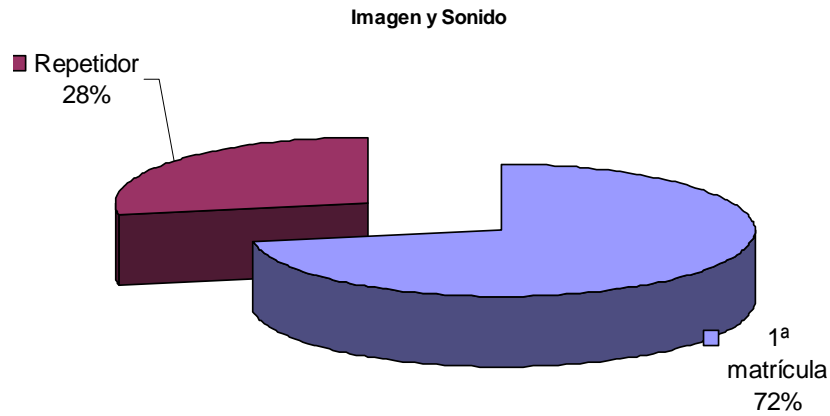


Figura 12. % de alumnos que realizan el 1<sup>er</sup> cuestionario por repetidor/no repetidor.

En los siguientes diagramas se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático si son o no repetidores (Figura 13).

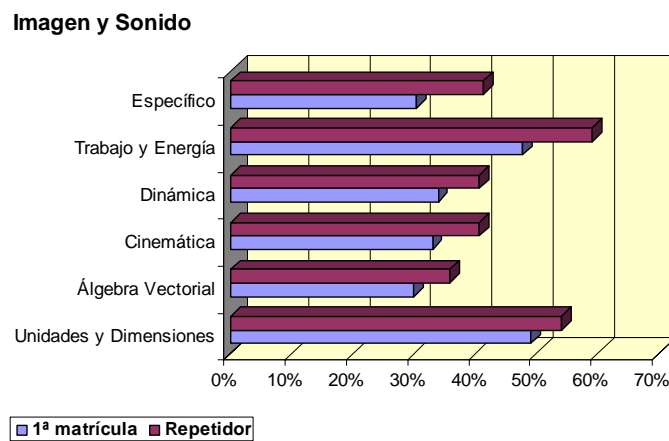


Figura 13. % de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1<sup>er</sup> cuestionario).

Como se puede observar en la Figura 13, se observan mejores resultados entre los alumnos repetidores.

El **segundo cuestionario** lo hicieron 121 alumnos a mediados del segundo cuatrimestre. En la Figura 14 se observa que el 63% de los alumnos son de primera matrícula. Hay que indicar que 92 alumnos hicieron ambos cuestionarios. Las comparaciones entre ambos cuestionarios se realizarán con esta muestra de alumnos.

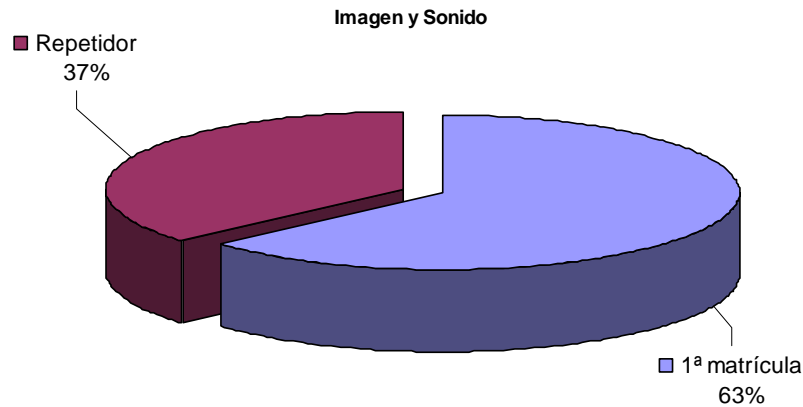


Figura 14. % de alumnos que realizan el 2º cuestionario por repetidor/no repetidor.

En los siguientes diagramas se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático, teniendo en cuenta si son o no repetidores (Figura 15).

