



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# XIII JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Noves estratègies organitzatives i metodològiques en la formació  
universitària per a respondre a la necessitat d'adaptació i canvi



JORNADAS  
DE REDES DE INVESTIGACIÓN  
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA **XIII**

Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación  
universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio

ISBN: 978-84-606-8636-1

**Coordinadores**

**María Teresa Tortosa Ybáñez**

**José Daniel Álvarez Teruel**

**Neus Pellín Buades**

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

**Universidad de Alicante**

**Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad**

**Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)**

**ISBN: 978-84-606-8636-1**

**Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades**

**Publicación: Julio 2015**

# **Materiales para el autoaprendizaje y análisis de resultados académicos en dos grupos de física**

J. J. Rodes Roca; A. Hernández Prados; J. L. Rosa Herranz; M. S. Yebra Calleja; J. C. Moreno Marín; T. Beléndez Vázquez; G Bernabéu Pastor.; J. M. Torrejón Vázquez; D. I. Méndez Alcaraz; J. Vera Guarinos; M. L. Álvarez López; P. G. Benavídez

*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal/Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías  
Universidad de Alicante*

## **RESUMEN**

La preparación previa del alumnado que cursa la asignatura de Fundamentos Físicos en primer curso de grado implantado en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, es muy heterogénea. Además, se da la circunstancia que en los últimos cursos alrededor de un 50% del alumnado no ha cursado nunca una asignatura de física anteriormente, aunque esta situación depende del grado concreto. En este trabajo presentamos un análisis de los resultados obtenidos en el curso 14-15 en dos grupos teóricos de Fundamentos Físicos de la Informática a lo largo del curso. Nuestro objetivo es mejorar la metodología de la asignatura en actividades como cursos de iniciación, distribución homogénea del alumnado en los grupos teóricos, o adaptación de la guía docente al contexto particular de cada grupo. Otro aspecto que trabaja la red es el desarrollo de materiales para el autoaprendizaje de la física. Nuestro objetivo es facilitar que el alumnado pueda prepararse la asignatura de Fundamentos Físicos utilizando estos materiales. Entre ellos destacamos la elaboración de libros de resolución de problemas y la elaboración de blogs educativos.

**Palabras clave:** física, ingeniería, metodología, autoaprendizaje, blogs.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Problema/cuestión.

La heterogeneidad de nuestro alumnado del primer curso del grado de Ingeniería en Informática se ha mantenido como una característica general en la formación de nuestros grupos docentes. No obstante, en el curso 2014/15 nos hemos encontrado con una situación dramática porque alrededor del 50% del alumnado no había cursado nunca una asignatura de física anteriormente. Aunque la mayoría del alumnado proviene del bachillerato LOGSE, no siempre han estudiado la rama científico-técnica del mismo y cursado asignaturas de física que en él se imparten. Por otra parte, el alumnado que accede a la titulación a través de un ciclo formativo de grado superior o equivalente ha ido creciendo en los últimos años (lo que tradicionalmente se conoce como Formación Profesional).

Esta circunstancia complica bastante el desarrollo del curso debido a la necesidad de explicar conceptos que no se corresponden con la guía docente de la asignatura. Se debe tener en cuenta que, el diseño del programa se ha realizado asumiendo una base mínima de conocimientos sobre física y matemáticas. La gran disparidad en cuanto a estos conocimientos previos perjudica notablemente al alumnado que sí parte con la base necesaria para enfrentarse a la asignatura: la información le resulta redundante e impide, por los retrasos acumulados, que pueda alcanzar la totalidad de los objetivos docentes previstos. Encontrar el equilibrio en grupos de 100 estudiantes, con la diversidad existente en la preparación inicial del alumnado, resulta muy complejo.

Esta situación, no sólo influye en el normal desarrollo de las clases teóricas, sino que también tiene una notable influencia en la tasa de éxito que el alumnado obtiene en la asignatura. En esta parte de nuestro trabajo, efectuaremos una correlación entre el historial académico previo de un grupo de estudiantes que han cursado la asignatura en el presente curso académico 2014/15, con los resultados obtenidos en la misma: estudiantes aprobados en primera convocatoria. Además, analizaremos la importancia del trabajo continuado en la asignatura para lograr buenos resultados.

Las principales dificultades que encuentra nuestro alumnado en la resolución de problemas son la aplicación conceptual de las leyes de la física a los ejercicios prácticos y el poco tiempo disponible para poder resolver una cantidad suficiente y variada de problemas relacionados con los contenidos explicados en las clases teóricas. En esta parte de nuestro trabajo describiremos los diferentes materiales de aprendizaje

elaborados por nuestra red, así como su utilización por parte del alumnado como recurso de aprendizaje autónomo.

