

ESPACIOS DE INVESTIGACIÓN EN LA PROFESIONALIZACIÓN DOCENTE UNIVERSITARIA

G. Bernabeu Pastor y N. Sauleda Parés (Edits.)
ICE/Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad
Universidad de Alicante



Esta publicación no puede ser reproducida, ni totalmente ni parcialmente, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información, ya sea fotomecánico, electrónico, por fotocopia o cualquier otro medio, sin el permiso previo de los propietarios de copyright.

© del texto: Los autores

© de esta edición: Editorial Marfil, S.A.
C/ San Eloy, 17 • 03804 Alcoy
Tel.: 96 552 33 11 • Fax: 96 552 34 96
e-mail: editorialmarfil@editorialmarfil.com

Universidad de Alicante
Campus de Sant Vicent del Raspeig
03080 Alicante

Foto portada: A. Giner Gomis. Universidad de Alicante

I.S.B.N.: 84-268-1227-9

Depósito legal: A-840-2004

Fotomecánica, fotocomposición e impresión:
Artes Gráficas Alcoy, S.A. • San Eloy, 17 • 03804 ALCOY



3.3. INVESTIGACIÓN DOCENTE SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN TITULACIONES DE INGENIERÍA (2002-03)

A. Márquez Ruiz; 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^a S. Yebra Calleja

*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Universidad de Alicante*

RESUMEN

La motivación del presente trabajo es el *elevado nivel de suspensos y de alumnos no presentados* a los exámenes correspondientes a las asignaturas de *Física de 1^{er} curso* de las *titulaciones técnicas* de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante. Nos hemos centrado en el estudio y análisis de los *conocimientos previos* de los alumnos de 3 ingenierías diferentes mediante la realización de *cuestionarios de respuestas múltiples*. El análisis de los resultados refleja una *mala base de conocimientos básicos de Física*, que representa un serio obstáculo para que el estudiante pueda asimilar los nuevos contenidos que impartimos en nuestras materias. Verificamos que los alumnos que aprueban las asignaturas acostumbran a tener un mejor nivel de conocimientos previos. Una de las medidas tomadas a partir de este trabajo ha sido la *adición o el refuerzo en los temarios de aquellos contenidos asentados de manera deficiente* en el alumno.

1. INTRODUCCIÓN

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. Nosotros nos centramos en el estudio de 5 de estas titulaciones. 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. Vemos cómo las tres titulaciones de informática comparten la misma asignatura: *Fundamentos Físicos de la Informática*. Así nuestra red engloba 5 titulaciones y 3 asignaturas.

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

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

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 2001-02. 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 por-

centaje de alumnos que superó las asignaturas, por un lado en relación al total de matriculados y por otro lado en relación al número de presentados.

En primer lugar, vemos que hay un elevado número de no presentados (aprox. 50%). En segundo lugar, el número de alumnos que no superan la asignatura es muy elevado (en relación a la matrícula). Por otro lado, vemos que dicho número de suspensos no es tan dramático si lo comparamos con el número de presentados. En conjunto, se hace patente la necesidad de analizar las posibles causas de estos malos resultados y estudiar estrategias que incidan en un proceso de enseñanza/aprendizaje más efectivo de la Física en las titulaciones de ingeniería.

Dentro de las posibles causas tanto del bajo número de presentados como del bajo número de aprobados nos centraremos en una concreta y que nos parece que puede resultar muy importante: el *nivel de conocimientos previos de física básica* que tiene el alumno. En un primer curso de universidad la procedencia y variedad del alumnado es muy amplia: alumnos con/sin selectividad, procedentes de bachillerato LOGSE o de COU o de Formación Profesional (FP). 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.

