



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Alejandro Medina Domínguez
Departamento de Física Aplicada
ETSII de Béjar
Universidad de Salamanca
37700 Salamanca

e-mail: amd385@usal.es

29 de junio de 2011

Vicerrectorado de Docencia
Negociado de Espacio Europeo de Educación Superior
Universidad de Salamanca

En cumplimiento de las bases de la convocatoria por la que la Universidad de Salamanca concede ayudas para la innovación docente en el ámbito del Espacio Europeo de Educación Superior, remito la memoria final del proyecto de clave ID10/079.

Salamanca, a 29 de junio de 2011
Responsable del proyecto,

Fdo.: Alejandro Medina Domínguez

Vicerrectorado de Docencia



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Programa de apoyo a proyectos de Innovación Docente

Memoria Final

Referencia del proyecto: ID10/079

Investigador principal: Alejandro Medina Domínguez

Título del proyecto:

Seguimiento académico y *feedback* en la materia básica Física

Organismo: Universidad de Salamanca

Centro:

ETSII de Béjar

Departamento de Física Aplicada

Fecha de inicio del proyecto: septiembre 2010

Fecha de finalización: junio 2011

Miembros del equipo:

Alejandro Medina Domínguez

Juan Domingo Lejarreta González

Jesús Ovejero Sánchez

Jaime Montes Norriella

María Jesús Santos Sánchez

Francisco Martín Elices

1.- Contexto y justificación del proyecto

Este proyecto ha sido la continuación en el curso 2010/11 de un proceso de innovación docente y adecuación al EEES de la materia básica Física en grados de Ingeniería, desarrollado a partir del curso 2007/08, en la ETSII de Béjar por los profesores del área de Física Aplicada. Los cuatro últimos cursos académicos se han desarrollado varios proyectos de innovación docente respaldados por la Universidad de Salamanca, que han permitido adaptar la materia a los nuevos planes de estudio y la filosofía del EEES. Estos nuevos planes se han puesto en marcha en la ETSII de Béjar en el curso 2010/11 y el objetivo genérico del presente proyecto ha sido analizar la percepción por parte de los estudiantes de las nuevas metodologías docentes y, en base a ese análisis, readaptarlas de una forma eficiente.

2.- Objetivos propuestos en el proyecto

De forma muy breve enumeramos a continuación los objetivos que nos propusimos a la hora de elaborar este proyecto de innovación docente. Para comprender su importancia resaltamos que las asignaturas asociadas a la materia Física en grados de Ingeniería son asignaturas básicas de primer curso, es decir, los estudiantes las cursan directamente después de haber adquirido las destrezas y competencias propias de sus estudios de bachillerato, por lo que frecuentemente hay un salto importante, tanto en relación a sus conocimientos previos de Física y Matemáticas como a las metodologías y métodos de evaluación, entre sus estudios de procedencia y los estudios universitarios.

El presente proyecto se ha desarrollado en tres líneas diferenciadas y para cada una de las dos asignaturas que componen la materia Física, Física I y Física II:

- 1) Análisis del perfil de ingreso de los estudiantes y de sus competencias físico-matemáticas previas.
- 2) Definir una estrategia de seguimiento y *feedback* sobre la percepción por parte del estudiante de la metodología docente de la materia.
- 3) Desarrollo de material didáctico de laboratorio para tutorías de grupo reducido y adaptación de las prácticas de laboratorio a las necesidades actuales.

Los objetivos que nos marcamos al redactar el proyecto eran los siguientes:

- Analizar el tipo de alumnos y las competencias previas en física y matemáticas de los estudiantes de la materia básica Física en la ETSII de Béjar.
- Adaptar la metodología docente en función del perfil de ingreso de los estudiantes.
- Elaborar un protocolo de seguimiento de la percepción de los alumnos sobre la docencia de la materia. Detección de puntos fuertes y débiles.
- Analizar de forma continuada los resultados del análisis de seguimiento y readaptación de la metodología en función de las necesidades que se detecten.
- Desarrollar contenidos y aumentar la dotación de laboratorios para tutorías y seminarios de grupo reducido.
- Multiplicar el material de laboratorio con objeto de que las actividades prácticas se puedan desarrollar simultáneamente con el desarrollo de las clases magistrales y de problemas, lo que implica duplicar puestos de laboratorio. El objetivo es llevar a cabo en paralelo, sobre unos ciertos contenidos teóricos, el estudio en clases magistrales, la resolución de problemas en grupos intermedios y realizar tutorías con grupos reducidos incluyendo trabajo de laboratorio.