## 1.2 Revisión de la literatura.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) modifica el clásico proceso enseñanza-aprendizaje basado en la clase magistral y centrado en el profesorado a una metodología docente centrada en el alumnado. Así, se ha reducido el número de horas de docencia directa para que el alumnado sea protagonista en su aprendizaje trabajando las actividades propuestas individualmente o en grupo fuera del aula. Es decir, además de estudiar la materia, necesitan documentarse con la bibliografía y/o Internet, deben planificar las tareas a realizar, aprenden a trabajar en grupo o forman equipos de trabajo, presentan sus resultados en informes escritos, etc. Por lo tanto, se pretende que adquieran una formación integral y gran autonomía personal en su aprendizaje. Como consecuencia, la evaluación en este contexto es amplia y permite el seguimiento continuo del alumnado en su aprendizaje. Ahora bien, desde el inicio de implantación de los grados se comprobó experimentalmente que el alumnado tenía muchas dificultades para comprender los conceptos que se explican en física y en matemáticas (Cravino & Lopes 2003, Beléndez Vázquez et al. 2004, Gras-Martí et al. 2004, Rodes-Roca et al. 2014). Ante esta realidad, el profesorado ha desarrollado diversas metodologías docentes cuyo objetivo se ha centrado en la adquisición de las competencias transversales marcadas por el EEES adaptándolas a las peculiaridades de cada titulación (Cebrián 2003, Benito y Cruz 2005, Rodes-Roca et al. 2008, 2012 y 2013). Asimismo, hemos sido conscientes del papel de la didáctica de las ciencias en la enseñanza y el soporte que ofrece a la renovación y mejora de nuestra labor docente, orientaciones y propuestas de trabajo que van más allá de la clase magistral (Campanario & Moya 1999, Campanario 2003).

Numerosos estudios realizados en la última década ponen de manifiesto que el alumnado de ingeniería y arquitectura es capaz de resolver problemas cuantitativos similares a los que se proponen en los libros de texto al final de cada capítulo, pero suelen encontrar dificultades en la interpretación del significado físico de sus propias soluciones numéricas a los problemas (Guisasola et al. 2011 y otras referencias que aparecen en este artículo). La investigación en didáctica de la física ha mostrado reiteradamente que el éxito en el cálculo de soluciones numéricas no implica que se consiga el correspondiente nivel de comprensión conceptual. Es más, la enseñanza

problematizada suele ignorar importantes objetivos procedimentales y se centra en el operativismo matemático (Dufresne & Gerace 2004, Guisasola et al. 2006). Estos trabajos ponen de manifiesto que la enseñanza de resolución de problemas como desarrollo de investigaciones guiadas permite que una mayoría de estudiantes desarrolle habilidades relacionadas con la metodología científica e interprete significativamente los conceptos y leyes involucrados en los problemas de física. Eventualmente, esta forma de enfocar la resolución de los problemas como actividad científica podría sustituir la estrategia habitual del alumnado basada en la búsqueda de datos para una fórmula ad hoc. No obstante, la aplicación de esta metodología debería ir acompañada de una formación y labor previas entre el profesorado que discuta y tenga en cuenta las distintas posibilidades a que puede dar lugar un problema abierto.

### 1.3 Propósito

La heterogeneidad del alumnado en el aula afecta al desarrollo de la guía docente y, en general, al proceso enseñanza-aprendizaje. Para obtener evidencias de esta afirmación, hemos efectuado una correlación entre los conocimientos previos de un grupo de estudiantes de Fundamentos Físicos de la Informática (FFI) y los resultados obtenidos en dicha asignatura en el curso 2014-15. Pretendemos comprobar las diferencias en el aprendizaje en función de la procedencia del alumnado. Además, hemos analizado la importancia de la evaluación continua en FFI para la mejora de los resultados académicos.

Como la enseñanza tradicional puede ser ineficaz en bastantes casos para promover el aprendizaje significativo en el alumnado, hemos desarrollado materiales y actividades que permitan el autoaprendizaje y la autoevaluación tanto en los conceptos teóricos como en la resolución de problemas. Presentamos ejemplos de diferentes formas de aprender a resolver y plantear los problemas de física en el Grado en Ingeniería Civil y en el Grado en Arquitectura Técnica basado en problemas abiertos, libros de problemas resueltos y la utilización de blogs para ayudar a planificar las diferentes actividades que se plantean durante el curso.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Para el estudio de la diversidad del alumnado, se han elegido dos grupos teóricos de FFI impartidos por el mismo profesor e integrado por 197 estudiantes. Durante el

curso, y con vistas a este trabajo, se ha procurado mantener la mayor uniformidad posible en cuanto al ritmo y contenidos de las clases.

