

2005



Universitat d'Alacant

Vicerectorat de Qualitat i Harmonització Europea
Institut de Ciències de l'Educació - ICE

Editors
M.A. Martínez Ruiz
y V. Carrasco Embuena

ISBN 84-689-3730-4
D.L. A-775-2005

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN TITULACIONES DE INGENIERÍA

A. Campo Bagatín, A. Márquez Ruíz, M. Álvarez López, A. Beléndez Vázquez, A. Hernández Prados, S. Galego Rico, A. Marco Tobarra, A. Martín García, D. Mendez Alcaraz, M.F. ortuño Sanchez, J. Rosa Herranz, J.M. Torrejón Vázquez, M.S. Yebra Calleja.

*Departamento 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 de las asignaturas de Física de las titulaciones de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, nos indujo, en el curso 2001/02 y 2002/03, a investigar las causas de tales resultados. El presente estudio, realizado a lo largo del curso 2003/2004, es la continuación y la conclusión de dicha investigación. Así mismo se incluyen aquellas conclusiones que ya pueden extraerse de las actuaciones llevadas a cabo en el presente curso 2004/05.

Hemos decidido centrarnos en el estudio y análisis de los conocimientos previos de los alumnos que acceden al primer curso. Escogimos la realización de cuestionarios de respuestas múltiples como herramienta de análisis de los conocimientos previos.

A partir de los resultados obtenidos, se han insertado temas en los programas de alguna de las asignaturas, y se han realizado cursos de contenidos directamente relacionados con los principios básicos, lo que ha mejorado sensiblemente los resultados de los tests realizados a finales de curso, aún sin llegar, en general, a un nivel medio suficiente.

Por otra parte, en alguna de las asignaturas introducimos un sistema de evaluación continua, que ha proporcionado unos resultados satisfactorios.

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 2001/02 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 curso (2002/03) decidimos subdividir la red inicial en dos subredes independientes para tener mayor operatividad. Las asignaturas de Física de primer curso de las 5 titulaciones de Ingeniería 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 del presente trabajo.

<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 (notablemente superior al 50% de los alumnos presentados a todas las convocatorias de cada curso) y de alumnos no presentados (alrededor del 50%) 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]. 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.

Dentro de las posibles causas, tanto del bajo número de presentados, como del bajo número de aprobados, nos concentramos en una concreta y que puede resultar determinante: el nivel de conocimientos previos de Física Básica que tienen los alumnos que acceden al primer curso. El esfuerzo que deben realizar los alumnos es 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 2003/04:

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 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 tenga un perfil diferenciado, y el programa de la asignatura de Física sea diferente en cada una de ellas, sí que existen una serie de conocimientos previos que se les suponen a los alumnos. Concretamente, pretendemos sondear 5 temas básicos: Unidades y Dimensiones, Álgebra Vectorial, Cinemática, Dinámica, y Trabajo y Energía. Este análisis nos servirá como punto de partida para plantear los cambios en la metodología y en los contenidos de las diferentes titulaciones que se han ido llevando a cabo progresivamente en las distintas asignaturas como consecuencia de los resultados obtenidos en los primeros dos años de la investigación.

En la asignatura de Física General (FG) de la titulación de Ingeniería Técnica de obras Públicas (ITOP), en el curso 2003/04, se ha introducido un tema específico sobre los principios básicos de la física, de aproximadamente un mes de duración.

Así mismo se han introducido 4 pruebas de evaluación (en 2003/04; 3 en 2004/05) de los conocimientos teórico-conceptuales sobre los contenidos de la asignatura, consistentes en tests de respuesta múltiple sobre los argumentos tratados. A estos se suman las dos pruebas de resolución de problemas que se realizan a mitad y a final de curso. El peso relativo de estas pruebas son, respectivamente, de un 30% para los tests teórico-conceptuales y de un 50% para los problemas; el restante 20% corresponde a las prácticas de laboratorio.

En la asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería (FFI), en la titulación de Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones (ITTSI) se implantó una nueva asignatura en el curso 2004/05: Introducción a los Fundamentos Físicos de la Ingeniería ("Curso 0" de FFI). El objetivo de ésta es servir de puente entre la enseñanza preuniversitaria y la Física de primer curso. Esta asignatura es de libre configuración, consta de 2 créditos y se realiza en el primer mes de curso. La matrícula en dicha asignatura está abierta a todos los estudiantes matriculados en FFI de ITTSI.