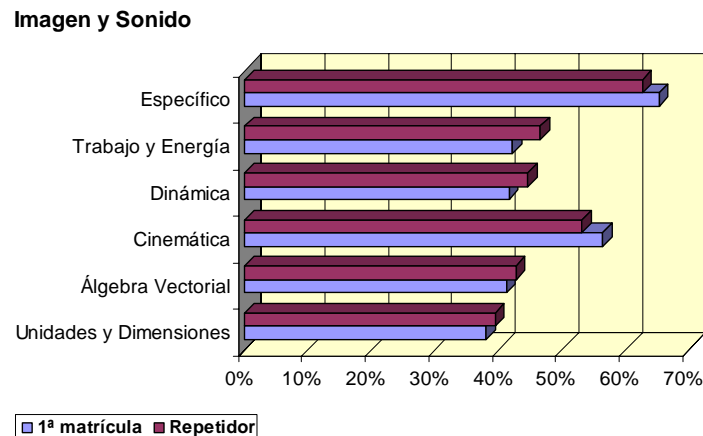


Figura 15. % de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (2º cuestionario).

Al igual que en el primer test, seguimos apreciando mejores resultados por parte de los alumnos repetidores, aunque ahora las diferencias han decrecido respecto a los alumnos de nueva matriculación. Todos los bloques mejoran a excepción de los de “Trabajo y Energía” y el de “Unidades y Dimensiones”. En especial se aprecia una mejora de un 20% en el bloque específico, lo que atestigua el aprovechamiento que los alumnos han hecho de la asignatura. Hay que comentar que en el primer cuatrimestre los alumnos tuvieron un tema de repaso de física que posiblemente ha influido en que se mejoren los resultados respecto al test del primer cuatrimestre.

Comparación de los resultados obtenidos por la muestra de los 92 alumnos en ambos tests.

Se aprecia una mejora notable entre las notas medias generales de los dos tests: la media del segundo test (3,9) es 1,1 puntos superior a la del primer test (2,8), manifestando una mejora

considerable, aunque en ambos casos las notas medias están por debajo de 4, tal como sucedía el curso anterior 2002/2003.

### 3.6 Comparación entre las 3 asignaturas

En la Figura 16 se muestran resultados correspondientes al 1<sup>er</sup> cuestionario. En la Figura 16(a) comparamos el porcentaje de aprobados de cada asignatura y en la Figura 16(b) se comparan los aciertos en cada bloque temático para cada asignatura. El porcentaje de aprobados (Figura 16(a)) es en todos los casos muy bajo. En principio, vemos (Figura 16(b)) que los bloques temáticos de Dinámica y de Álgebra Vectorial son los que producen peores resultados en las tres asignaturas.