El centro de proceso de datos de la Universidad de Alicante (CPD-UA) no ha podido suministrarnos información sobre la vía de acceso y/o calificaciones previas de 19 estudiantes, razón por la que se han excluido del estudio. También se han eliminado 3 alumnos que acceden por vía de titulados (uno) y mayores de 25 años (dos). El éxito en los estudios obtenido por personas que acceden por esta vía es aleatorio y, en cualquier caso, dada su poca representatividad dentro de grupo su inclusión no resulta estadísticamente reseñable.

De los 175 estudiantes restantes disponemos de información sobre el número de años que están cursando la asignatura y cuál ha sido su vía de acceso a la universidad. En el caso del alumnado procedente de bachillerato LOGSE conocemos también su calificación de selectividad. En el CPD-UA no tienen información sobre la rama de bachillerato que ha cursado este alumnado, pero sí sabemos quiénes de ellos se han examinado de física en selectividad y su calificación, por lo que podemos utilizar este dato aunque con las reservas pertinentes: este alumnado tiene conocimientos previos sobre física, pero no podemos excluir que otros que no se hayan examinado también los posean.

Como tasa de éxito para contrastar se han elegido los resultados obtenidos en la primera convocatoria del curso 14-15. La nota final de esta convocatoria es el resultado de la ponderación de diferentes pruebas: evaluación continua (2 parciales de teoría y problemas – 60%), prácticas de laboratorio (10%) y calificación del examen final (30%). Su análisis no sólo proporciona información sobre el resultado final (aprobado o no en la convocatoria) sino que nos permite, a través del resultado de las diferentes pruebas, conocer la actitud de cada estudiante hacia la asignatura y el trabajo realizado lo largo del curso.

En las asignaturas de Fundamentos Físicos de la Ingeniería Civil (FFIC) y de los Fundamentos Físicos de las Estructuras (FFE) seguimos trabajando en la elaboración de libros de problemas resueltos y uso del blog como herramienta de apoyo a la docencia. Se siguen manteniendo unos horarios que no se corresponden con la eficacia y eficiencia en el aprendizaje, ni mucho menos con la calidad de la misma, así como una distribución heterogénea del alumnado en los diferentes grupos teóricos.

## 2.2. Materiales

Podemos afirmar que el alumnado dispone de toda la información necesaria para el seguimiento de cada asignatura que depende de la disponibilidad del profesorado y sus capacidades tecnológicas. La guía docente en la página web de la UA, recursos de aprendizaje autónomo en el campus virtual de la UA, en su repositorio, Open Course Wares, libros abiertos en formato pdf y blogs de asignaturas que complementan las explicaciones en los diferentes tipos de clases presenciales junto a enlaces de interés para la física.

## 2.3. Instrumentos

Se han utilizado la mayor parte de los recursos electrónicos que la UA tiene a disposición tanto de estudiantes como del profesorado (repositorio, blogs, campus virtual, pUAs). La evaluación continua se planifica en función del contexto académico mediante trabajos individuales o en grupos reducidos y una valoración formativa. El CPD-UA nos ha proporcionado las hojas de cálculo con la información sobre resultados académicos previos del alumnado de FFI, mientras que el profesorado de la asignatura ha aportado las calificaciones finales de ésta.

## 2.4. Procedimientos

Estamos en proceso de elaboración de un libro digital, actualizar los blogs de las asignaturas y adaptación de ejercicios a problemas abiertos para trabajar los aspectos conceptuales y de planificación en la resolución de este tipo de situaciones aplicadas al entorno profesional y de la titulación. Solicitud al CPD-UA de la información académica para abordar nuestro estudio planteado en este artículo y comparación con los resultados académicos definitivos en FFI.

Se han formado los grupos de profesorado por proyectos y los objetivos de éste. Se han realizado reuniones presenciales por grupos y, mediante la opción del grupo de trabajo del campus virtual de la UA, virtuales para tener un seguimiento y coordinación de nuestro trabajo.

Las guías docentes y los blogs de las asignaturas nos han sido de utilidad para presentar al alumnado la planificación de su aprendizaje así como su evaluación formativa continua.