En el siguiente apartado resumimos la estrategia que hemos seguido para alcanzar esos objetivos en cada una de las líneas de trabajo propuestas.

3.- Concreción de objetivos

1) Análisis del perfil de ingreso de los estudiantes y de sus competencias físico-matemáticas previas.

Dentro de esta línea se ha realizado un test sobre competencias básicas de matemáticas, necesarias para el seguimiento de la materia básica Física. El test, orientado a alumnos de primer curso de grado, consta de 7 cuestiones asociadas a competencias propias del bachillerato: álgebra elemental, representación de funciones de una variable, algebra vectorial, cálculo diferencial e integral, etc. El objetivo ha sido realizar un estudio estadístico, en función del tipo de bachillerato o ciclo formativo realizado por el alumno.

En concreto, el test se ha realizado en las siguientes titulaciones: Grado en Biología, Grado en Física, Grado en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería

Electrónica Industrial y Automática en la ETSII de Béjar. El número total de alumnos encuestados es de aproximadamente 130. Se ha analizado el perfil de ingreso de los alumnos en cada titulación y en función de ello se han extraído conclusiones en relación con las competencias básicas de matemáticas adquiridas por el alumno previamente a su ingreso en la universidad.

El test se realizó originalmente a comienzo de curso (octubre 2010), pero recientemente (enero 2011) lo hemos vuelto a realizar sobre un grupo determinado de alumnos con objeto de analizar la evolución durante el curso.



- _____
- ¿En qué grado estás matriculado?
- ¿Te has matriculado por primera vez en la Universidad o has cambiado de plan de estudios?
- Nuevo ingreso Cambio de plan
- ¿Qué estudios previos realizaste?
- Bachillerato modalidad Ciencias y Tecnología
- Otros Bachilleratos
- Ciclo formativo
- _____
- 1 .- Sin usar calculadora, calcula:
- $\frac{1}{2} + \frac{3}{4} =$ $\text{sen}(0) =$ $\cos(\pi/2) =$
- 2 .- Representa gráficamente la función: $y(x) = 1 + 2x$. (¡Sin hacer tabla de valores!)
- 3 .- Un cubo tiene un lado de 20 cm. ¿Cuál es su volumen en el S.I.?
- 4 .- Utilizando notación científica, calcula:
- a) $300.000 \times 0,01 =$
- b) $\frac{1}{20.000} \times 0,002 =$
- 5 .- Dados los vectores: $\vec{a} = (1, 0, 1)$ y $\vec{b} = (1, 2, 1)$, calcula:
- $\vec{a} \cdot \vec{b} =$
- 6 .- Dadas la funciones $f(x) = e^{(2x+1)}$ y $g(x) = 3x^2 + 2$, calcula:
- a) $\frac{df(x)}{dx} =$
- b) $\int_0^1 g(x) dx =$

Figura 1 . Imagen del cuestionario de conocimientos matemáticos previos.

2) Definir una estrategia de seguimiento y feedback sobre la percepción por parte del estudiante de la metodología docente de la materia.

Con objeto de analizar la percepción por parte de los estudiantes de la metodología docente de las asignaturas durante el propio desarrollo del curso, nos propusimos desarrollar una encuesta dividida en dos tests de seguimiento, uno respondido por los alumnos a mitad del curso académico y otro al final. Se compartió con los alumnos el propósito de estas actividades y se acordó con ellos que habría reuniones periódicas de una representación de estudiantes con el profesorado de la asignatura. El objeto de las reuniones sería el ir evaluando durante el transcurso del curso de las distintas actividades docentes y el resultado de los tests.

Entre los elementos analizados en el pre-test y en el post-test se incluyen los siguientes: clases magistrales, apuntes elaborados por el profesor, clases de problemas, seminarios y tutorías de grupo reducido, tutorías individuales, contenidos y utilidad de la página web de la asignatura, prácticas de laboratorio, sistema de evaluación, dificultades de la asignatura y valoración personal global.

La encuesta se ha llevado a cabo sobre todos los alumnos de los grados que se han comenzado a impartir en la ETSII de Béjar, en la asignatura de Física I. Concretamente los tests se realizaron mediado el primer cuatrimestre (noviembre de 2010) y al finalizar el cuatrimestre (enero de 2011). Los resultados fueron analizados por el profesorado de la asignatura y, al mismo tiempo con una representación de los estudiantes de la asignatura a través de reuniones periódicas.

