

# **INVESTIGAR EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

## **Redes de colaboración para el aprendizaje**

M. A. Martínez (coord.)  
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.: 84-268-1218-X

Depósito legal: A-21-2004

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



## 5.2. INVESTIGACIÓN DOCENTE SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS MATERIAS DE FÍSICA EN LAS TITULACIONES TÉCNICAS

A. Beléndez Vázquez, S. Bleda Pérez, A. Durá Doménech, A. Hernández Prados,  
A. Marco Tobarra, A. Márquez Ruiz, A. Martín García, J. C. Moreno Marín,  
C. Neipp López, J. J. Rodes Roca, J. Rosa Herranz, J. M. Torrejón Vázquez,  
J. Vera Guarinos, M.<sup>a</sup> S. Yebra Calleja

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

### RESUMEN

El profesorado de la asignatura de 'Física' ha comprobado que los/as estudiantes suelen tener bastantes dificultades en el seguimiento de la asignatura de primer curso de todas las titulaciones técnicas en las que se imparte la mencionada asignatura. Esto, unido a los cambios recientes en los planes de las titulaciones técnicas, ha hecho que se necesite replantear la enseñanza de la Física en las Ingenierías y Arquitecturas atendiendo a las diferentes necesidades de cada titulación. En un primer análisis se ha realizado el diseño de diferentes cuestionarios que contemplan los conceptos físicos fundamentales que se consideran esenciales para el seguimiento de la asignatura. El objetivo principal es conocer la respuesta del alumnado atendiendo a la heterogeneidad del acceso a las diferentes titulaciones. Otros objetivos que se persiguen en el desarrollo de la investigación es analizar la metodología docente en sus diversas concepciones para mejorar el aprendizaje del alumnado, como son las explicaciones de los conceptos teóricos, la resolución de problemas, la realización de prácticas o la elaboración de trabajos tutelados y relacionados con la titulación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es un hecho evidente que una de las asignaturas importantes en el diseño curricular de las titulaciones técnicas es la Física. Basta comprobar que en todos los Planes de Estudio de dichas titulaciones, la Física es una de las materias que aparece siempre, con mayor o menor número de créditos. Ello es debido, fundamentalmente, a su carácter básico para la mayoría de los desarrollos tecnológicos. Por otro lado, también resulta claro que las aplicaciones de la Física difieren atendiendo al tipo de titulación técnica. Es decir, que no se puede dar el mismo tipo de contenidos ni utilizar la misma metodología sino que debe adaptarse a cada titulación.

Sin embargo, no debemos olvidar el carácter fundamental de la Física para cada titulación en cuanto a la formación de carácter científico que es esencial en cualquier rama de la Técnica.

El objetivo principal de la investigación ha sido el desarrollo de cuestionarios que evalúen los conocimientos previos que se consideran necesarios para seguir la asignatura de 'Fundamentos Físicos' en un primer curso de una titulación técnica. Además, considerando que el proceso enseñanza/aprendizaje abarca una multitud de métodos no hemos querido olvidar la importancia que adquieren las nuevas tecnologías y también se han desarrollado materiales multimedia y potenciado el uso del Campus Virtual.

Los objetivos mencionados en el párrafo anterior resultan complementarios, puesto que la labor desarrollada, fundamentalmente, ha sido la de potenciar aquellos aspectos básicos de la Física que se han detectado insuficientes con todas las posibilidades docentes a nuestra disposición:

- presentaciones multimedia,
- unidades didácticas mediante Power Point,
- desarrollo de applets,
- material a disposición del alumnado a través del Campus Virtual, por ejemplo, exámenes resueltos, programa de la asignatura, resúmenes de unidades didácticas, etc.

Para finalizar este apartado, queremos indicar que el presente trabajo es un análisis preliminar del estudio relizado que se completará a lo largo del presente curso, como se indicará oportunamente en las conclusiones y consideraciones finales.

## 2. MÉTODO

### 2.1. PARTICIPANTES Y CONTEXTO

En el trabajo de investigación presentado se ha pretendido replantear la enseñanza de las asignaturas de 'Física' para Ingenierías y Arquitecturas considerando múltiples aspectos. Por ello, dentro de la red, se han realizado grupos de trabajo con distintos responsables pero sin considerar cerrado ningún grupo y permitiendo la participación en varios grupos si el/la profesor/a lo considera conveniente. De esta forma, se ha conseguido diversificar la investigación y

adaptarla a las necesidades de la titulación técnica sin olvidar los aspectos comunes. Así pues, un esquema detallado de los objetivos generales que se han perseguido con el trabajo se indican a continuación:

- selección adecuada de los objetivos docentes que se pretenden conseguir,
- selección de los contenidos considerando la formación básica de 'Física' en cualquier titulación técnica, adaptándose a las necesidades concretas de cada una de ellas y a su aplicación a otras asignaturas que se estudiarán a lo largo de la titulación,
- análisis de la metodología docente para lograr los objetivos planteados con un uso de las diferentes formas didácticas acorde con dichos objetivos,
- elaboración de material docente sobre Física aplicada a las enseñanzas técnicas,
- adecuación de los problemas y de las prácticas de laboratorio hacia unos contenidos afines a la titulación técnica para atraer la atención del alumnado,
- elaboración de pequeños proyectos de trabajo relacionados con algún tema de las asignaturas a realizar en pequeños grupos,
- elaboración de material docente multimedia para ingeniería y arquitectura, incluyendo transparencias, presentaciones en Power Point, desarrollo de applets, etc.