### 3. RESULTADOS

En la tabla 1 podemos ver que de los 175 alumnos analizados el 84 % provienen de bachillerato LOGSE y el 16% de un ciclo formativo de grado superior (CFGS). Sin embargo entre los alumnos que cursan por primera vez la asignatura (alumnos de nuevo acceso - 62,3% del total) el porcentaje que proviene de CFGS es del 10%. Este es un primer dato llamativo que tiene su explicación en el hecho habitual de que resulta muy improbable que los alumnos de CFGS aprueben el primer año que cursan la asignatura. A veces se presenta algún caso, pero suele ser excepcional y en general se trata de estudiantes que obtienen también un buen rendimiento en otras asignaturas de la titulación, es decir, son alumnos con capacidad sobresaliente y que realizan un gran esfuerzo para suplir su deficiente formación básica.

Tabla 1. Vía de acceso y años en la asignatura, junto con la tasa de éxito

Estudios previos	Total Asignatura				1 año Asig. (62.3% TA)				2 años Asig. (28.6% TA)				3 años Asig. (9.1% TA)			
	175 Alu.		Apr.. 1ª C.		109 Alu.		Apr. 1ª C.		50 Alu.		Apr. 1ª C.		16 Alu.		Apr. 1ª C.	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
<b>B. Log.</b>	147	84	61	42	98	90	40	41	41	82	15	37	8	50	6	75
<b>CFGS</b>	28	16	5	18	11	10	0	0	9	18	3	33	8	50	2	25

A partir de los datos de la tabla 1, se puede observar que de los 11 estudiantes de CFGS de nuevo ingreso en el curso 2014/15 nadie ha conseguido superar la asignatura (0% de tasa de éxito), mientras que el 41% del alumnado que provienen de bachillerato LOGSE (B. Log.) la ha superado.

A partir del segundo año cursando la asignatura los porcentajes éxito se igualan (37% B. Log. y 33% CFGS). Entre los alumnos de 2º año ya no están los que provenían de B. Log. con mejor formación inicial y cualificación (aprobaron el curso anterior) y para los de CFGS la asignatura ya no es tan desconocida por haberla cursado el año anterior. Ambos grupos tienen por tanto una formación más homogénea. No obstante estos resultados de éxito, al igual que los que se presentan entre los alumnos de tercer año (75% B.Log. y 25% CFGS) tienen más que ver, como después comprobaremos, con la actitud y trabajo del alumnado en la asignatura que con sus estudios previos.

45 de los 98 alumnos de B. Log. de nuevo acceso se han examinado de física en selectividad. Sin embargo la tasa de éxito entre estos alumnos, que podemos asegurar que durante el bachillerato han cursado asignaturas de física, es del mismo orden que el que presenta el alumnado de LOGSE en su conjunto (sobre el 40%). Esto puede parecer una sorpresa. Sería de esperar que este alumnado presentara un mejor rendimiento, cosa

que no sucede. Tal vez la explicación esté en el hecho de que la nota media en física de estos 45 estudiantes no es muy buena (4,4 puntos sobre 10). También influye otra circunstancia: debido a la falta de base de un gran número de estudiantes en la mayoría de los temas se parte de cero y se introducen y explican conceptos que deberían ser conocidos por el alumnado. Esto, aunque impide completar el programa (en torno a un 10% no llega a impartirse), permite que la mayor parte del alumnado no se descuelgue de la asignatura y los coloca en un plano de gran igualdad en el que influye más la capacidad y habilidades propias de cada estudiante que los conocimientos previos que posee.

Esta última situación puede contrastarse fácilmente si relacionamos la tasa de éxito en la asignatura con la nota global de selectividad (NS). Entre el alumnado con calificación  $NS \geq 7$  (el 40% proviene de B. Log.) la tasa de éxito es del 46% frente al 30% que presenta el alumnado con calificación  $NS < 7$  (el 60% proviene de B. Log.). Es decir, aquellos estudiantes que han desarrollado determinadas habilidades en el estudio y tienen una cierta capacidad contrastada, lo cual queda bastante bien reflejado en la calificación global de selectividad, están en mejores condiciones para abordar esta asignatura con garantías de éxito.

Al margen de que sería deseable que el alumnado que cursan esta asignatura dispusieran de una base sólida y uniforme de física y matemáticas, cosa que no sucede, para obtener un rendimiento adecuado en una materia como la física, el trabajo continuado desde el inicio de curso y la actitud del alumnado hacia la asignatura es fundamental. Resulta difícil saber cuántas horas dedica cada estudiante al estudio de la materia, además de que este dato puede variar de unos alumnos a otros. Pero sí podemos evaluar en cierta forma la actitud del alumnado por su participación en las diferentes actividades de la asignatura y, por el resultado obtenido, la preparación con la que el alumnado se presenta para superar las pruebas que se le plantean.