3) Desarrollo de material didáctico de laboratorio para tutorías de grupo reducido y adaptación de las prácticas de laboratorio a las necesidades actuales.

Utilizando la subvención económica del proyecto se adquirió material de laboratorio para añadir al programa de prácticas de laboratorio de Física, experiencias relativas al estudio del movimiento de rotación y cálculo de momentos de inercia de sólidos rígidos.

Se han diseñado prácticas nuevas de laboratorio de bajo coste, pero de buena precisión para determinar la aceleración de la gravedad con un muelle vertical

También se ha ampliado la base de datos de cuestiones que se utilizan a través de Moodle como elemento de evaluación continua en la asignatura. Finalmente, se ha unificado una base de datos de problemas resueltos para incluir en los apuntes de la asignatura, tanto propuestos a los estudiantes como resueltos en clase y algunos de ellos utilizarlos a través de Moodle para evaluación continua.

4.- Resultados obtenidos y conclusiones

A continuación resumimos muy brevemente las principales conclusiones en cada una de las líneas seguidas. Detalles sobre cada una de ellas se pueden encontrar en las publicaciones y comunicaciones contenidas en la Sección 5.

1) *Análisis de conocimientos y competencias previas en matemáticas de alumnos de nuevo ingreso en grados científico-técnicos.*

A continuación incluimos las tablas de resultados de las encuestas realizadas y las conclusiones fundamentales.

<i>Estudios de procedencia</i>					
<i>Área</i>	<i>Titulación</i>	<i>N</i>	<i>BC (%)</i>	<i>OB (%)</i>	<i>CF (%)</i>
Ciencias	Grado en Físicas	50	100	-	-
Biosanitaria	Grado en Biología	43	81	19	-
Técnica	Grado en Ingeniería Industrial	40	64	-	36

Tabla 1. Estudios de procedencia de los encuestados en función de la titulación que han elegido. N, número de estudiantes (de nuevo ingreso) que han respondido el cuestionario.
(BC: Bachillerato de Ciencia y Tecnología; OB: otros Bachilleratos; CF: Ciclos Formativos)

<i>Aprobados según procedencia</i>					
<i>Área</i>	<i>Titulación</i>	<i>Aprobados (%)</i>	<i>BC (%)</i>	<i>OB (%)</i>	<i>CF (%)</i>
Ciencias	Grado en Físicas	50	50	-	-
Biosanitaria	Grado en Biología	26	29	14	-
Técnica	Grado en Ingeniería Industrial	13	20	-	0

Tabla 2. Porcentajes de aprobados de nuevo ingreso en la encuesta de 7 preguntas. El aprobado se ha considerado en 4 respuestas correctas.

Calificación media según procedencia					
Área	Titulación	Calificación media (sobre un máximo de 7)	BC	OB	CF
Ciencias	Grado en Físicas	3.7	3.7	-	-
Biosanitaria	Grado en Biología	2.1	2.1	2.3	-
Técnica	Grado en Ingeniería Industrial	2.2	2.1	-	0.7

Tabla 3. Calificaciones de la prueba.

- Notables diferencias en el nivel de competencias previas de matemáticas en función del Grado.
 - Dentro de cada titulación también hay una disparidad notable en función del tipo de bachillerato o ciclo formativo realizado por el estudiante.
 - En concreto, los alumnos provenientes de ciclos formativos y matriculados en grados de tipo técnico tienen unas carencias evidentes en competencias elementales de matemáticas necesarias para poder seguir una materia básica como Física.
 - Todo esto lleva a la necesidad de adaptar la metodología y contenidos de las asignaturas básicas de primer curso de los nuevos grados en función del perfil de ingreso real de los estudiantes.
- 2) *Definir una estrategia de seguimiento y feedback sobre la percepción por parte del estudiante de la metodología docente de la materia*
- El análisis de los resultados de los tests respondidos por los estudiantes ha permitido detectar los puntos débiles y fuertes de las distintas actividades.
 - Se han comentado los resultados con los estudiantes en reuniones periódicas y en consecuencia se han readaptado algunos aspectos de las actividades
 - El profesorado de la asignatura ha extraído conclusiones respecto a posibles soluciones para los puntos débiles en futuros cursos académicos.
 - Pensamos que todo el proceso, desde un punto de vista global, ha sido beneficioso porque permite implicar en mayor medida a los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje y valorar las diversas metodologías docentes posibles, sus objetivos y sus distintas vertientes.