Toda esta labor se está realizando teniendo en cuenta que las asignaturas de Fundamentos Físicos se imparten a estudiantes de primer curso de diferentes titulaciones técnicas. Además, en los nuevos Planes de Estudio se tiende a disminuir el número de créditos asignados a estas asignaturas, lo cual obliga a buscar un compromiso entre la extensión y la profundidad de los contenidos. En general, existe un cierto absentismo respecto a las asignaturas ya que el alumnado piensa habitualmente que los contenidos de los Fundamentos Físicos no se necesitan para realizar su titulación. Por lo tanto, con la idea de conseguir la motivación en su estudio se han preparado y diseñado materiales específicos y aplicados a sus futuras profesiones.

## 2.2. INSTRUMENTOS

Durante esta primera fase de la investigación se han utilizado diferentes estrategias, involucrando a todos los miembros de la red, cuyas directrices se relacionan a continuación:

- elaboración de cuestionarios que tratan de evaluar los conocimientos previos y relacionados con la formación básica de la asignatura de Física
- elaboración de material para utilizar a través del Campus Virtual, programas de las asignaturas, soluciones a exámenes, soluciones a ejercicios propuestos, resúmenes de unidades didácticas
- desarrollo de applets, interesante apartado por la interrelación que ha habido entre profesores/as de otras áreas o asignaturas en la construcción de los mismos. La primera parte consistía en realizar un esquema-organigrama de la ley física que debía ejecutarse en el applet, mientras que la segunda fase consistía en la implementación del esquema-organigrama al lenguaje Java

- seguimiento individualizado en la realización de las prácticas del laboratorio durante todo el curso y estudio de la respuesta del alumnado en el proceso de aprendizaje
- desarrollo de unidades didácticas en Power Point para su uso en las clases de teoría, de problemas y/o de laboratorio

### **2.3. PROCEDIMIENTO**

En el proceso de desarrollo y elaboración se ha seguido una línea de trabajo similar aunque cada apartado de los mencionados anteriormente tiene sus peculiaridades. Por ejemplo, para la elaboración de las preguntas de los cuestionarios se ha realizado un análisis sobre la Física que se ha estudiado en cursos anteriores. A partir de aquí, y de acuerdo a la experiencia, se han seleccionado unidades didácticas que se consideran imprescindibles para un buen entendimiento de los Fundamentos Físicos.

Atendiendo a las dificultades detectadas durante los últimos cursos se han desarrollado algunos materiales cuyo objetivo ha sido trabajar los aspectos concretos en los que el alumnado parecía tener muchos problemas para entender los contenidos. Por ejemplo, uno de los aspectos que más se nos criticaba era el de no disponer de las soluciones de los problemas propuestos para comprobar los resultados (el horario de tutorías se sigue infrautilizando durante el curso). Desde el curso pasado, tienen a su disposición las soluciones de los problemas de todo un cuatrimestre y de los exámenes de los últimos años completamente resueltos en el área de Arquitectura Técnica.

En el laboratorio también se ha comprobado que el cálculo de los ajustes de mínimos cuadrados era una tarea tremendamente complicada para los/as estudiantes. Se encuentra disponible una hoja de cálculo que simplifica casi hasta la mínima expresión todo el desarrollo. Este material y el anterior se han canalizado por medio del Campus Virtual. Además, y como experiencia preliminar, se ha efectuado un seguimiento individualizado del trabajo de laboratorio desarrollado por el alumnado, corrigiendo semanalmente todos los errores y fallos que se cometían en las sesiones anteriores, efectuando un ejercicio al final para evaluar el rendimiento tras toda esa labor.

En el caso de los applets, se han elegido un conjunto de aplicaciones físicas y se han implementado en lenguaje Java con la finalidad de que el/la estudiante pueda utilizarlo y mejorar la aplicación en el futuro.

Finalmente, se han seleccionado algunas unidades didácticas que por sus características hacían idónea una presentación animada mediante la utilización de Power Point, pensando en la motivación que se puede transmitir al alumnado y en su mejor aprovechamiento docente de la explicación.