La tabla 2 muestra en la primera fila de la columna “Estudiantes (T)” la tasa de éxito de los 175 estudiantes objeto de estudio independientemente de su vía de acceso y el número de años que han cursado la asignatura. En las 3 siguientes filas esta tasa de éxito está contemplada en función del número de años en la asignatura. Podemos observar que el porcentaje de estudiantes que aprueban en primera convocatoria cursando la asignatura 1, 2 y 3 años es muy estable.

En la columna “Estudiantes (A)” de la tabla 2 están contemplados aquellos alumnos que han participado en todas las actividades docentes de la asignatura y se han

presentado a las pruebas evaluadoras de las mismas (139 estudiantes - 79,4% del total). Como puede observarse, la cantidad total de aprobados de la asignatura (66 estudiantes) se encuentran dentro de este grupo. Hay por tanto un grupo de estudiantes que está en torno al 20% (este porcentaje es bastante similar en cursos precedentes) que abandonan la asignatura o no mantienen una mínima regularidad en el estudio de la misma.

Tabla 2. Años en la asignatura y participación en sus actividades docentes, junto con la tasa de éxito

Años en la asignatura		Estudiantes (T)			Estudiantes (A)			Estudiantes (B)		
		Núm.	Aprob. 1ª C.		Núm.	Aprob. 1ª C.		Núm.	Aprob. 1ª C.	
nº	%		cant.	%		cant.	%		cant.	%
<b>Todos</b>	<b>100</b>	175	66	37,7	139	66	47,5	74	64	86,5
<b>1</b>	<b>62.3</b>	109	40	36,7	90	40	44,4	46	38	82,6
<b>2</b>	<b>28.6</b>	50	18	36,0	37	18	48,7	21	18	85,7
<b>3</b>	<b>9.1</b>	16	8	50,0	12	8	66,7	8	8	100,0

En el desglose de “Estudiantes (A)” por años en la asignatura puede observarse que el porcentaje de participación aumenta conforme el alumno lleva más años cursando la asignatura. Con la experiencia el alumno sabe que trabajar de forma continuada en la asignatura es fundamental para poder superarla.

Pero un buen número de estudiantes que se presenta a las pruebas evaluadoras de la asignatura no lo hace con la preparación mínima deseable, fruto de un trabajo continuado y constante. Algunos, en especial los que cursan por primera vez la asignatura se presentan: a ver como es el examen. Para diferenciar aquellos alumnos que acuden a las pruebas evaluadoras con una mínima preparación en la columna “Estudiantes (B)” se han considerado aquellos que, habiéndose presentado a todas ellas, han obtenido como mínimo una calificación de 2 puntos sobre 10 en cada prueba. Dado el tipo de pruebas que se realizan en la asignatura este dato nos indica cierta continuidad y trabajo de estos alumnos en la materia. Aunque en bastantes casos esta labor no haya sido suficiente para superar alguna de las pruebas, estos estudiantes se encuentran enganchados a la asignatura y las probabilidades de superarla son muy altas. El dato es muy significativo: 86,5% de éxito en “Estudiantes (B)”.

Sólo hay 2 estudiantes, ambos de nuevo ingreso, que habiendo obtenido una calificación menor de 2 puntos en alguna de las pruebas finalmente han superado la asignatura. En ambos casos esta baja calificación corresponde a las pruebas de la primera evaluación (semana 6 del curso). A partir de ahí hay un cambio de actitud en estos dos alumnos, un trabajo más apropiado y mayor efectividad en el resto de pruebas.

Dado que en el examen final se tiene la opción de recuperar las calificaciones de los parciales esto ha permitido a estos alumnos superar finalmente la asignatura.

Como en el caso de la columna “Estudiantes (A)” la tasa de éxito en la columna “Estudiantes (B)” mejora con el número de años de permanencia en la asignatura, llegando al 100% en el caso de alumnos de tercer año.

En cuanto al diseño y elaboración de materiales que fomenten la adquisición de capacidades y habilidades prácticas (tanto de laboratorio como de resolución de problemas) en las asignaturas de fundamentos físicos para la ingeniería y la arquitectura de la EPS, hemos introducido novedades para los trabajos de laboratorio y la resolución de problemas: medidas experimentales de superficies y volúmenes con instrumentos al alcance de cualquier estudiante, obtención del centro de gravedad de una pieza de cartón u otro material fácilmente accesible, así como planteamiento de problemas abiertos. Estamos en fase de elaboración de un libro de problemas resueltos para los fundamentos físicos de la ingeniería civil utilizando la misma metodología que en publicaciones anteriores para fundamentos físicos de las estructuras (hay una edición electrónica en formato pdf que se puede descargar desde el repositorio de la UA en la dirección siguiente <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/33755>). Desde que se publicó en noviembre de 2013, este material se ha descargado 732 veces (26 de mayo de 2015), lo que sugiere que nuestro libro ha tenido cierta aceptación como material de apoyo a la resolución de problemas.