Se exponen los siguientes resultados:

- a) Tests de conocimientos previos realizados a los alumnos de las diferentes titulaciones, a principios y finales de curso.
- b) Acerca de la introducción de temas específicos y de un "curso 0" sobre conocimientos básicos de física, en distintas asignaturas.
- c) Acerca de una primera introducción de un sistema de evaluación continua en alguna de las asignaturas.

2. MÉTODO Y PROCESO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se ha desarrollado como una red colaborativa formada por los diferentes profesores que imparten las asignaturas de Física de primer curso mencionadas en el apartado anterior.

a) Investigación sobre los conocimientos básicos de los alumnos.

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 [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. Analizamos las respuestas de los alumnos según diferentes criterios: por titulación, procedencia (Bachillerato/FP), con/sin selectividad, repetidor/no repetidor, y 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 los 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 de cursos anteriores (2001/02 y 2002/03). En los cuestionarios se introdujo un bloque de preguntas (12 para I.T.T. telecomunicaciones, 10 para I.I. Informática, 10 para I.T. Obras Públicas) sobre temas que se tratan en las respectivas asignaturas. 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.

b) Introducción de temas o cursos de conocimientos básicos.

Partiendo de la base obtenida a partir del análisis de la parte a), se han introducido temas o cursos en las distintas asignaturas de física y titulaciones.

En la asignatura de Física General (FG) de la titulación de Ingeniería Técnica de obras Públicas (ITOP), en los cursos 2003/04 y 2004/05, se ha introducido un tema específico sobre los principios básicos de la física, de aproximadamente un mes de duración.

En los tests de conocimientos previos se ha comparado la variación en el resultado para los estudiantes aprobados, y se ha comparado con los resultados obtenidos en el curso anterior, en el que todavía no se había introducido el citado tema.

En la asignatura de Fundamentos físicos de la Ingeniería (FFI), en la titulación de Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones (ITTSI), se implantó una nueva asignatura en el curso 2004/05: Introducción a los Fundamentos Físicos de la Ingeniería (Curso 0 de FFI). Al final de este curso, se han comparado los resultados conseguidos en un test de conocimientos previos por los alumnos que han asistido a este curso con los de alumnos que no han asistido.

c) Introducción de una metodología de evaluación continua.

Una metodología de evaluación continua se ha introducido en los cursos 2003/04 y 2004/05, en la asignatura de FG de la titulación de ITOP, y en el curso 2004/05, en la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática (FFI). El análisis correspondiente a ambas experiencias se ha realizado comparando los resultados conseguidos en las correspondientes evaluaciones por los alumnos que han participado en la pruebas de evaluación continua (compuesta por exámenes de problemas y tests de teoría a lo largo del curso) con los de los alumnos que han optado por la realización de un único examen final, y se ha realizado en la convocatoria de junio de 2004, en el caso de la asignatura de FG de ITOP, y en la convocatoria de enero 2005, en el caso de la asignatura de FFI (cuatrimestral) de Informática.

3. RESULTADOS.

a.3.0 Toma de datos y proceso de análisis

Recordamos que pasamos el mismo cuestionario dos veces en el curso 2003/04: a principios (1^{er} cuestionario), y en el 2^o cuatrimestre (2^o cuestionario). Cada 4 respuestas erróneas restan una respuesta correcta. La nota final del test se calcula normalizada a 10. A partir de la calificación de 5.0 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.

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^{er} cuestionario fue realizado por 594 alumnos y el 2^o cuestionario por 513 alumnos.

a.3.1 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.

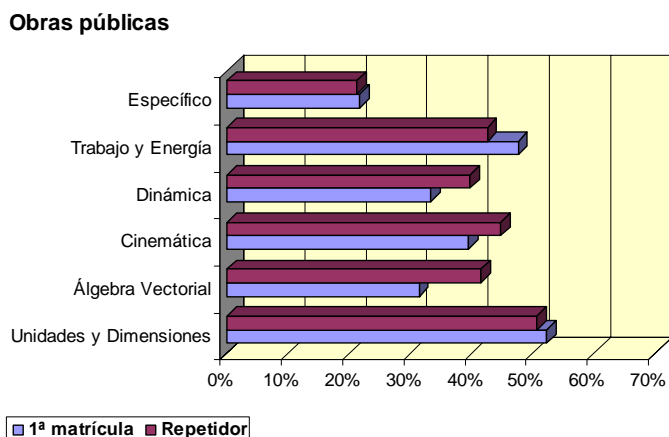


Figura 1. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1^{er} cuestionario).