- Como otra conclusión global, se ha puesto de manifiesto la necesidad de coordinar las estrategias docentes de las diferentes materias básicas que forman el primer curso de los grados impartidos en la ETSII de Béjar. Esto es especialmente relevante en los aspectos relacionados con la evaluación continua, donde las diferentes estrategias seguidas en distintas asignaturas perjudican los resultados de aprendizaje.

3) *Desarrollo de material didáctico de laboratorio para tutorías de grupo reducido y adaptación de las prácticas de laboratorio a las necesidades actuales.*

- Se ha ampliado el material didáctico del laboratorio de Física, tanto para su utilización en las tutorías de grupo reducido como en las propias actividades de prácticas de laboratorio.
- Se han ampliado y unificado bases de datos de cuestiones cortas y problemas para, a través de la plataforma Moodle, reforzar los procedimientos de evaluación continua.

2  **Un móvil lleva una aceleración $a_x = 2 \text{ m/s}^2$ y una velocidad $v_y = 12 t^3 - 12 t \text{ (m/s)}$, además para $t = 1 \text{ s}$ pasa por el origen de coordenadas y su velocidad vale $\vec{v} = (2, 0) \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Se cumplirá:**
Puntos: 1

Seleccione al menos una respuesta.

- a. El radio de curvatura para $t = 0$ segundos es $1/3 \text{ m}$.
- b. La trayectoria es una parábola.
- c. El radio de curvatura para $t = 0$ segundos es $1/5 \text{ m}$.
- d. La trayectoria es una circunferencia.

3  **Sistema de referencia es:**
Puntos: 1

Seleccione al menos una respuesta.

- a. La unidad básica de medida.
- b. El sistema internacional de unidades.
- c. Los ejes de coordenadas respecto del cual se observa el movimiento.
- d. El lugar que ocupa una partícula.

4  **Cuales de las afirmaciones siguientes son verdaderas.**
Puntos: 1

Seleccione al menos una respuesta.

- a. Si el módulo de la velocidad es constante, la aceleración es cero.
- b. Si la aceleración es cero, el módulo de la velocidad debe ser constante.
- c. El producto escalar de la aceleración por un unitario de la velocidad es la aceleración tangencial.
- d. El vector aceleración está siempre en la dirección del movimiento.

5  **Posición es:**
Puntos: 1

Seleccione al menos una respuesta.

- a. Lo que recorre el móvil en un tiempo determinado.
- b. La distancia del móvil al sistema de referencia.
- c. El lugar que ocupa el móvil en el espacio en un instante determinado.
- d. El lugar que ocupa un móvil respecto de otro móvil.

Figura 2. Ejemplo de cuestionario en Moodle.

5.- Difusión de resultados

Participación en Congresos

Congreso: *VII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria (JIU '10)*

Lugar y fechas: Universidad Europea de Madrid, Madrid, 6 - 7 de septiembre de 2010

Tipo de participación: Comunicación oral

Congreso: *II Ciencia en Acción*

Lugar y fechas: Santiago de Compostela, 1 - 3 de noviembre de 2010

Tipo de participación: Comunicación oral y póster

Congreso: *Science on Stage Festival*

Lugar y fechas: Copenhague, Dinamarca, 16 - 19 de abril de 2011

Tipo de participación: Comunicación oral y póster

6.- Ponencias y publicaciones

Título: “*Timing the oscillations of a pendulum*”

Autores: S. Velasco, M.J. Santos, A. González y J.A. White

Revista “*Physics Education*”, 46(3), p. 133-134, Marzo 2011

Título: “*Timing oscillations of a mass-spring system*”

Autores: J.A. White, M.J. Santos, A. González y S. Velasco

Revista “*Physics Education*”, en prensa, 2011

Título: “*Estudio sobre la percepción, por parte del estudiante, de la metodología docente de la materia de Física*” (JIU '10)

Autores: A. Medina y M.J. Santos

Fecha: 2010

Tipo: Ponencia oral y libro de Actas (ISBN 978-84-95433-45-9)

Título: “*Escuchando la gravedad*” (11 Ciencia en Acción)

Autores: M.J. Santos, J.A. White, A. González y S. Velasco

Fecha: 2010

Tipo: Ponencia oral y libro de actas (ISBN 978-84-614-3684-2)

Título: “*Listening to gravity*” (11 Science on Stage)

Autores: M.J. Santos, J.A. White, A. González y S. Velasco

Fecha: 2011

Tipo: Catálogo del congreso, págs. 19 y 93