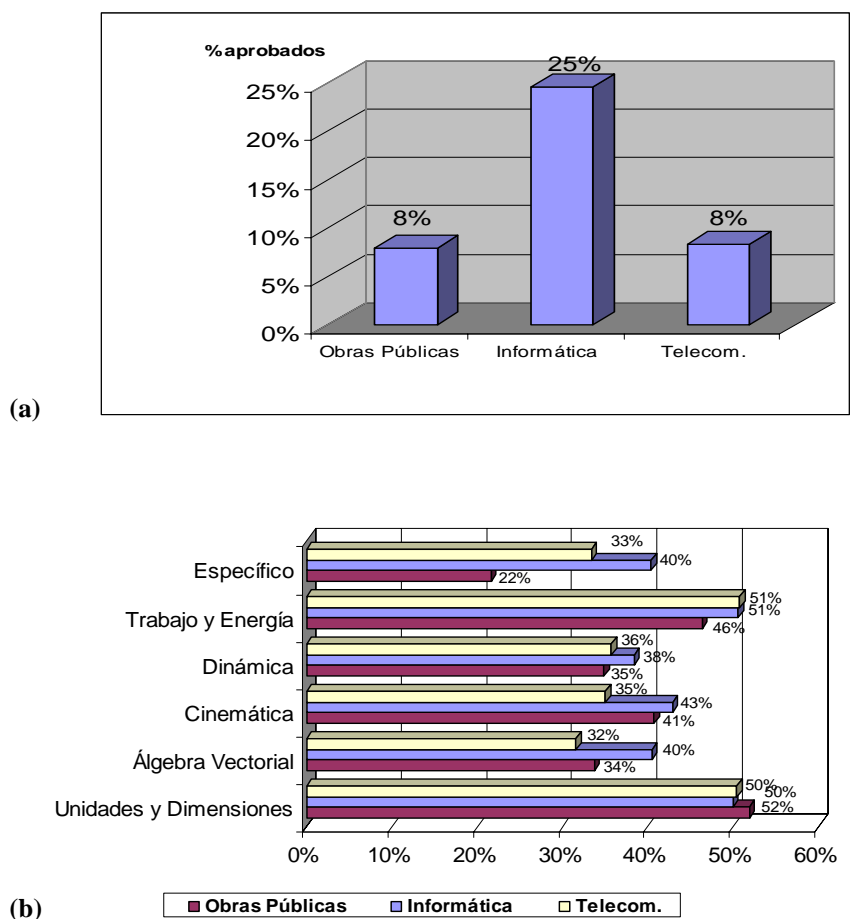


Figura 16. Comparativa de los resultados obtenidos en el 1<sup>er</sup> cuestionario para las tres asignaturas.

(a) % aprobados; (b) % de aciertos por bloques.

En la Figura 17 tenemos los resultados correspondientes al 2<sup>o</sup> cuestionario. En la Figura 17(a) y 17(b) comparamos respectivamente el porcentaje de aprobados de cada asignatura y los aciertos en cada bloque temático para cada asignatura. En la figura 17(a) se observa una clara

subida en las notas para Obras Públicas y Telecomunicaciones, que son las asignaturas que han impartido un tema inicial de repaso de cuestiones de física. Cabe decir que en estas dos titulaciones las asignaturas de física son anuales, mientras que en las titulaciones de informática es cuatrimestral (teoría y problema en el primer cuatrimestre). Esto puede hacer que a la hora de pasar el segundo cuestionario los alumnos de informática se hallen menos motivados y preparados para realizar el test, lo que afecta a los resultados.

En la Figura 17(b) observamos que los bloques temáticos peor contestados siguen siendo Dinámica y Álgebra Vectorial, a los que además se ha sumado el bloque de Cinemática.

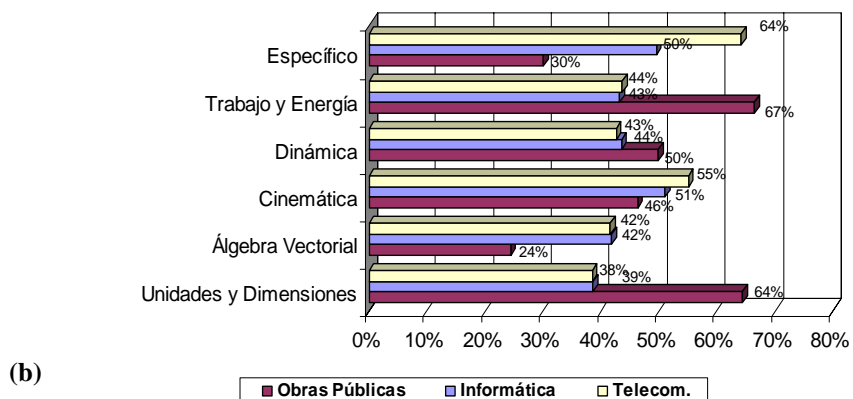
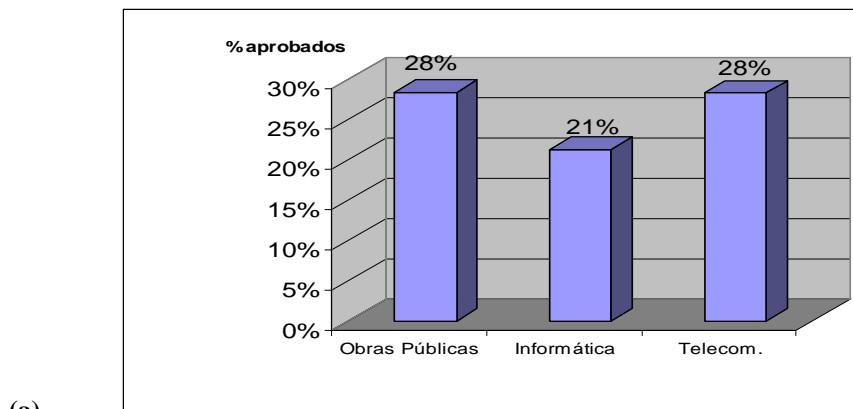


Figura 17. Comparativa de los resultados obtenidos en el 2º cuestionario para las tres asignaturas.

(a) % aprobados; (b) % de aciertos por bloques.