En la figura 1 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, realizaron ambos cuestionarios. Las comparaciones entre los cuestionarios se realizarán con esta muestra de alumnos.

Los resultados obtenidos por bloques temáticos se indican en la Figura 2. 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.

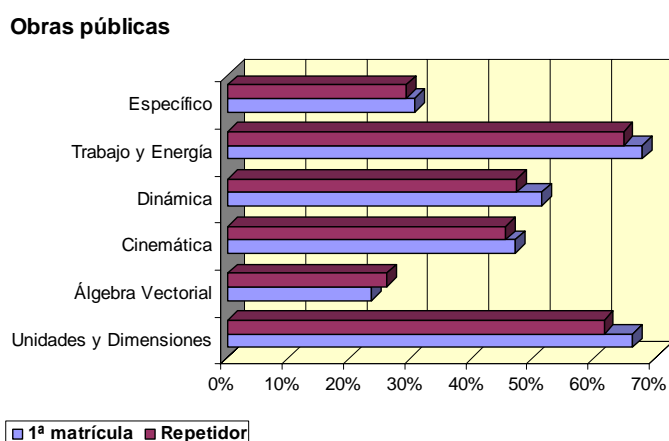


Figura 2. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (2º cuestionario).

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

Se analizan los datos eliminando las notas (normalizadas a 10) inferiores a 1.0, 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 4.0.

Un resultado destacable, y que contrasta con el obtenido en el curso anterior, es que mientras que en el curso 2002/03 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.

b.3.1

Como explicación de estos resultados, cabe recordar que en el curso 2003/04 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, como se explica en el apartado 2.

c.3.1

La aplicación del método de método de evaluación continua, por otra parte, parece haber surtido el efecto que la gran mayoría (90%) de los alumnos que han realizado todas las pruebas correspondientes hayan aprobado la asignatura en la convocatoria de junio.

Estos resultados indican que los conocimientos de principios físicos básicos mejoran sensiblemente de un test a otro, y que los resultados en la convocatoria de junio de la asignatura mejoran de manera muy evidente en aquellos estudiantes que siguen el programa de evaluación continua.

a.3.2 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 %). 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.

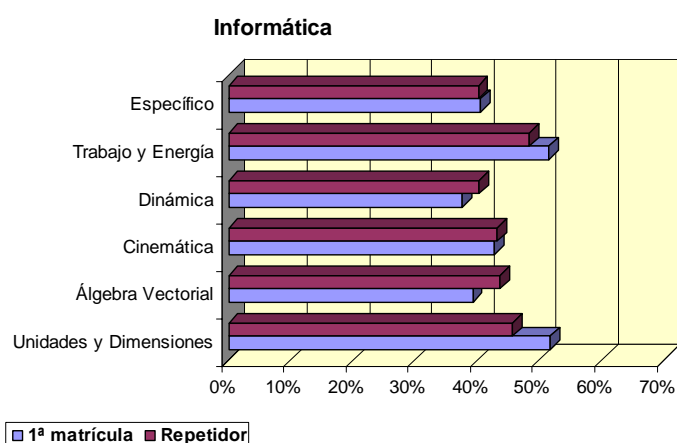


Figura 3. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1º cuestionario).

En la figura 3 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

Figura 8. Porcentaje de alumnos que realizan el 1º cuestionario por repetidor/no repetidor.

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 (2002/03).

El segundo cuestionario lo realizaron 258 alumnos a mediados del segundo cuatrimestre.