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

Tabla 2. *Presentados y aptos de las diversas asignaturas analizadas en el memoria.*

A continuación se muestran los bloques temáticos en que se dividen los programas de las asignaturas bajo estudio:

Física General

- I.– INTRODUCCIÓN (ANÁLISIS DIMENSIONAL, CAMPOS ESCALARES Y VECTORIALES)
- II.– OSCILACIONES Y ONDAS
- III.– FLUIDOS
- IV.– CALOR Y TERMODINÁMICA
- V.– ELECTROMAGNETISMO Y ÓPTICA

Fundamentos Físicos de la Informática

- I.– ELECTROMAGNETISMO
- II.– TEORÍA DE CIRCUITOS
- III.– FUNDAMENTOS DE ESTADO SÓLIDO Y ELÉCTRONICA

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, desarrollado a lo largo del curso 2002/03, pretendemos identificar el nivel de conocimientos previos que presentan los alumnos en función de su procedencia. Concretamente, sondeamos 5 temas básicos que generalmente se dan por conocidos: *Unidades y Dimensiones, Álgebra Vectorial, Cinemática, Dinámica, y Trabajo y Energía*. Este análisis nos servirá como herramienta para razonar posibles cambios en la metodología y contenidos de las diferentes titulaciones.

2. MÉTODO

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:

- A. elaboración de los cuestionarios de respuesta múltiple.** Hemos elaborado un cuestionario con 35 preguntas [2], con 5 opciones por pregunta.

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 [3]. 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 y elaboramos las estadísticas correspondientes [4] según diferentes *criterios*: por titulación, procedencia (COU/LOGSE/FP), con/sin selectividad, repetidor/no repetidor, por bloque temático.

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. Esta toma de datos se volvió a repetir en el segundo cuatrimestre, en el mes de abril. 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. El tiempo del que disponían para realizar el cuestionario era de unos 55 minutos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. TOMA DE DATOS Y PROCESO DE ANÁLISIS

Recordamos que pasamos el mismo cuestionario dos veces a lo largo del curso 2002/03: a principios de curso (lo llamaremos 1º cuestionario), y en el 2º cuatrimestre (lo llamaremos 2º 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 1º cuestionario fue realizado por 659 alumnos y el 2º cuestionario por 617 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.

A continuación, sección 3.2, mostraremos los resultados del “preprocesado” para los dos cuestionarios. Luego, pasaremos revisión a una pequeña parte del total de análisis realizados y de resultados obtenidos. Presentaremos, sección 3.3, la comparación entre los resultados obtenidos en el 1º cuestionario y en el 2º cuestionario para las tres asignaturas. Luego, sección 3.4, mostraremos más detalladamente los resultados obtenidos en el 1º cuestionario correspondiente a

Física General de Obras Públicas, para que sirva de ejemplo del tipo de análisis realizados en las tres titulaciones y para los dos cuestionarios.

3.2. GRADO DE DIFICULTAD Y GRADO DE SIGNIFICACIÓN DE LOS DOS CUESTIONARIOS

Inicialmente analizamos el *grado de dificultad y significación* [3] (“preprocesado”) de cada una de las 35 preguntas del cuestionario para detectar preguntas mal redactadas o inapropiadas. En la Figura 1, mostramos los resultados correspondiente a cada una de las 35 preguntas del 1^{er} cuestionario pasado a los alumnos. En la Figura 2 se muestra para el 2^o cuestionario.

La línea roja marca aproximadamente el punto a partir del cual la pregunta se puede considerar muy difícil (grado de dificultad) porque el n^o 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.