Por último, comentar que los resultados obtenidos en los tests del presente curso son mejores que en el curso anterior, en el que el porcentaje de aprobados fue en torno al 10% en Obras Públicas e Informática, y con un valor máximo de un 20% en el segundo test para Telecomunicaciones.



### 3.7 Asignaturas de Física cursadas en 2º de Bachillerato LOGSE

En el segundo test incluimos una serie de preguntas para conocer las asignaturas relacionadas con física que han cursado los alumnos en 2º de Bachillerato LOGSE. Queríamos ver si el haber cursado unas u otras podía hacer que hubiera un mayor porcentaje de aprobados en los tests de conocimientos previos. También hemos querido ver si haber aprobado el examen de Física en Selectividad marca alguna tendencia en las notas obtenidas en los tests.

En la figura 18 mostramos los resultados para la titulación de Obras Públicas. En la gráfica 18(a) podemos ver que la práctica totalidad de los alumnos que aprobaron el test habían cursado las asignaturas de Física y de Matemáticas en 2º de Bachillerato. Este porcentaje era inferior en el caso de los alumnos que suspendieron el test. En cuanto a los resultados en selectividad, figura 18(b), la gran mayoría de los alumnos que aprobaron el cuestionario también habían aprobado el examen de Física de Selectividad.

#### Obras Públicas

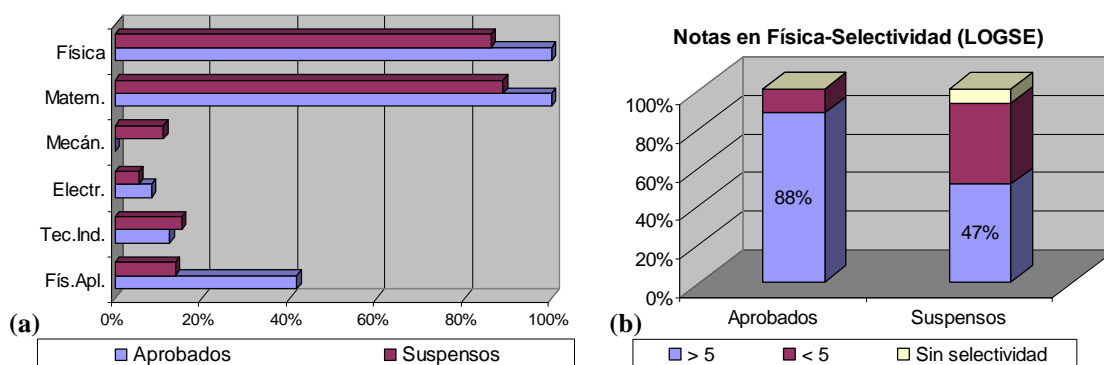


Figura 18. (a) Porcentaje de alumnos que han aprobado/suspendido el test que han cursado las diversas asignaturas relacionadas con física en 2º de Bachillerato; (b) Clasificación de los alumnos que han aprobado/suspendido el test en función de sus resultados en Física de Selectividad.

En la figura 19 mostramos los resultados para las titulaciones de Informática. Vemos - figura 19(a) - que la práctica totalidad de los alumnos, tanto los suspendidos como los que aprobaron el test, habían cursado las asignaturas de Física y de Matemáticas en 2º de Bachillerato. Un resultado que obtenemos, al igual que en Obras Públicas, es que la gran mayoría de los alumnos que aprobaron el cuestionario también habían aprobado el examen de Física de Selectividad, figura 19(b).

## Informática

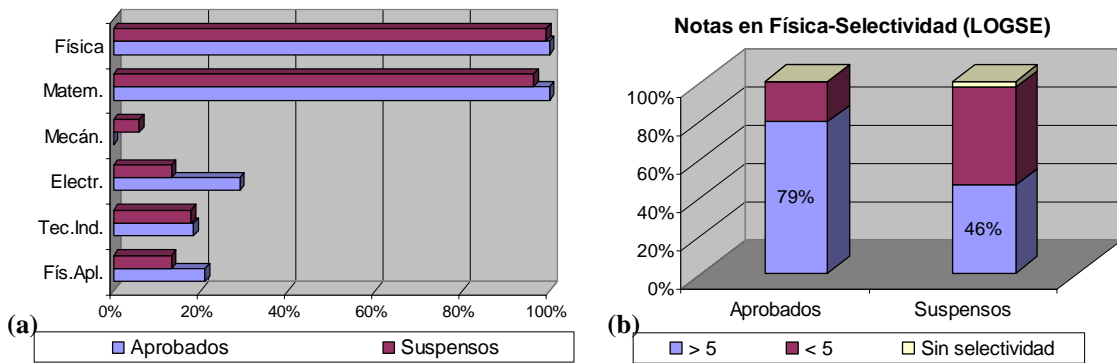


Figura 19. (a) Porcentaje de alumnos que han aprobado/suspendido el test que han cursado las diversas asignaturas relacionadas con física en 2º de Bachillerato; (b) Clasificación de los alumnos que han aprobado/suspendido el test en función de sus resultados en Física de Selectividad.