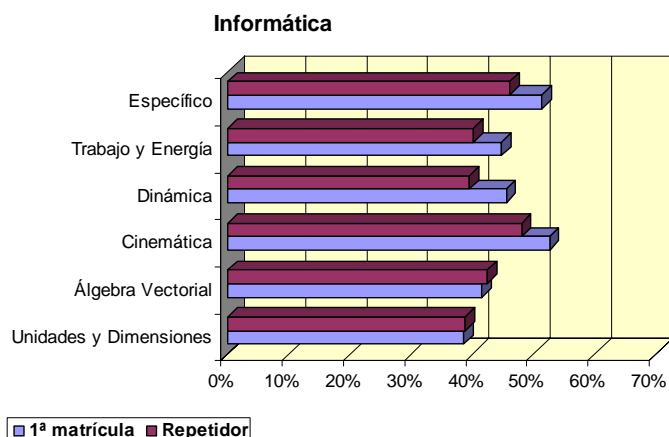


Figura 4. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (2º cuestionario).

Análogamente a lo que se observa en el primer test, no existen diferencias significativas entre los alumnos repetidores y no repetidores (Figura 4).

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

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 2002/03, 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 anterior, 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.

Asimismo 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 tienen mejores en los cuestionarios, con una nota media en los cuestionarios de aproximadamente 4.7.

c.3.2

La asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática imparte las clases de teoría y problemas en el primer cuatrimestre, y las clases prácticas de laboratorio en el segundo cuatrimestre. En el curso 2004/05 se ha modificado el sistema de evaluación en esta asignatura. En cursos anteriores la nota final de la asignatura se obtenía a partir del promediar la nota del examen oficial (EX) y la nota de las prácticas de laboratorio (LAB) del siguiente modo:

$$0.7*EX + 0.3*LAB = \text{Nota asignatura}$$

En el curso 2004/05 hemos añadido pruebas intermedias de evaluación para estimular el estudio continuo del alumno. Esto también debería tener el efecto de aumentar el número de horas que el alumno dedica a la asignatura y que este número de horas se distribuyera de manera más equilibrada a lo largo de todo el primer cuatrimestre en el que se imparten las clases de teoría y problemas. Concretamente hemos añadido las siguientes pruebas evaluadoras:

- 1) dos pruebas tipo test (TEST) relacionadas con la teoría de la asignatura. Cuentan un 10% de la nota de la asignatura.
- 2) dos controles de problemas (CONT). Cuentan un 10% de la nota de la asignatura.

Al introducir estas pruebas calificadoras intermedias se modifican los porcentajes correspondientes al examen oficial (EX) en el cálculo de la nota final:

$$0.5*EX + 0.3*LAB + 0.1*TEST + 0.3*CONT = \text{Nota asignatura}$$

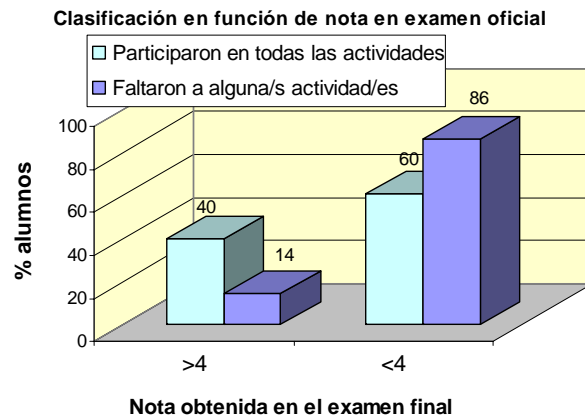
La muestra sobre la que realizamos el estudio está formada por los alumnos que entregaron el examen oficial de la convocatoria de enero. Sobre esta muestra distinguiremos entre los alumnos que han participado en todas las actividades y aquellos que no han participado en todas. Analizaremos qué porcentaje dentro de cada grupo de alumnos ha llegado a una nota no inferior a 4, y cuáles no.

Al examen oficial asistieron 128 alumnos, y de ellos entregaron el examen 107. De estos 107 alumnos, 37 obtuvieron una nota >4 (35%).

De los 107 alumnos, 86 hicieron todas las actividades (80%) y 21 faltaron a alguna de ellas (20%). A partir de aquí, se puede decir que en general aquellos alumnos que han realizado todas las actividades se deciden a realizar el examen oficial. Sospechamos que estos sean los alumnos que a principio de curso han decidido trabajar en serio la asignatura y aprobarla en el presente curso y que por tanto han optado por seguir todas las actividades propuestas.