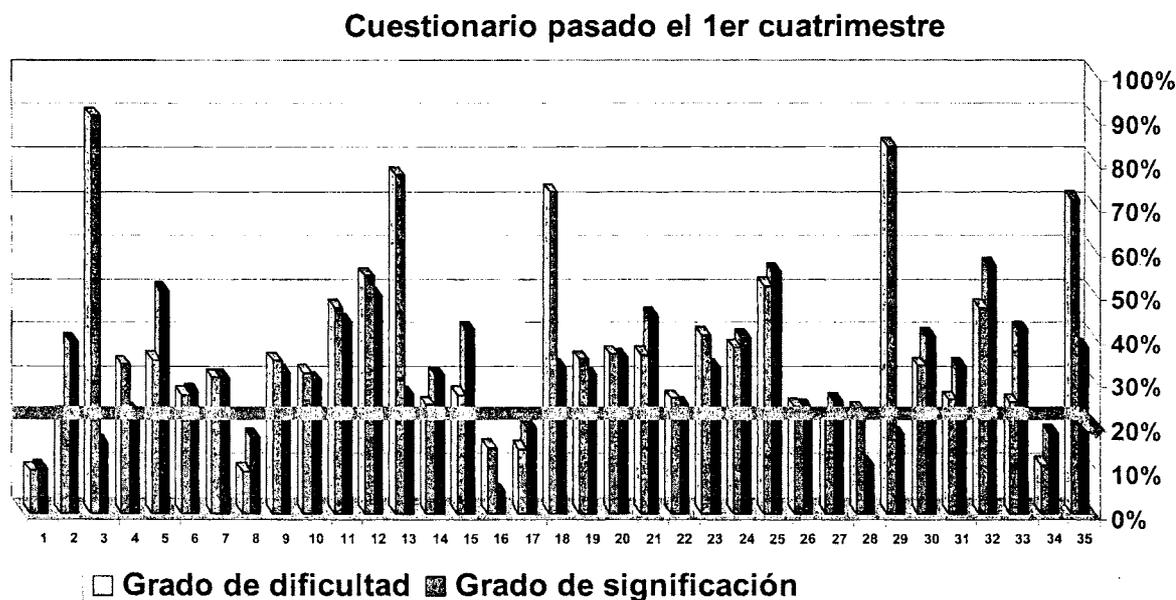


Figura 1. Grado de dificultad y grado de significación para el 1^{er} cuestionario.

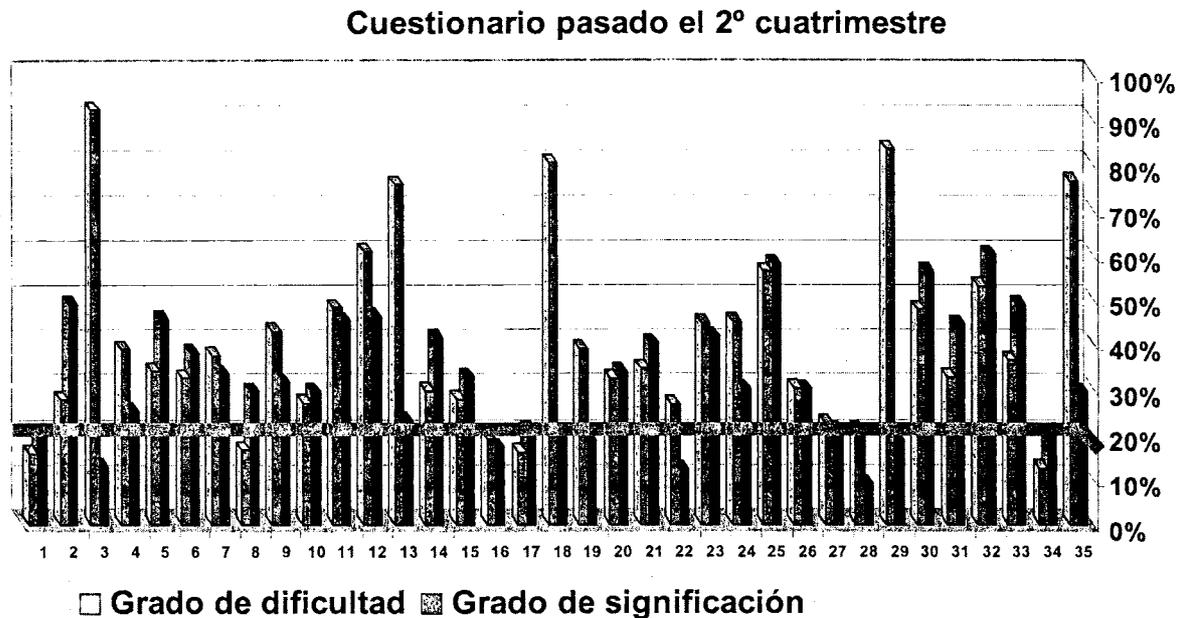


Figura 2. Grado de dificultad y grado de significación para el 2º cuestionario.

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. Sin embargo, para próximos cuestionarios deberemos revisar las preguntas que en este caso han tenido menor grado de significación ya que en algún caso el enunciado es mejorable.