Para ilustrar lo que entendemos por problemas abiertos compararemos los enunciados de dos ejercicios propuestos, uno tradicional y otro para el aprendizaje basado en problemas.

**Enunciado clásico:** Una bala de 10 g que se mueve a una velocidad de 400 m/s se incrusta en un bloque unido a un resorte, cuya masa es de 990 g. Después del choque el resorte se contrae 20 cm, realizando posteriormente un movimiento armónico simple, si no hay rozamiento entre el bloque y el suelo, determina: (a) La constante recuperadora del resorte. (b) El período de oscilación. (c) Si hay rozamiento entre el bloque y el suelo, siendo de 0,2 el valor del coeficiente de rozamiento, determina la máxima contracción del resorte.

**Enunciado abierto:** Un proyectil se incrusta en un bloque unido a un resorte. Si tras el choque, el conjunto describe un movimiento armónico simple, ¿cómo podemos obtener la ecuación del movimiento?

En el primer caso, el alumnado es capaz de repetir un proceso mediante la resolución de ejercicios similares, pero no se garantiza que se entienda el significado de las ecuaciones o leyes que se aplican en su resolución o explicar el significado de sus propias soluciones numéricas. Mientras que en el segundo caso, el alumnado debe construir procedimientos propios de la metodología científica para resolver el problema. Este proceso de adquisición y comprensión de conceptos se enmarca en la estrategia del aprendizaje basado en problemas. Las características que presenta esta forma de plantear los problemas de física son: inicialmente no se conoce toda la información para poder resolverlo, no hay una única vía de resolución, a medida que se aporta información al ejercicio, aparecen nuevas situaciones, el alumnado no tiene la certeza de haber elegido correctamente las opciones de solución.

En el caso de las prácticas de laboratorio de física, también hemos adaptado a esta metodología algunas de ellas. La base del trabajo práctico es que se pueda hacer con instrumentos de medida que cualquier hogar tiene a su alcance, metro, balanza de cocina, tijeras, cartones, etc. Se propone al alumnado el cálculo de áreas laterales y volúmenes, por ejemplo de habitaciones, pilares, latas, etc., puede ser individual o en grupos de dos estudiantes, y debe(n) realizar el informe correspondiente a este trabajo práctico. Para la determinación del centro de gravedad de una superficie plana de espesor despreciable, se propone que consigan un cartón de dimensiones arbitrarias en el que se realizan cortes de tipo rectangular, triangular o circular libremente y se les pide que calculen analíticamente el centro de gravedad, lo comprueben experimentalmente y piensen en algún método alternativo para su obtención. Este trabajo práctico se solicita teniendo en cuenta que en las clases teóricas ya se han explicado estos contenidos, ya se han resuelto algunos ejercicios y en las clases de laboratorio ya se ha indicado cómo se realiza un informe de laboratorio.

#### **4. CONCLUSIONES**

De acuerdo a nuestro estudio comparativo entre el historial académico previo del alumnado y sus resultados en la asignatura de FFI, podemos establecer las siguientes conclusiones:

a) La tasa de éxito entre el alumnado de nuevo ingreso en la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática, de primer curso del grado de Ingeniería en Informática, está fuertemente condicionada por los estudios previos del alumnado que la cursan. En el curso 2014-15 ningún estudiante de los que han accedido a través un ciclo

formativo de grado superior ha superado la asignatura en primera convocatoria, mientras que sí lo ha hecho el 41% de los que ingresaron vía bachillerato.

b) Dado que la falta de base en física y matemáticas de un gran número de estudiantes obliga a comenzar los temas desde cero, el haber cursado física o no en bachillerato no afecta de forma significativa a la tasa de éxito entre el alumnado que proviene de bachillerato LOGSE. Sí influye la capacidad y habilidades que el alumnado ha adquirido previamente en sus estudios, lo que se refleja al correlacionar la tasa de éxito con la nota de selectividad de estos alumnos.

c) El trabajo continuado y la preparación concreta de cada una de las pruebas de evaluación de la asignatura son un requisito fundamental, y casi imprescindible, para aprobar la asignatura en la primera convocatoria. El 86,5% del alumnado que ha obtenido al menos 2 puntos sobre 10 en todas las pruebas de evaluación finalmente aprueba la asignatura en la convocatoria de enero.

d) Aunque 4 de los 11 estudiantes de nuevo ingreso que provienen del ciclo formativo del grado superior se encuadrarían dentro del grupo “Estudiantes (A)”, es decir, aquellos que se han presentado a todas las pruebas de la asignatura, ninguno de ellos ha obtenido una calificación mayor de 2 puntos en todas las pruebas. A pesar del interés y esfuerzo que han mostrado estos alumnos, este no se ha visto compensado debido a su precaria formación básica.