En la figura5, vemos que tuvieron una nota no inferior a 4 el 40% de los alumnos que realizaron todas las actividades y sólo un 14% de los alumnos que no las realizaron todas. De alguna manera, los que han seguido el curso completo vienen mejor preparados por haber estudiado de manera más

continua, y posiblemente son también los que vienen más motivados y decididos a aprobar la asignatura en el presente curso.



a.3.3 Fundamentos Físicos de la Ingeniería.

El primer cuestionario fue realizado por 133 alumnos al inicio del curso. La procedencia del alumnado viene dada por LOGSE (69%), C.O.U (15%), F.P (8%) y otras (8%). 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).

En los siguientes diagramas se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático si son o no repetidores (Figura 6).

Imagen y Sonido

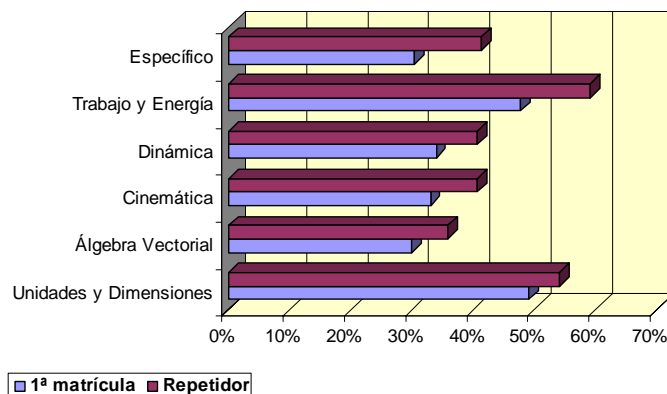


Figura 6. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (1^{er} cuestionario).

Como se puede observar en la Figura 6, se observan mejores resultados entre los alumnos repetidores.

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

En los siguientes diagramas se representan los porcentajes de aprobados en cada bloque temático, teniendo en cuenta si son o no repetidores (Figura 7).

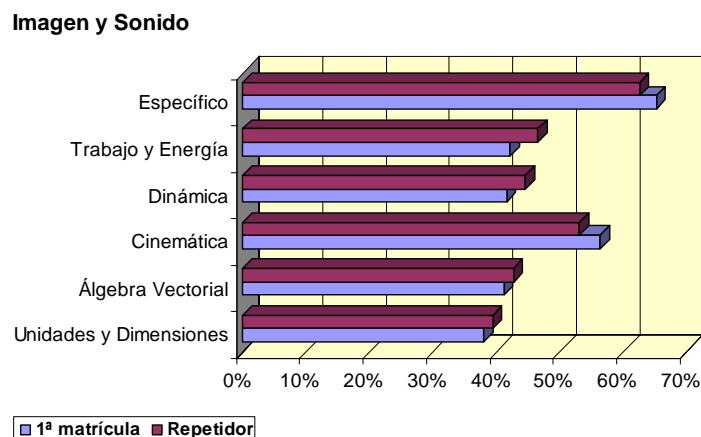


Figura 7. Porcentaje de aciertos en cada bloque por repetidor/no repetidor (2º cuestionario).

Al igual que en el primer test, seguimos apreciando mejores resultados por parte de los alumnos repetidores, aunque ahora las diferencias han disminuido con 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), , aunque en ambos casos las notas medias están por debajo de 4.0, tal como sucedía el curso anterior 2002/03.

b.3.3 Resultados de la implantación de un “curso 0” en el ámbito de asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería: curso 2004/05.

Análisis de los conocimientos previos

El curso 0 de FFI, consta de 5 temas básicos que generalmente se dan por conocidos cuando se comienza a impartir la asignatura de FFI:

- Tema 1: Unidades y Dimensiones
- Tema 2: Álgebra Vectorial
- Tema 3: Cinemática
- Tema 4: Dinámica
- Tema 5: Trabajo y Energía.