3.3. COMPARACIÓN ENTRE LAS 3 ASIGNATURAS.

En la Figura 3 se muestran resultados correspondientes al 1º cuestionario. En la Figura 3(a) comparamos el porcentaje de aprobados de cada asignatura y en la Figura 3(b) se comparan los aciertos en cada bloque temático para cada asignatura. El porcentaje de aprobados (Figura 3(a)) es en todos los casos muy bajo, especialmente en Telecomunicaciones. Del mismo modo, Telecomunicaciones también obtiene resultados notablemente inferiores en cada uno de los bloques temáticos (Figura 3(b)). En principio, vemos (Figura 3(b)) que los bloques temáticos de Dinámica y de Álgebra Vectorial son los que producen peores resultados en las tres asignaturas.

En la Figura 4, tenemos los resultados correspondientes al 2º cuestionario. En la Figura 4(a) y 4(b), comparamos respectivamente el porcentaje de aprobados de cada asignatura y los aciertos en cada bloque temático para cada asignatura. El porcentaje de aprobados (Figura 4(a)) ha aumentado ligeramente en Obras Públicas y en Informática respecto al 1er cuestionario. El cambio espectacular se da en Telecomunicaciones donde el porcentaje de aprobados es ahora

del 20%. En la Figura 4(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.

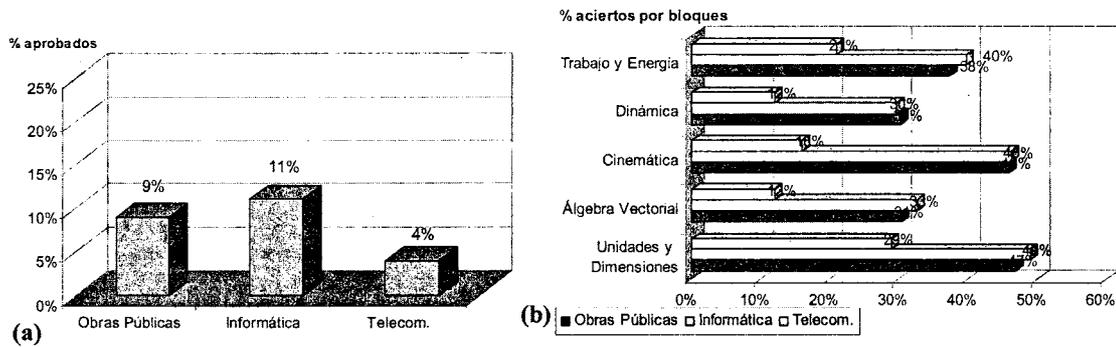


Figura 3. Comparativa de los resultados obtenidos en el 1er cuestionario para las tres asignaturas. (a) % aprobados; (b) % de aciertos por bloques.

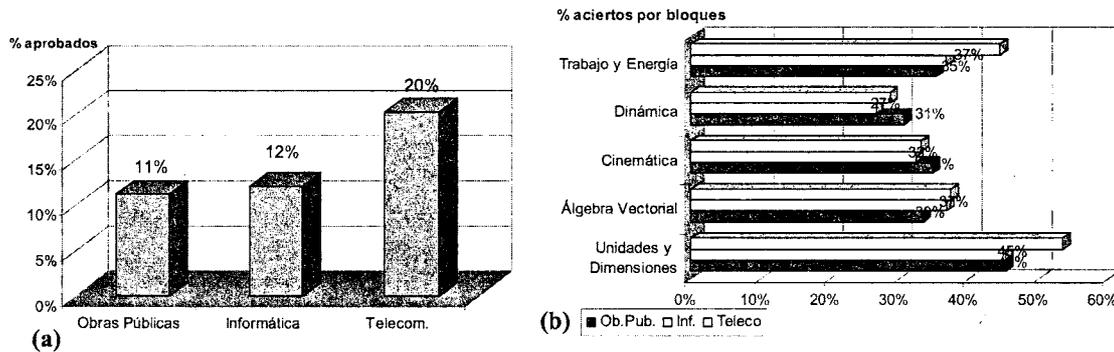


Figura 4. Comparativa de los resultados obtenidos en el 2o cuestionario para las tres asignaturas. (a) % aprobados; (b) % de aciertos por bloques.