### **2.4. DISEÑO**

En la fase de diseño se han considerado diferentes aspectos según el instrumento

que se haya utilizado. En el caso de la preparación de los tests se han considerado, teniendo en cuenta la fase que se ha desarrollado, las siguientes hipótesis de trabajo:

- se han buscado contenidos comunes para todas las titulaciones, partiendo de la base que la mayor parte del alumnado ha estudiado la asignatura de Física en niveles anteriores
- las cuestiones se han planteado con cinco opciones de respuesta y una única respuesta válida, buscando siempre que ha sido posible aquellas opciones que identifican soluciones comúnmente aceptadas pero que son erróneas, fundamentalmente de los conceptos físicos, aunque en algunos casos se correspondían con cálculo numérico
- se han penalizado las respuestas incorrectas y se han introducido como variables para el análisis de los datos la forma de acceso a la universidad y si era la primera matrícula o no

Actualmente, nos encontramos en la fase de análisis de los resultados y en este artículo se presentan los resultados preliminares con las primeras conclusiones para el desarrollo futuro del proyecto de investigación docente.

Para potenciar el uso del Campus Virtual como complemento de la docencia de la asignatura, los materiales que se han puesto a disposición del alumnado trataban de corregir las deficiencias docentes detectadas, dificultades en el aprendizaje y facilidades para el estudio de las asignaturas. Se ha tendido a realizarlos de la forma más sencilla y práctica posible aunque con un claro compromiso para mejorarlos en la medida que el alumnado responda positivamente a esta herramienta docente.

En cuanto a los applets y las presentaciones se han seleccionado unidades temáticas que favorecen este tipo de herramienta para fomentar el uso de las nuevas tecnologías aplicadas a la docencia. Por citar algunos ejemplos, se han desarrollado elementos interactivos que permiten al usuario/a introducir valores y cambiar parámetros con una respuesta gráfica de la ley de Fourier para paredes planoparalelas, aspectos de estática como el equilibrio de fuerzas, de óptica como el experimento de Young de la doble rendija y presentaciones de unidades temáticas como la resolución gráfica de elementos constructivos.

## **2.5. ANÁLISIS DE DATOS**

### **2.5.1. Análisis preliminar del test**

Los datos de este test de tipo teórico se han obtenido durante el primer mes del curso 02/03. Ha consistido en un ejercicio de 35 cuestiones con cinco opciones de respuesta de las que sólo una era correcta. El cuestionario ha sido respondido por 839 estudiantes de todas las titulaciones técnicas en las que se imparte Fundamentos Físicos. Si nos fijamos en el porcentaje de aprobados/as, los resultados alcanzados se pueden considerar como insatisfactorios, puesto que solamente 69 personas de las 839 que han respondido el test han conseguido superar el aprobado. Independientemente del tipo de titulación y del tipo de

acceso, el 8% es un porcentaje suficientemente bajo para pensar que no habrá diferencias sustanciales cuando se refine el análisis de los datos. Además, si se considera que las cuestiones planteadas no son rebuscadas sino más bien lo contrario, planteamientos básicos de cálculo y de conocimientos de Física, resulta complicado que durante la exposición de los contenidos de una clase de primer de Fundamentos Físicos se pueda entender la explicación.

Sin embargo, este razonamiento no significa que en los cursos anteriores no se hayan impartido los contenidos de la asignatura de Física, salvo excepciones, sino más bien que la cultura que les queda tras su paso por los niveles previos a la universidad no es tan amplia como se pudiera esperar. En general, esto conduce a una revisión de los planteamientos docentes durante las primeras semanas del curso. El objetivo es aprovechar ese plazo de tiempo para trabajar los aspectos que se consideran necesarios en cada titulación para un mejor seguimiento de la asignatura durante el curso. La mejora de la coordinación entre los créditos disponibles, teóricos y prácticos, permitirá que el alumnado mejore su nivel general específico y cierta motivación para disminuir el alto grado de absentismo. Esta razón hace que se considere la posibilidad de utilizar parte de los créditos prácticos en la resolución de problemas y/o revisión de los conocimientos previos de la Física.

No obstante, las conclusiones finales se obtendrán cuando se efectúe el análisis completo de todos los datos y se consideren todas las variables utilizadas en el proyecto de investigación, como forma de acceso a la Universidad, si repite la asignatura o no, la titulación, etc. Pero la heterogeneidad del alumnado entre unas titulaciones y otras puede definir algún tipo de distribución sesgada ya que, por ejemplo, en la titulación de Ingeniería Técnica de Obras Públicas se puede acceder sin necesidad de haber realizado ni de haber superado la prueba de acceso a la universidad.

En el siguiente apartado se presentan algunos resultados parciales y la discusión preliminar de la primera fase de la investigación.