Se matricularon en este curso 42 estudiantes que cursaban por primera vez la asignatura de FFI de ITTSI, y 3 estudiantes repetidores. El estudio se ha realizado con los estudiantes de primera convocatoria. Un 60% de los

estudiantes del curso 0 resultó apto en selectividad. Además, los estudiantes matriculados han cursado durante la LOGSE alguna de las asignaturas de Física, Matemática, Mecánica, Electrónica, o Tecnología Industrial. Al concluir el curso se realizó un examen que consistió en la entrega de una serie de problemas. Resultaron aptos 17 estudiantes de 42. Además, al finalizar este curso se pasó un cuestionario de respuestas múltiples, sobre los temas tratados en el curso 0 a todos los estudiantes de primer curso de FFI, no repetidores. El cuestionario constaba de 35 preguntas [4] con 5 opciones por pregunta y estaba dividido en 5 bloques: Unidades y Dimensiones, Álgebra Vectorial, Cinemática, Dinámica, y Trabajo y Energía.

El cuestionario ha sido analizado, en cuanto a su grado de dificultad y significación [5,6] y los resultados han mostrado que las preguntas realizadas eran apropiadas por lo que se puede pasar a la fase de análisis de los resultados.

En la Figura 8 se muestra una comparación en porcentaje de aciertos para cada bloque temático, teniendo en cuenta los estudiantes que se matriculan por primera vez, y los que han cursado y aprobado el curso 0.

Como puede observarse, y era de esperar, los estudiantes que han aprobado el curso introductorio mejoran sus aciertos en todos los bloques, desde 1 % en Trabajo y Energía, hasta 7 % en Unidades y Dimensiones.

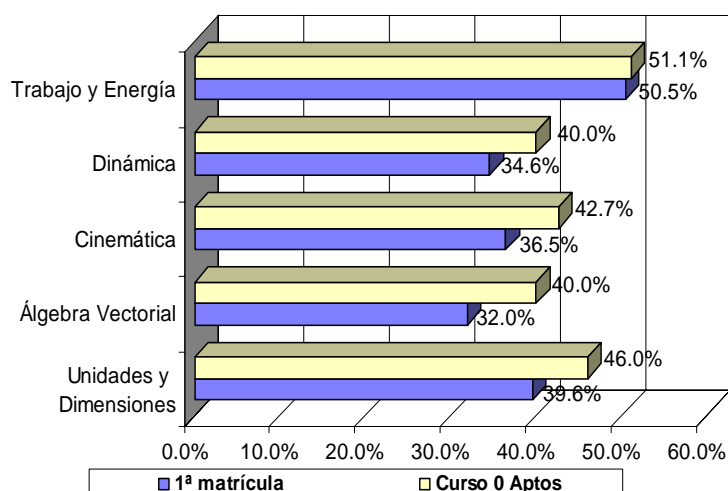


Figura 8. Comparativa en porcentajes de aciertos por bloques para todos los alumnos de FFI que no cursaron el curso 0 y los que superaron el curso 0.

En la Figura 9 se comparan los resultados en el test de conocimientos previos para todos los estudiantes del curso 0, distinguiendo entre aptos y no aptos.

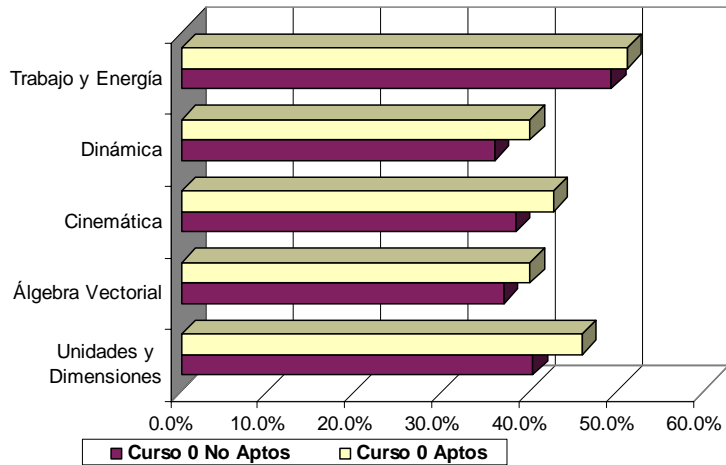
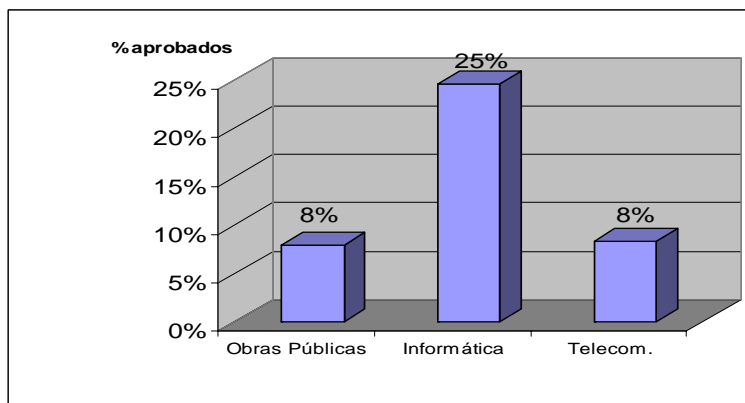