En la figura 20 mostramos los resultados para Telecomunicaciones. Vemos, figura 20(a), que la práctica totalidad de los alumnos, tanto los suspendidos como los que aprobaron el test, habían cursado las asignaturas de Física y de Matemáticas en 2º de Bachillerato. Volvemos a obtener, tal como en la dos asignaturas previas, que la gran mayoría de los alumnos que aprobaron el cuestionario también habían aprobado el examen de Física de Selectividad, figura 20(b).

## Telecomunicaciones

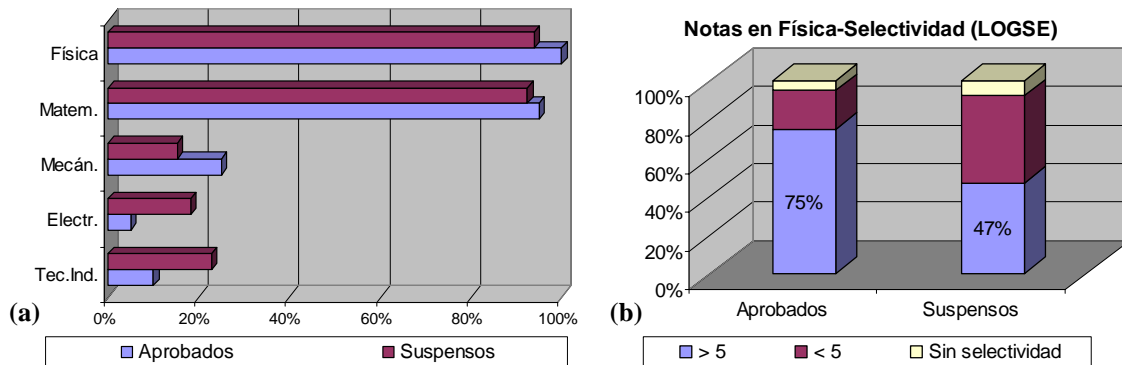


Figura 20. (a) Porcentaje de alumnos que han aprobado/suspendido el test que han cursado las diversas asignaturas relacionadas con física en 2º de Bachillerato; (b) Clasificación de los alumnos que han aprobado/suspendido el test en función de sus resultados en Física de Selectividad.

#### **4. Conclusiones y actuaciones futuras**

##### **Física General (Obras Públicas)**

##### **CONCLUSIONES**

- 1) El análisis de los resultados de los tests indica que los alumnos que acceden a la titulación lo hacen con unos conocimientos básicos de física clásica muy por debajo del mínimo necesario para seguir y cursar con éxito una asignatura de Física General de primer año de carrera. Se evidencia una significativa mejora general de estos conocimientos a lo largo del curso, siendo la nota media del segundo test superior en 0,8 a la nota del primer test, pero siguiendo la nota media por debajo de un nivel aceptable (5,0). Por otra parte, cabe recordar que el test está diseñado mayoritariamente para sondear los conocimientos generales supuestamente adquiridos previamente por los alumnos, y que el desarrollo de los contenidos del curso no incide directamente en esos conocimientos. En la modalidad de alumnos repetidores hay una leve tendencia a tener un mayor número de aciertos en todos los bloques temáticos, imputable a haber ya cursado, aparte de la asignatura de Física General, la de Mecánica y la de Cálculo.
- 2) Las medidas adoptadas en este curso, para paliar los resultados insatisfactorios de los exámenes, y para considerar los resultados evidenciados por esta misma investigación docente en los cursos anteriores, demuestran tener cierta eficacia. De hecho, la introducción de un tema de “Principios Físicos Fundamentales”, y de la evaluación continua a lo largo del curso, manifiestan su eficacia, siendo la mejora de los resultados en los bloques de Trabajo y Energía, de Unidades y Dimensiones, y, en menor medida, de Dinámica, la más destacada de entre las 3 asignaturas analizadas en este trabajo.
- 3) Se observa que un factor determinante para aprobar el cuestionario es el hecho de que el alumno haya aprobado el examen de Física en Selectividad. De alguna manera, este resultado ya demuestra una preparación razonable para abordar nuestras asignaturas.