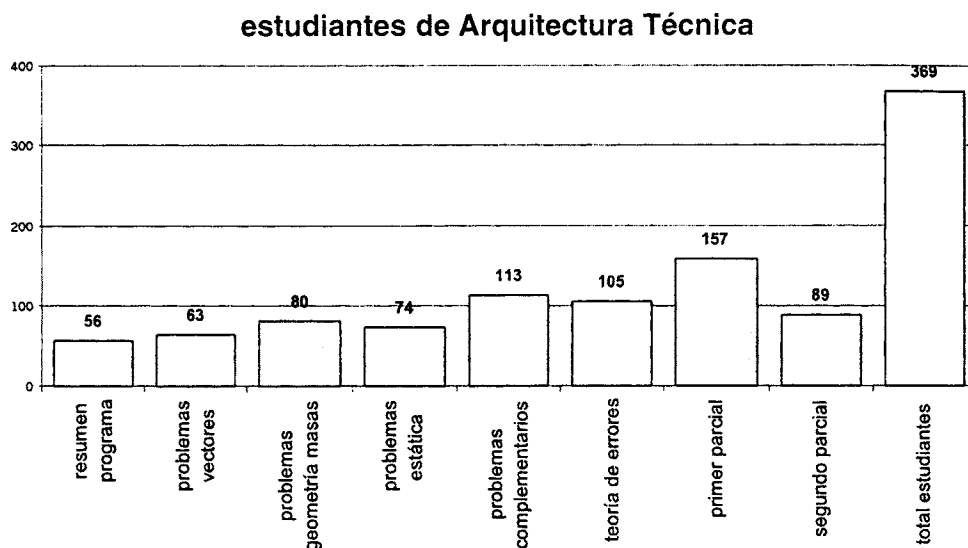
### **2.5.2. Análisis del uso del Campus Virtual**

En las titulaciones de Arquitectura y Arquitectura Técnica se ha evaluado la participación del alumnado en la descarga y/o consulta de materiales y de las diversas posibilidades docentes de esta herramienta. Una de las cuestiones docentes que siempre se nos ha reclamado es la falta de las soluciones de los ejercicios propuestos a la hora de preparar y/o estudiar la asignatura así como conocer el programa concreto de la misma. Por ello, el material se ha orientado a paliar estas deficiencias esperando una gran acogida del alumnado. De todos/as es conocido el pobre uso que se hace del horario de tutorías por diversas causas en las que los/as alumnos/as no tienen toda la culpa. Este horario no es compatible con las clases de manera habitual y, como casi siempre, excepto en épocas de exámenes o revisiones, es bastante extraño que se utilicen. Es por ello que se ha intentado canalizar parte de las tutorías mediante el Campus Virtual, pero su uso ha sido prácticamente

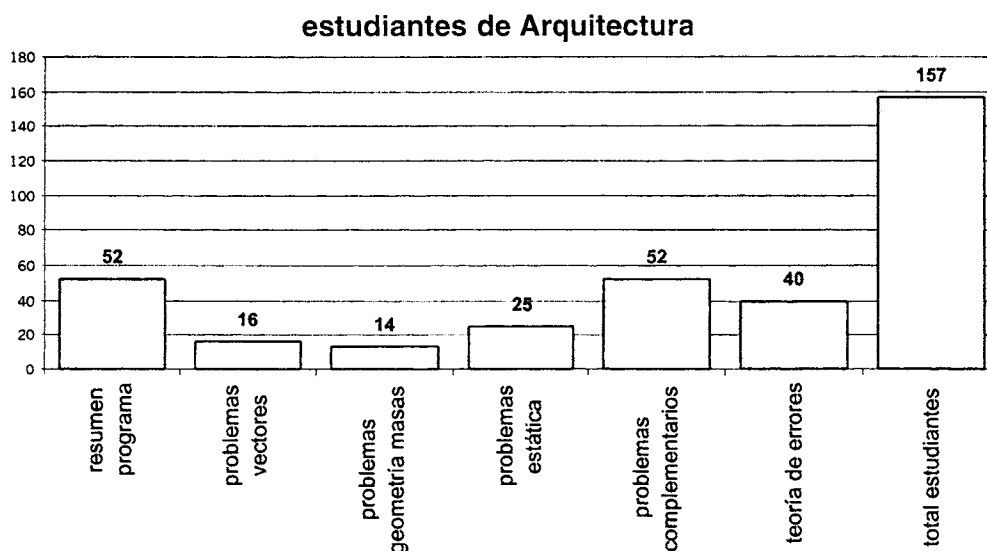


testimonial, aunque durante el principio del curso 02/03 se ha percibido un incremento de la tutoría virtual. Una dificultad comentada por los/as alumnos/as ha sido que entre el profesorado tampoco hay una generalización en su uso y hasta que no comprueban que se utiliza como herramienta docente no suelen emplearla habitualmente, al menos en nuestro departamento sí se emplea de forma general.

Aunque no es común a otro tipo de titulaciones, la primera impresión es un poco contradictoria como se puede apreciar en los gráficos siguientes.



Los datos pertenecen al curso 01/02, y se puede apreciar que el absentismo de las clases presenciales se traslada también al Campus Virtual. En todos los casos, excepto para el primer parcial resuelto en Arquitectura Técnica, se ha descargado el material en un porcentaje inferior al 30%, más teniendo presente que es una reclamación realizada por los/as estudiantes. Sin embargo, durante el curso actual se ha comprobado una mayor utilización de esta herramienta puesto que



se ha superado el porcentaje del 30% y aún nos encontramos en el primer cuatrimestre. Esto demuestra en gran parte, que el material preparado resulta útil para complementar el ejercicio docente y ha sido bien recibido desde el principio del presente curso. Si bien, para poder efectuar una comparación correcta entre los porcentajes, se debe esperar a la finalización del curso 02/03, ya que el primer porcentaje se corresponde con el curso 01/02 mientras que el segundo está referido al presente curso que aún no ha terminado.