Figura 9. Comparativa en porcentajes de aciertos por bloques para los alumnos aptos y no aptos del curso cero.

Falta comprobar, al finalizar el curso, el rendimiento de los estudiantes que realizaron el curso cero.

a.3.6 Comparación entre las 3 asignaturas.

En la Figura 10 se muestran resultados correspondientes al 1^{er} 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 10(a)) es en todos los casos muy bajo. En principio, vemos (Figura 10(b)) que los bloques temáticos de Dinámica y de Álgebra Vectorial son los que producen peores resultados en las tres asignaturas.



(a)

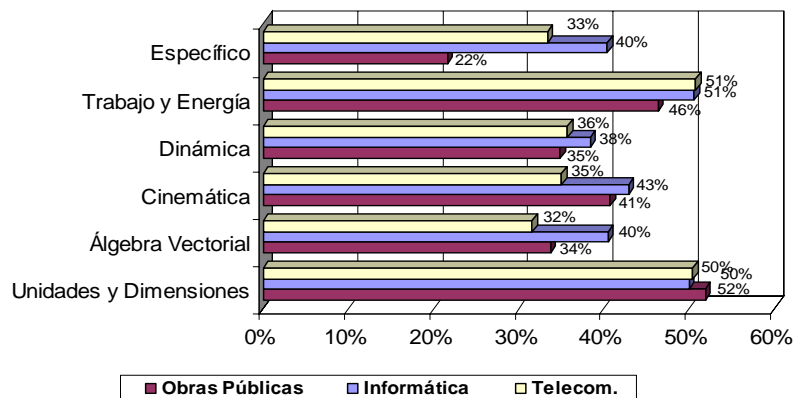
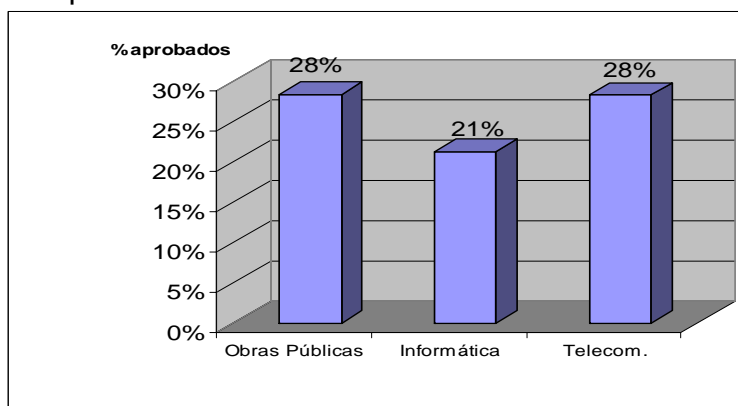


Figura 10. Comparativa de los resultados obtenidos en el 1^{er} cuestionario para las tres asignaturas.

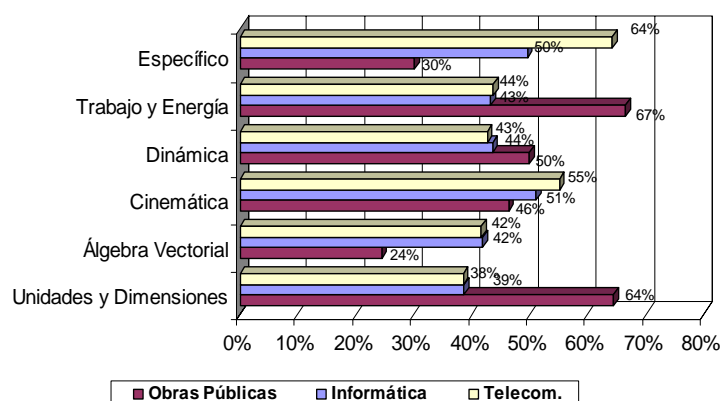
(a) porcentaje aprobados; (b) Prcentage de aciertos por bloques.