##### **ACTUACIONES FUTURAS**

- 1) Se mantendrá, en el temario, una introducción a los principios físicos fundamentales, aunque reducida con respecto al curso pasado, por la imposibilidad de compatibilizar el desarrollo del extenso temario con la necesidad de insistir sobre principios que deberían de haber sido adquiridos en las anteriores etapas del desarrollo educativo de los estudiantes.

- 2) Se mantendrá el método evaluación continua, y se intentará potenciarlo con la evaluación de trabajos y problemas realizados por los alumnos a lo largo del curso.
- 3) Se estimulará la interacción del alumnado con el profesorado a través de las tutorías.

### ***Fundamentos Físicos de la Informática***

#### **CONCLUSIONES**

- 1) Si comparamos los resultados obtenidos en las dos pruebas podemos decir que los resultados son similares y, por tanto, confirmar que estamos evaluando conocimientos consolidados con anterioridad al estudio de la asignatura. En el caso particular de Informática, este resultado es razonable ya que los bloques temáticos que componen la asignatura (electromagnetismo, teoría de circuitos y fundamentos de estado sólido y electrónica) son distintos a los estrictamente tratados por el test, salvo lo que sería el bloque específico incluido en el presente curso.
- 2) Nuestra opción, incluir gradualmente y a medida que se necesitaban los conocimientos previos necesarios para abordar la asignatura, no parece ser muy eficaz (al menos de cara a estos cuestionarios).
- 3) Se observa que un factor determinante para aprobar el cuestionario es el hecho de que el alumno haya aprobado el examen de Física en Selectividad. De alguna manera, este resultado ya demuestra una preparación razonable para abordar nuestras asignaturas

#### **ACTUACIONES FUTURAS**

- 1) Por falta de tiempo material no hemos planteado la introducción de un tema inicial de conocimientos previos, así que seguiremos con nuestra estrategia “imperfecta” de ir introduciendo aquello que se necesite de manera gradual. Somos conscientes que con este método no podemos incidir de manera efectiva en los conocimientos previos evaluados en estos cuestionarios. Una posible solución sería ofertar una asignatura de libre configuración centrada en cubrir estos conocimientos previos. Esta asignatura tendría muy pocos créditos, al estilo de las asignaturas ofertadas en este sentido en la Facultad de Ciencias o en Ing. Téc. de Telecomunicaciones.
- 2) En este nuevo curso (2004-2005) hemos realizado numerosas modificaciones en nuestra asignatura. Por un lado, el programa se ha adaptado más al perfil del titulado de Informática, siguiendo además las recomendaciones del ICE en cuanto a las guías docentes acordes con la implantación de los créditos ECTS. Este trabajo está recogido en la red

docente del curso 2003/2004 “Grupo de trabajo para la implantación del sistema de créditos ECTS en las asignaturas de primer curso de Ingeniería Informática” [5], formada por las asignaturas de 1<sup>er</sup> curso de Informática con el objetivo de prepararse para la implantación de los créditos ECTS. También se han realizado cambios metodológicos en los turnos de problemas reducidos, pretendiendo enfocar dichos turnos a la asimilación de la estrategia de resolución de problemas trabajando pocos problemas pero de manera más intensiva, y dejando de lado la revisión extensiva de un gran número de problemas que hemos visto que no ha sido del todo efectiva. Además, hemos introducido variaciones en el sistema de evaluación teniendo ahora un carácter más cercano a la evaluación continua. Esperamos que de este modo el alumno estudie de manera más gradual, y que también de este modo trabaje más tiempo del que hace ahora la asignatura fuera del aula. Tal como comentamos en la ref. [5] el alumno dedica un tiempo totalmente insuficiente al estudio de la asignatura fuera del aula.