En general, se puede afirmar que el Campus Virtual de la Universidad de Alicante es utilizado por el alumnado en la medida que el profesorado mejore las prestaciones que pueda aportar. Es decir, elaborando materiales interesantes, contestando en tiempos razonables las tutorías virtuales, utilizando los anuncios adecuadamente y habilitando las notas de los parciales para consulta externa, se conseguirá un mejor aprovechamiento de esta herramienta y se fomentará su uso para la docencia ampliando el campo del proceso de enseñanza/aprendizaje.

### **2.5.3. Análisis del seguimiento de las clases del laboratorio**

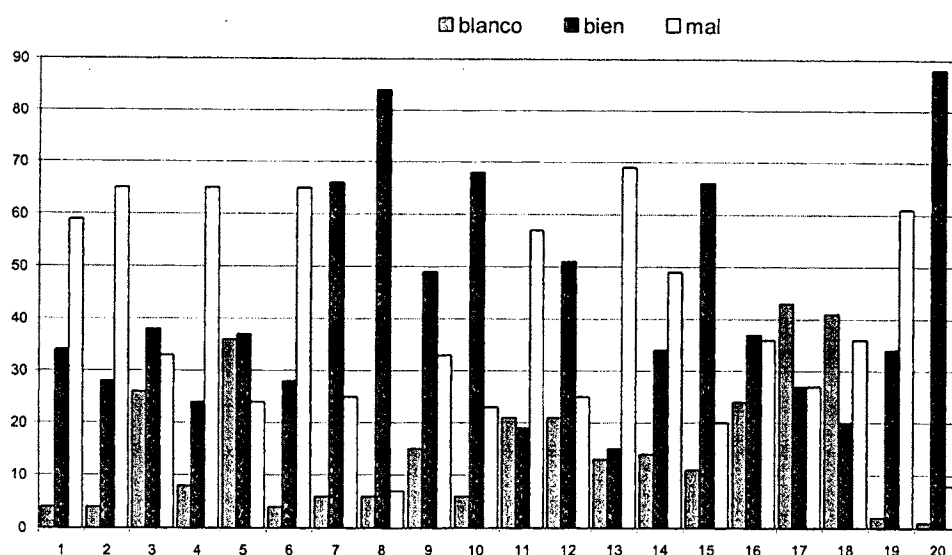
Para revitalizar la labor del laboratorio de Física se ha planteado realizar un seguimiento individualizado durante todo el curso de todas las sesiones de laboratorio hechas por el alumnado. Esta experiencia se ha basado en la recogida del trabajo efectuado durante una sesión y la evaluación y corrección de todos los errores cometidos en la siguiente sesión de laboratorio. Al finalizar el período de prácticas, se les aplicó un ejercicio de tipo test de 20 preguntas que constaba de cinco opciones y una única correcta. Por ser la primera vez que se hacía un trabajo de este tipo, aunque el ejercicio ha sido obligatorio, el resultado no se ha considerado de forma negativa, con la idea de no perjudicar la labor realizada durante todas las sesiones de laboratorio. Los puntos que más se han trabajado a lo largo del curso han sido:

- el significado físico de la experiencia, así como entender la ley física que se pretende estudiar a partir de los datos experimentales
- acotar y expresar correctamente las medidas de las magnitudes físicas, tanto las medidas directas como las indirectas
- la representación gráfica de las medidas experimentales y la asociación de la pendiente y de la ordenada en el origen con el significado físico del experimento

Después de todo este largo proceso, los resultados obtenidos se pueden considerar como bastante negativos, puesto que las cuestiones planteadas estaban directamente relacionadas con el trabajo realizado en el laboratorio. No parece que haya una explicación que no sea extrema, bien que no han aprendido nada o bien, que no hemos enseñado nada. Sin embargo, hay algunos condicionantes que pueden justificar parcialmente los resultados que aparecen en el gráfico siguiente.

Entre ellos, por ejemplo, el poco peso de las prácticas en la nota final de la asignatura, el hecho de saber que, en esta primera experiencia, el resultado no

contara negativamente, como se ha comentado anteriormente, o el poco tiempo de estudio que conceden a la asignatura frente a otras de la titulación, en general.