En la Figura 11 tenemos los resultados correspondientes al 2^o cuestionario. En la Figura 11(a) y 11(b) comparamos respectivamente el porcentaje de aprobados de cada asignatura y los aciertos en cada bloque temático para cada asignatura. En la figura 11(a) se observa un claro incremento 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 la asignatura es cuatrimestral (teoría y problemas en el primer cuatrimestre). Esto puede influir en 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 podría afectar a los resultados.

En la Figura 11(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.



(a)



(b) Figura 17. Comparativa de los resultados obtenidos en el 2º cuestionario para las tres asignaturas. (a) % aprobados; (b) % de aciertos por bloques.

Por último, los resultados obtenidos en los tests del curso 2003/04 son mejores que en el curso anterior, en el que el porcentaje de aprobados fue en torno al 10% en Obras Públicas e Informática, con un valor máximo de un 20% en el segundo test para Telecomunicaciones.

4. Conclusiones e implicaciones.

- 1) Observamos, como conclusión destacable, una mejora significativa entre los resultados obtenidos en los dos cuestionarios de conocimientos previos, en la mayoría de los bloques temáticos, solo en aquellas asignaturas en las que se ha impartido un tema específico sobre el argumento a lo largo del curso, o que ha ido acompañada de un “curso 0”. Notamos además que los estudiantes repetidores en ambos cuestionarios obtienen mejores resultados. Así mismo se observa que los alumnos que hayan aprobado el examen de Física en Selectividad suelen aprobar los cuestionarios en mayor porcentaje, lo que indica que este requisito implica una preparación razonable para abordar las asignaturas de física de primer curso.
- 2) Se realizaron, en la asignatura de FG en ITOP en el curso 2003/04, y en la de FFI en Informática en el curso 2004/05, una serie de controles sobre los conocimientos teórico-conceptuales y sobre las habilidades en la resolución de problemas, en el ámbito de un sistema de evaluación continuo de los conocimientos impartidos en el curso. En el caso de FG cabe destacar que los alumnos que han aprovechado este método han conseguido aprobar la asignatura en la convocatoria de junio en un 90%. En el caso de FFII, los resultados preliminares del examen realizado en enero son también alentadores, aunque para un análisis concluyente han de esperarse los resultados de convocatorias sucesivas.

Los resultados de este estudio, que se ha ido completando con actuaciones sucesivas, a medida que se iban conociendo las tendencias generales, ha puesto en evidencia unas circunstancias a tener en cuenta en la elaboración de estrategias dirigidas a la mejora de la calidad de la enseñanza en el ámbito de la física.

A) La desconexión entre los programas y niveles de preparación del alumnado que egresa de los estudios de LOGSE, y el requerido para un oportuno planteamiento de la enseñanza de la física a aspirantes ingenieros técnicos puede ser paliada introduciendo, en las asignaturas de primer curso de estas titulaciones, temas o asignaturas que hagan referencia a los conocimientos básicos e indispensables de física, y que necesariamente ocupen una fracción no despreciable de estos cursos.

B) Los métodos de evaluación continua, aún cuando tan solo se limiten a comprobar con cierta periodicidad (mensual, bimestral) el trabajo del alumno, consiguen en un porcentaje esperanzador un objetivo importante. Una parte importante de los alumnos que, por falta de motivación inicial, o por otras razones, habitualmente no conseguían ir al paso de la asignatura y acababan abandonandola o dejando todas sus opciones en un intento desesperado de estudiar en los días previos al examen final, se ven obligados a mantener una preparación continua como estrategia para aprobar la asignatura.

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] 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^a 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] 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^a Soledad (2004). Investigación docente sobre la enseñanza de las materias de Física en titulaciones de ingeniería. Espacios de investigación en la profesionalización docente universitaria. Tomo II (67-78) (Editorial Marfil S.A., Alicante). (ISSBN 84-268-1227-9) 2004.
- [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.