Las competencias adquiridas por el alumnado cuando accede a la universidad no son fruto de un momento, sino el resultado de años de trabajo educativo previo. Una asignatura como la física, que requiere de una capacidad de abstracción mayor que otras materias, resulta difícil de abordar si el alumnado no tiene desarrolladas habilidades específicas para el estudio y adquiridas determinadas destrezas matemáticas. El alumnado que proviene de ciclos formativos de grado superior, aunque presenta mayor soltura en aspectos prácticos de la asignatura (laboratorios), posee un mayor déficit en capacidad de comprensión y abstracción con respecto al alumnado de bachillerato. Los resultados en tasa de éxito de la tabla 1 en este sentido son aplastantes. Pero suplir este déficit no es sencillo y, desde luego, no es una tarea que deba abordarse en esta asignatura con el consiguiente perjuicio para el resto de estudiantes.

Así pues, las recomendaciones que se proponen son:

- Con respecto al alumnado que procede del bachillerato LOGSE, sería recomendable que sin ninguna excepción, antes de empezar esta asignatura, realizara el curso cero de matemáticas y física que están programados en la EPS.

Esto permitiría unificar conocimientos y serviría para mejorar la planificación y el desarrollo de la asignatura FFI.

- Pero la formación que puede adquirirse en estos cursos cero es insuficiente para el alumnado que proviene de CFGS. La precariedad, especialmente en habilidades matemáticas, de este alumnado es tan importante que sería necesario plantearse la realización de cursos de al menos un cuatrimestre de duración para que puedan adquirir una base sólida y suficiente. Es evidente que así el alumnado pierde un curso, pero de todas formas el curso lo malgastan porque la comprensión de la materia así como aprobar la asignatura les resulta imposible. Somos conscientes que abordar una solución de estas características en el contexto que estamos resulta muy complicado, pero entendemos que es la única forma de contrarrestar el déficit formativo de este alumnado y resultaría una inversión a largo plazo rentable para todos: alumnado, asignatura y titulación.
- A la vista de los resultados es evidente que, una vez situado el alumnado en una posición homogénea en cuanto a capacidades y habilidades de estudio, el trabajo continuado en la asignatura es el que garantiza el éxito en la misma. En este sentido es importante que el profesorado que imparte la asignatura persevere en convencer al alumnado de este hecho y propicie, a través de las actividades docentes que tiene asumidas, que el alumnado tenga que realizar ciertas tareas que le obligue a esforzarse en trabajar y entender la materia para ofrecer soluciones. La evaluación continua, al proponer pruebas calificadoras repartidas a lo largo del curso, es una buena herramienta para mantener al alumnado conectado a la asignatura. Otra actividad que hemos contrastado resulta bastante efectiva es el encargo de resolución y entrega de problemas realizados en horas no presenciales por cada estudiante (de forma individual y/o en grupo). En general, se trata de fomentar cualquier tipo de actividad, asequible y atractiva para el alumnado, que le fuerce a trabajar de forma continuada y le mantenga enganchado a la asignatura.

La introducción de los problemas abiertos y los trabajos prácticos de laboratorio “casero” muestran evidencias, al menos en aquellos grupos con un reducido número de estudiantes, de una participación activa del alumnado, una colaboración entre estudiantes y una actitud positiva hacia la(s) asignatura(s) de física. No obstante, hay que indicar que esta metodología consume demasiado tiempo y esfuerzo si se compara con la clase magistral. Para una mayor eficiencia convendría una coordinación a nivel