Sin embargo, no se puede obviar, tal y como reconocen en algunas tutorías, que el Plan de Estudios está completamente descompensado entre las horas de clase, los trabajos propuestos y el tiempo que les queda para estudiar en la titulación de Arquitectura Técnica. De hecho, en un estudio reciente de la propia Escuela Politécnica, se ha obtenido que el promedio de finalización de esta titulación es prácticamente de 7 años. Por tanto, si se está impartiendo en 3 cursos académicos y claramente duplican el tiempo para quienes logran finalizarla, se debe efectuar una reflexión global sobre las razones que motivan que una persona interesada en realizar Arquitectura Técnica necesite tanto tiempo para conseguirlo, y por supuesto, tratar de encontrar las soluciones a una situación claramente anómala.

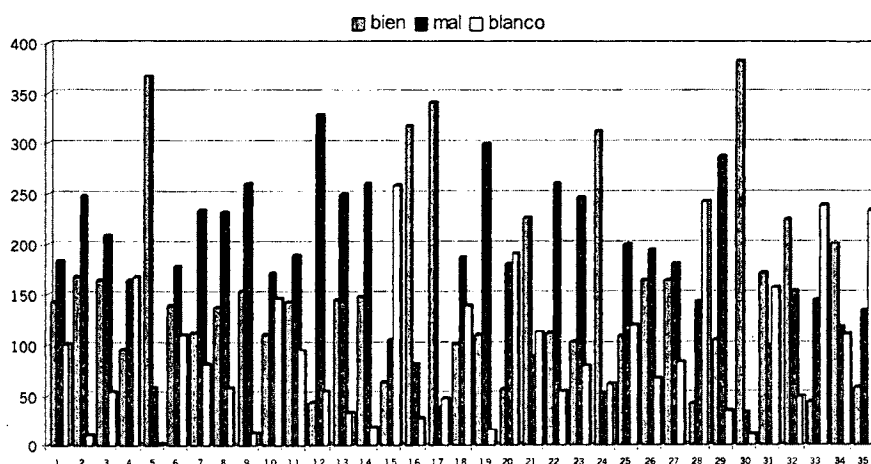
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. TEST TEÓRICO

El profesorado de las asignaturas de 'Fundamentos Físicos' del departamento era consciente de las deficiencias de base del alumnado de primer curso, ya sea en cálculo numérico o de conceptos básicos de Física. Sin embargo, esto ha sido una consecuencia lógica tal y como se había planteado la reforma de la enseñanza media en España. Es materialmente imposible impartir los mismos contenidos en menos tiempo. Pero además, tratar de realizarlo era totalmente antipedagógico y nada productivo de cara al aprendizaje del alumnado. En parte, con los nuevos Planes de Estudio en la propia Universidad se tiende a la misma filosofía. Es necesario llegar a un equilibrio entre los créditos asignados y los contenidos para evitar el fracaso docente y la frustración que ello conlleva en los elementos del proceso de enseñanza/aprendizaje.

Si bien, los resultados comentados en el apartado anterior son clarificadores respecto al punto de partida en un primer curso de cualquier titulación, no se puede deducir absolutamente que el alumnado no tenga la preparación necesaria para realizarlo. Sin embargo, sí que es cierto que las dificultades que se encontrarán para el seguimiento de un curso de Fundamentos Físicos son grandes y requerirá un sobreesfuerzo de ambos colectivos para superarlas.

En el gráfico, se presentan las respuestas realizadas por 425 estudiantes a las 35 cuestiones planteadas donde se observa que hay un elevado número de preguntas, concretamente 12, contestadas erróneamente por más del 50% de los/as alumnos/as. Por el contrario, solamente en 7 sucede lo mismo con las preguntas contestadas correctamente, y en 4, de las no contestadas.



Esta situación sugiere analizar pregunta por pregunta los posibles motivos que dan lugar a esos porcentajes, sobre todo a la revisión de los siguientes aspectos: claridad de la pregunta y de las respuestas propuestas, si corresponden a conceptos de Física o si son debido a cálculo numérico, si se corresponden con algún campo de la Física concreto o no, si la dificultad es excesiva o si es un aspecto que no se les ha impartido anteriormente.

Otro aspecto que podría ser interesante es la preparación, de acuerdo a los resultados finales del proyecto de investigación, de material adicional que ayude a paliar las deficiencias observadas o incluso plantearse seminarios optativos que ayuden mejor al seguimiento de la asignatura durante el curso.

### 3.2. CAMPUS VIRTUAL

Esta aplicación presenta una gran peculiaridad respecto a las titulaciones en las que el área tiene docencia asignada. Obviamente, en todas las titulaciones de Informática esta herramienta se usa de manera natural tanto por parte del alumnado como por parte del profesorado. Así pues, se puede considerar una gran ayuda para la docencia y de gran uso en este tipo de alumnos/as.