Por último, decir que las 5 titulaciones analizadas en esta memoria presentan una nota de corte de Selectividad bastante parecida, oscilando entre 5,31 de Ingeniería en Informática y 5,78 de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (datos correspondientes a las pruebas de Selectividad de junio de 2003). Esto nos puede indicar que en principio no debería haber una diferencia de nivel inicial demasiado grande entre los estudiantes que acceden a las diferentes titulaciones.

3.4. FÍSICA GENERAL (OBRAS PÚBLICAS).

El primer cuestionario fue realizado por 140 alumnos. La procedencia del alumnado se puede observar en la Figura 5. 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 comple-

tamente implantada. El porcentaje procedente de COU está formado mayoritariamente por alumnos que acabaron su enseñanza secundaria hace dos o tres años. Casi el 100 % de los alumnos evaluados tienen la Selectividad aprobada.

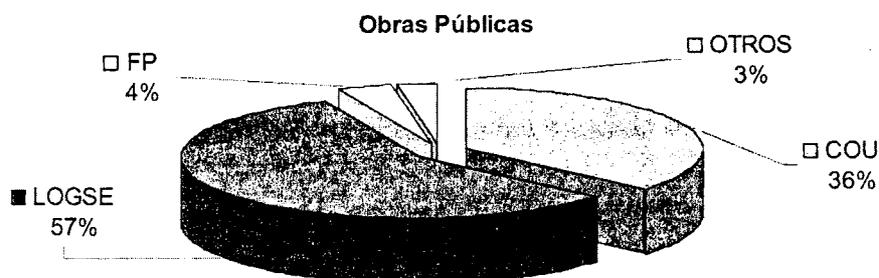


Figura 5. % de alumnos que realizan el 1^{er} cuestionario por procedencia.

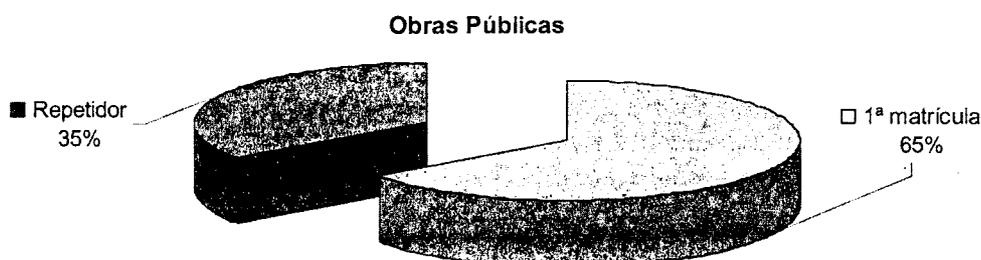


Figura 6. % de alumnos que realizan el 1^{er} cuestionario por repetidor/no repetidor.

De entre los alumnos que realizaron el test, había un 65% que se matriculaban por primera vez en la asignatura y un 35% que eran repetidores (Figura 6). En los siguientes diagramas se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático, teniendo en cuenta la procedencia (Figura 7) y si son o no repetidores (Figura 8).

Como se puede observar en la Figura 7, entre los alumnos que proceden de LOGSE y de COU no hay una diferencia apreciable en los porcentajes de aciertos. Para los alumnos procedentes de F.P., los porcentajes obtenidos son inferiores entre el 5 y el 10% respecto a los alumnos de otros grupos. En la Figura 8 se observa una diferencia entre los alumnos repetidores y los no repetidores en el primer test, que obtienen mayores porcentajes de aciertos especialmente en los bloques de Álgebra Vectorial y de Unidades.