### ***Fundamentos Físicos de la Ingeniería***

#### **CONCLUSIONES**

- 1) Observamos una gran diferencia entre los resultados obtenidos en los dos cuestionarios. El segundo ofrece una mejora significativa en la nota global del test, y también en la mayoría de los bloques temáticos. Debe destacarse que los estudiantes repetidores obtienen mejores resultados en ambos cuestionarios.
- 2) Se observa que un factor determinante para aprobar el cuestionario es el hecho de que el alumno haya aprobado el examen de Física en Selectividad. De alguna manera, este resultado ya demuestra una preparación razonable para abordar nuestras asignaturas.
- 3) Durante el curso se realizaron una serie de controles, sistema de evaluación continuo sobre conocimientos muy básicos impartidos en el curso. Esto permitió mejorar sus calificaciones a los estudiantes que generalmente se presentan al examen final.

#### **ACTUACIONES FUTURAS**

- 1) Este curso se impartirá un curso de libre elección denominado “Introducción a los fundamentos Físicos de la Ingeniería”. Éste se impartirá durante las primeras cuatro semanas del curso y consta de dos créditos. El objetivo es fortalecer las bases de los conocimientos previos que deben tener los estudiantes antes de comenzar la asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería. Al concluir el curso de iniciación, y en la quinta semana del curso académico dentro de la asignatura de Fundamentos Físicos de la

Ingeniería, se realizará un test para evaluar el nivel de conocimientos previos. De este modo queremos estimar la repercusión que el curso de Introducción ha tenido en los estudiantes que lo han cursado y aprobado respecto a los que no lo han realizado.

- 2) Con el objetivo de prepararnos para la implantación de los créditos ECTS, se realizará un seguimiento por temas del tiempo individual dedicado por los alumnos. Paralelamente, se propone una evaluación al finalizar cada tema sobre uno de los problemas propuestos y resueltos por el profesor, que aparecen colgados previamente en el Campus virtual. Dichas calificaciones nos permitirán comparar el tiempo dedicado por los estudiantes con los conocimientos mínimos y necesarios que deben aprender en los diferentes temas del curso.

## **5. Valoración final**

El proyecto desarrollado en la red a lo largo de los dos últimos años relativo a los conocimientos previos de los alumnos de primer curso creemos que ya ha sido cubierto. Hemos sondeado dichos conocimientos y hemos llegado a evidencias cuantitativas del nivel con el que los alumnos llegan a la universidad. También hemos visto que las estrategias de introducir temas iniciales de repaso de física, y adoptar sistemas tendentes a una evaluación continua parecen mejorar los resultados en estos cuestionarios.

Creemos que ha sido muy valiosa la dinámica de trabajo en red colaborativa que fomenta el espíritu crítico en torno a nuestra labor docente y que permite el intercambio de experiencias y aprendizajes entre nosotros.

## 6. Bibliografía

- [1] Beléndez Vázquez, A.; Bleda Pérez, S.; Durá Domenech, A.; Hernández Prados, A.; Marco Tobarra, A; Márquez Ruiz, A.; Martín García, A.; Moreno Marín, J. C.; Neipp López, C.; Rodes Roca, J. J.; Rosa Herranz, J.; Torrejón Vázquez, J. M.; Yebra Calleja, M<sup>a</sup> S. y Vera Guarinos, J. (2003). Investigación docente sobre la enseñanza de las materias de Física en las titulaciones técnicas. *Memoria de la red docente del mismo nombre*.
- [2] Márquez Ruiz, A.; Álvarez López, M.; Beléndez Vázquez, A.; Campo Bagatín, A.; Hernández Prados, A.; Marco Tobarra, A; Martín García, A.; Rosa Herranz, J.; Torrejón Vázquez, J. M. y Yebra Calleja, M<sup>a</sup> Soledad (2004). Investigación docente sobre la enseñanza de las materias de Física en titulaciones de ingeniería. *Memoria de la red docente del mismo nombre (editado en CD, con ISBN: 84-86980-06-2)*
- [3] Mills, D. (1999). *Test Bank*, New York: W.H.Freeman and Company.
- [4] Contreras, E. (1997). Capítulo 4: Análisis de la calidad de las pruebas de evaluación. En *Derechos de los Alumnos Universitarios ante la Evaluación de sus Aprendizajes* (pp. 105-129). Material editado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante.
- [5] Grupo de trabajo para la implantación del sistema de créditos ECTS en las asignaturas de primer curso de Ingeniería Informática. *Memoria de la red docente del mismo nombre del curso 2003/04*.
- [6] López Cachero, M. (1996). *Fundamentos y métodos de estadística*, Madrid: Ediciones Pirámide.