Sin embargo, en otras titulaciones como Arquitectura Técnica, Arquitectura e Ingeniería Técnica de Obras Públicas existe una serie de dificultades que han hecho que el Campus Virtual no haya extendido su uso. Como, por ejemplo, un menor conocimiento de las herramientas informáticas básicas (internet, correo electrónico, instalación de paquetes gratuitos, compresión y descompresión de archivos, hoja de cálculo, etc.), o incluso no disponer de ordenador en casa. No obstante, como se comentó en el apartado anterior, en la titulación de Arquitectura Técnica se ha visto incrementado el uso del Campus Virtual ya que la propia universidad dispone de ordenadores que el alumnado puede utilizar libremente. Teniendo en cuenta que también el profesorado trabaja con el Campus Virtual y que el material puesto a su disposición les resulta muy práctico, parece razonable pensar que, a medida que se mejoren las prestaciones, se consiga un empleo natural de esta herramienta docente. Además, son los alumnos y las alumnas quienes demandan que se pongan materiales en este entorno para utilizarlos como ayuda importante para la preparación y estudio de la asignatura.

Por otro lado, la mejora de las prestaciones de este instrumento por parte de la propia universidad, permite que sea un entorno de futuro y un complemento docente que mejora la calidad de la enseñanza a medida que se vaya completando el servicio y el profesorado aumente y diversifique los materiales que pone a disposición de sus estudiantes.

### 3.3. LABORATORIO DE FÍSICA

Aunque los resultados del ejercicio de test no fueron satisfactorios, el trabajo desarrollado durante todas las sesiones del laboratorio sirvieron para fomentar el método científico y entender la gran importancia que tiene conocer las imprecisiones cuando se trabaja con datos experimentales. Por ello, se pretende continuar durante el curso 02/03 con este seguimiento pero, a diferencia de la primera experiencia, el ejercicio de test será una nota más para comparar los resultados y tener una evaluación que elimine la distorsión que conlleva el no considerar negativamente la nota del test.

Uno de los objetivos, quizá complicado de conseguir pero necesario, es coordinar en la medida de lo posible las clases de teoría con las clases de laboratorio. Una de las quejas comunes es que la práctica del laboratorio no está relacionada con los contenidos teóricos que se han explicado en la clase de teoría, por lo que tienden a pensar que el laboratorio y la teoría son cosas distintas. Sin embargo, la mayoría de las prácticas tienen relación directa con los contenidos que se imparten, pero desgraciadamente no vienen ligadas en el tiempo. Es decir, mientras se realiza una práctica, por ejemplo, relacionada con la mecánica de fluidos, es bastante probable que todavía no se haya llegado a explicar en clase la base teórica de la práctica. Un problema que se tendría que solucionar está relacionado con el propio laboratorio, ya que se debe compartir con varias titu-

laciones y obliga a llegar a un compromiso respecto al montaje y al tipo de prácticas que se deben proponer.

### 3.4. MATERIAL MULTIMEDIA

El profesorado del departamento considera que las nuevas tecnologías son una ayuda importante para la docencia. Por ello, ha trabajado para desarrollar unidades didácticas o applets que ilustran leyes físicas. El interés de este trabajo es que permite conocer interactivamente como cambian las condiciones físicas al variar los parámetros que actúan y entender visualmente lo que se pretende explicar en clase. La idea es implementar los applets en un entorno web para que puedan utilizarlo los/as alumnos/as y perfeccionar su funcionamiento de acuerdo a los comentarios que puedan realizarnos. En esta experiencia se han realizado una preselección de contenidos relacionados con los Fundamentos Físicos en general. Concretamente, los applets diseñados hasta el momento son:

- carga y descarga de un condensador
- campo eléctrico creado por una distribución de cargas puntuales
- cálculo de errores y ajuste de mínimos cuadrados
- experimento de la doble rendija de Young
- ciclo de Carnot
- propagación del calor: ley de Fourier aplicada a paredes planoparalelas
- elástica de una viga en voladizo
- determinación de una fuerza que equilibre a otras dos dadas

Por otra parte, también se han seleccionado algunas unidades didácticas cuyo desarrollo en una presentación puede ser mucho más instructivo que la explicación sobre la pizarra. Se ha utilizado como experiencia previa para analizar su efectividad en clase y el nivel de asimilación mediante este tipo de exposición.

Por ejemplo, en la titulación de Arquitectura Técnica, se han desarrollado las unidades didácticas *Entramados articulados planos* y *Vigas isostáticas*. La razón fundamental es que en la explicación se usan métodos gráficos que se prestan a este tipo de animación. La experiencia resultó muy positiva y ha motivado la realización de más unidades didácticas como apoyo a las clases de teoría y a la resolución de problemas por métodos gráficos.