de curso de todas las asignaturas para que el alumnado tenga una distribución homogénea de la carga de trabajo a lo largo del cuatrimestre. La investigación en didáctica de las ciencias en general y de la física en particular presenta evidencias en la mejora en el aprendizaje mediante metodologías alternativas a la clase magistral. Los resultados obtenidos en estas investigaciones ponen de manifiesto que muchas técnicas de docencia se pueden poner en nuestra práctica docente, incluso en grupos muy numerosos.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beléndez Vázquez, A., Bleda Pérez, S., Durá Doménech, A., Hernández Prados, A., Marco Tobarra, A, Márquez Ruiz, A.; Martín García, A., Moreno Marín, J. C., Neipp López, C., Rodes Roca, J. J., Rosa Herranz, J., Torrejón Vázquez, J. M., Yebra Calleja, M<sup>a</sup> S. y Vera Guarinos, J. (2004). Investigación docente sobre la enseñanza de las materias de Física en las titulaciones técnicas. En M. A. Martínez (coord.) *Investigar en docencia universitaria: Redes de colaboración para el aprendizaje* (pp. 315-328). Alcoy (Alicante): Marfil.
- Benito, Á. & Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la Docencia Universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Campanario, J. M. (2003): Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 319-328.
- Campanario, J. M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 179-192.
- Cebrián, M. (Coord.). (2003). *Enseñanza Virtual para la Innovación Universitaria*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Cravino, J. P. & Lopes, J. B.(2003). Assessing-To-Learn: Formative Assessment in Physics Instruction. *The Physics Teacher*, 42, pp. 428-433.
- Dufresne, R. J. & Gerace, W. J. & (2004). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 387-400.
- Gras Martí, A., Santos Benito, J. V., Miralles Torres, J. A., Pardo Casado, M., Celdrán Mallol, A. & Cano Villalba, M. (2004). Testing for prerequisites for undergraduates. En M. A. Martínez (coord.) *Investigar en docencia*

- universitaria: Redes de colaboración para el aprendizaje* (pp. 299-313). Alcoy (Alicante): Marfil.
- Guisasola, J., Ceberio, M. & Zubimendi, J. L. (2006). University Students' Strategies for Constructing Hypothesis when Tackling Paper-and-Pencil tasks in Physics. *Research In Science Education*, 36 (3), pp. 163-186.
- Guisasola Aranzabal, J., Ceberio Gárate, M., Almuñí García, J. M. & Zumendi Herranz, J. L. (2011). La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en cursos introductorios de física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), pp. 439-452.
- Rodes Roca, J. J., Moreno Marín, J. C. & Neipp López, C. (2008). La corresponsabilidad en el proceso de enseñanza/aprendizaje: Resultados de una experiencia en la asignatura de Fundamentos Físicos de Arquitectura. En I. Lozano Cabezas & F. Pastor Verdú (Coord.), *VI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: la construcción colegiada del modelo docente universitario del siglo XXI* (pp. 1366-1373). Alicante: Universidad de Alicante. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/19962>
- Rodes Roca, J. J., Moreno Marín, J. C., Beléndez Vázquez, T. & Méndez Alcaraz, D. I. (2012). El bloc dels fonaments físics de les estructures com a eina d'ensenyament i aprenentatge. En Tortosa Ibáñez, M. T., Álvarez Teruel, J. D. & Pellín Buades, N. (Coord.), *X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: la participación y el compromiso de la comunidad universitaria* (pp. 1154-1165). Alicante: Universidad de Alicante. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/24277>
- Rodes Roca, J. J., Yebra Calleja, M. S., Moreno Marín, J. C., Hernández Prados, A., Beléndez Vázquez, T., Méndez Alcaraz, D. I., Bernabéu Pastor, G., Torrejón Vázquez, J. M., Álvarez López M. L., Rosa Herranz, J. L., Martínez Núñez, S. & Benavídez, P. G. (2013). Diseño de materiales y actividades interactivas para el autoaprendizaje de la física. En Álvarez Teruel, J. D., Tortosa Ibáñez, M. T. & pellín Buades, N. (Coord.), *La producción científica y la actividad de innovación docente en proyectos de redes* (pp. 157-172). Alicante: Universidad de Alicante. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/36042>
- Rodes Roca, J. J., Hernández Prados, A. , Moreno Marín, J. C., Yebra Calleja, M. S., Beléndez Vázquez, T., Méndez Alcaraz, D. I., Bernabéu Pastor, G., Torrejón Vázquez, J. M., Vera Guarinos, G., Álvarez López M. L., Rosa Herranz, J. L. &

Benavídez, P. G. (2014). El proceso enseñanza-aprendizaje de la física para la ingeniería/arquitectura. En Álvarez Teruel, J. D., Tortosa Ibáñez, M. T. & Pellín Buades, N. (Coord.), *El reconocimiento docente: innovar e investigar con criterios de calidad* (pp. 2714-2728). Alicante: Universidad de Alicante. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/42447>