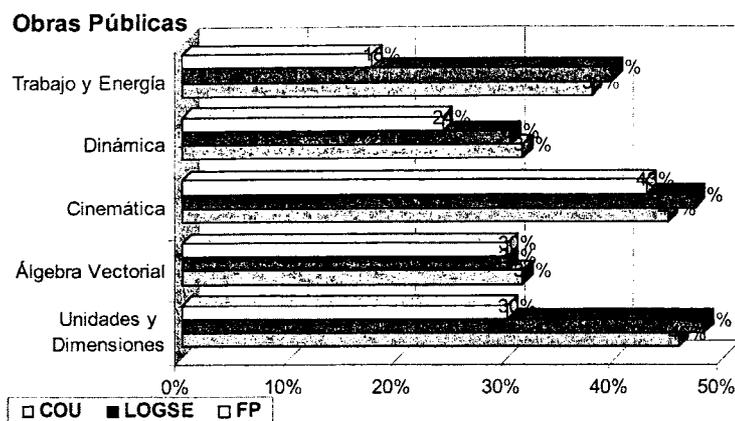


Figura 7. % de aciertos en cada bloque por procedencia (1er cuestionario).

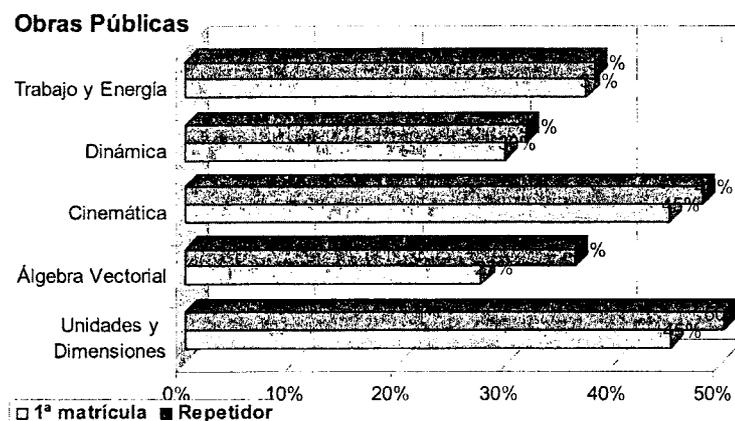


Figura 8. % de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1er cuestionario).

4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

4.1. CONCLUSIONES

En Obras Públicas, el análisis de los resultados de los tests indican 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 leve mejora general de estos conocimientos a lo largo del curso, siendo la nota media del segundo test superior en 0,4 a la nota del primer test, pero siguiendo la nota media ampliamente por debajo de un nivel aceptable (5,0). Por otra parte, cabe recordar que el test está diseñado 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.

El curso de Física General de Obras Públicas debería afianzar los conocimientos generales de Física de los alumnos y profundizar en aquellos temas que constituirán el fundamento de los conocimientos teórico y técnicos a adquirir en los cursos siguientes. Los resultados de este test, y los datos de fracaso académico (alto número de suspensos y no presentados en los exámenes) evidencian la necesidad de adaptar la asignatura de forma que los alumnos adquieran una serie de conceptos fundamentales en Física y algunas habilidades específicas.

En las titulaciones de Informática, 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 principio, es razonable este resultado 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.

En el caso de Fundamentos Físicos de la Ingeniería (Ing. Téc. de Telecomunicaciones), observamos una gran diferencia entre los resultados obtenidos en los dos cuestionarios con una clara mejoría en el 2º. No nos queda claro el motivo de esta mejoría tan notable. En particular no somos capaces de explicar los resultados tan negativos registrados en el 1º cuestionario.

4.2. ACTUACIONES FUTURAS

Para el curso siguiente, se considera útil modificar la estructura del test, introduciendo una parte de preguntas estrictamente relacionada con los contenidos específicos de cada una de las 3 asignaturas analizadas.

Se incluirán en el temario los conocimientos básicos necesarios para la comprensión de cada tema, cuya carencia ha sido detectada por los tests. Se han escogido dos estrategias diferentes. Por un lado, en las titulaciones de informática y en la de telecomunicaciones se incluirán los conocimientos básicos de manera gradual a lo largo del curso, escogiendo los momentos en los que estos contenidos sean necesarios para poder abordar nuevos puntos de la asignatura. En cambio, los profesores responsables en Obras Públicas optan por introducir estos contenidos en un tema previo en el temario.

5. 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^a 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] MILLS, D. (1999). *Test Bank*, New York: W.H.Freeman and Company.
- [3] 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.
- [4] LÓPEZ CACHERO, M. (1996). *Fundamentos y métodos de estadística*, Madrid: Ediciones Pirámide.