## 4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Aunque el análisis preliminar del ejercicio teórico es contundente consideramos que es necesario concluir el estudio extendiéndolo a todas las variables mencionadas en el apartado 3.1, ya que se obtendrán conclusiones precisas respecto a las apuntadas en dicho apartado. Por lo tanto, como líneas de trabajo en el futuro inmediato se pueden indicar las siguientes:

- obtener los resultados para cada una de las titulaciones para compararlas entre sí

- analizar por parámetro las diferencias que pudieran haber, entre los que hemos considerado si el/la alumno/a ha accedido mediante el COU, Bachillerato LOGSE, Formación Profesional, Otros, y si había superado la selectividad, prueba de acceso, o no la había superado
- efectuar un estudio detallado de las preguntas propuestas para certificar si existe alguna parte concreta de la Física o del cálculo en la que se tenga que incidir más
- teniendo en cuenta la diversidad de las titulaciones, personalizar el tipo de cuestiones a cada una de ellas en tests futuros, sobre todo encaminadas a distinguir las lagunas en aspectos concretos que se impartirán en cada titulación

A la larga, se puede construir una base de datos de preguntas para implementarlas, bien en el Campus Virtual, bien en la página web, o en otro tipo de entorno que se pueda desarrollar, de forma que el propio alumnado realice este tipo de ejercicios individualmente, pueda autoevaluarse y comprobar sus conocimientos previos.

Se ha demostrado que el Campus Virtual es un complemento docente que ayuda al profesorado y al alumnado, por lo que se continuará utilizando y mejorando las prestaciones que se dan actualmente. El objetivo no es sustituir las clases presenciales sino apoyarlas con los materiales que se pondrán a su disposición en este entorno. Sin embargo, el mayor o menor éxito también dependerá de la propia utilización que realice el/la estudiante y el/la profesor/a. Aunque la titulación pueda ser determinante, en este trabajo, se ha verificado que si el material es acorde a las necesidades de los/as estudiantes, éstos/as lo emplean como soporte a la preparación y estudio de la asignatura.

En cuanto a los applets, pensamos que puede ser una herramienta visual que servirá para entender mejor las leyes y conceptos físicos que describen. Sin embargo, nos encontramos en la fase de preparación y aún no disponemos de la evaluación directa de los/as alumnos/as sobre este material docente. No obstante, resulta evidente el beneficio que puede aportar el uso de internet y de las nuevas tecnologías en apoyo de la docencia. En el departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal se ha desarrollado un portal web educativo en el que se han incluido los applets, herramientas interactivas en lenguaje java, abarcando diferentes campos de la Física. El objetivo del portal es que el/la alumno/a utilice interactivamente estas aplicaciones ya que permite introducir diferentes parámetros y diferentes valores numéricos para analizar las leyes físicas que los applets reproducen.

Otros materiales de tipo multimedia empleados en la docencia han sido las presentaciones animadas en Power Point. Se ha observado un seguimiento de clase mayor que en el caso de una explicación de pizarra y, al menos durante las primeras experiencias, quizás una mejora en el aprendizaje cuando se han utili-

zados los métodos gráficos en la presentación. Por ello, el grupo de profesores/as del departamento tienen la convicción de que este tipo de clases también ayudan a una mejor comprensión de los contenidos que se explican y, como trabajo futuro, se continuará el desarrollo de presentaciones en unidades didácticas que tengan similares características a las ya desarrolladas.

En resumen, el profesorado considera que todas las herramientas mencionadas son útiles para la enseñanza, y la evaluación por parte del alumnado ha sido positiva, por lo que se continuará trabajando y potenciando todas y cada una de ellas con la finalidad de mejorar el proceso docente.

Como consideración final queremos poner de manifiesto que la mejora en la calidad de la enseñanza se consigue cuando se combinan todas las herramientas disponibles para la docencia aprovechando todas sus posibilidades y prestaciones. Sin embargo, todo este esfuerzo puede ser estéril si la parte a la que va dirigida no aporta su labor o motivación por aprovecharlo. El trabajo conjunto es fundamental para mejorar la calidad del proceso enseñanza/aprendizaje.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Beléndez, A., Neipp, C., Rodes, J. J. y Rosa, J. (2001). Un análisis sobre la situación de las materias de Física Aplicada en las Titulaciones Técnicas y su comparación con el caso de los estudios de Ciencias Experimentales. *IX Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, 9 (1), p.p. 1-13.
- Belmar, F., Garmendía, M. y Llinares, J. (1987). *Curso de Física Aplicada: Estática* (1ª edición). Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.
- David, M. (1999). *Test bank to accompany Paul A. Tipler Physics for Scientists and Engineers, 4th edition*. New York: W. H. Freeman and Company/Worth Publishers.
- Neipp, C., Márquez, A., Torrejón, J. M., Rodes, J. J. y Beléndez, A. (2002). Creación de Applets educativos para la docencia de la Física en titulaciones técnicas. *X Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, 10 (1), p.p. 1-15.
- Neipp, C., Rodes, J. J., Hernández, A., Bleda, S. y Beléndez, A. (2002). A Java based statics virtual laboratory as a support to the teaching of mechanics in technical degrees. *International Conference on ICT's in Education*, 1 (1), p.p. 37-42.
- Rodes, J. J., Neipp, C., Hernández, A., Bleda, S. y Beléndez, A. (2002). Virtual Campus versus Real Campus: a reflection on the process of teaching and learning. *International Conference on ICT's in Education*, 1 (2), p.p. 820-824.
- Tipler, P. (1999). *Física para la Ciencia y la Tecnología* (4ª edición). Barcelona: Reverté.