

INFORME DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE : ID11/152

**IMPLEMENTACIÓN EN STUDIUM DE UNA GUÍA DIDÁCTICA
MULTIMEDIA PARA
EL LABORATORIO DE FÍSICA.**

Coordinadora del proyecto: Cristina Prieto Calvo

Miembros del equipo:

- Conrado Albertus Torres**
- Teresa Fernández Caramés**
- Francisco Fernández González**
- Eliecer Hernández Gajate**
- Juan Carlos Lozano Lancho**
- Begoña Quintana Arnés**
- David Rodríguez Entem**
- Alfredo Valcarce Mejía**

Salamanca, 29 de Junio de 2011

INTRODUCCIÓN

La Física, como ciencia experimental, encuentra en el laboratorio un recurso pedagógico fundamental. El trabajo experimental permite en primer lugar la observación directa de los fenómenos, pero también desarrolla las destrezas manuales relacionadas con la manipulación instrumental, adiestra en las técnicas de tratamiento de datos y forma en el diseño eficiente de los experimentos. Como resultado de las fases anteriores se formulan o confirman teorías que satisfagan los resultados obtenidos. Para ello son necesarias habilidades en el análisis de las medidas y en el desarrollo de modelos que expliquen las observaciones.

En consonancia con el paradigma educativo del EEES, el laboratorio es un escenario ideal para desarrollar el aprendizaje activo en un entorno colaborativo entre compañeros. Sin embargo, a menudo el interés del laboratorio como herramienta pedagógica se ve mermado al limitarse la realización de las prácticas a seguir un guión, obteniendo datos y manipulándolos, pero sin conseguir el aprovechamiento conceptual esperado.

Mediante el presente proyecto se ha pretendido rentabilizar al máximo el trabajo de laboratorio en cuanto a la adquisición de competencias conceptuales, instrumentales y de trabajo en grupo utilizando diversas herramientas TIC dentro de la plataforma Moodle. El uso de herramientas informáticas en diversas etapas de la práctica agiliza y simplifica las actividades, permitiendo una redistribución temporal de las sesiones de forma que se potencie la discusión entre compañeros sobre los aspectos fundamentales de la experiencia.

Entre las ventajas que supone la aplicación del proyecto destacamos dos aspectos:

- Aligerar la presión a que están sometidos los alumnos por la evaluación continua (habitual en los grados). Con frecuencia los estudiantes realizan las tareas asignadas de manera apresurada, de forma que, aunque los resultados sean técnicamente correctos, se observan grandes deficiencias a nivel conceptual.
- Descargar en parte la tarea repetitiva del profesor explicando al inicio de cada sesión de prácticas. Las características de los laboratorios de Física, con material a menudo sofisticado y costoso no nos permite disponer de múltiples equipos para cada experiencia, con lo que en cada sesión de prácticas el profesor debe hacer un gran esfuerzo para poder atender adecuadamente a 15 alumnos realizando 5 prácticas distintas. Para facilitar la tarea y mejorar el aprovechamiento de las sesiones experimentales se ha abordado en este proyecto la elaboración de una guía informática para cada práctica, accesible desde el campus virtual

Studium y que mediante el uso de TIC aumente el aprovechamiento de las sesiones experimentales.

Se ha aplicado el proyecto en dos escenarios:

- Laboratorio de Física general (en el grado de Biología y en el grado de Biotecnología). Estos laboratorios forman parte de las asignaturas de Física en el primer curso del grado correspondiente.
- Laboratorio de Física Cuántica (en el grado de Física). La asignatura Laboratorio de Física Cuántica (tercer curso del grado en Física) se ha puesto en marcha durante el curso 2011-2012. Aunque puede considerarse una nueva versión de la asignatura de licenciatura Técnicas Experimentales en Física Cuántica, se ha adaptado la técnica docente habitualmente usada en ella a las nuevas metodologías que implica el EEES. Todo ello con la finalidad de mejorar en el grado de adquisición de las competencias previstas, tanto específicas (en particular las relacionadas con la aprehensión de los complejos conceptos de la física cuántica), como las instrumentales relacionadas con el mundo subatómico.

El objetivo fundamental del proyecto ha sido elaborar una guía informática de cada práctica de laboratorio que sea accesible desde la plataforma Studium y contenga los aspectos más importantes de la experiencia. Mediante el uso de esta guía se pretende mejorar el rendimiento de los estudiantes tanto a nivel intelectual como académico.

Otro objetivo del proyecto, y no menor, supone la simplificación en el proceso de corrección que el profesor hace de los resultados numéricos de la práctica. Para ello se han confeccionado fichas electrónicas en que el estudiante introduce los resultados de las medidas. El tratamiento de los datos mediante herramientas de hoja de cálculo le permite la obtención en muy poco tiempo de gráficas, análisis de errores o relaciones matemáticas entre los datos experimentales. En las correspondientes hojas del profesor, se incluyen los resultados tipo para las variables de la experiencia y los resultados obtenidos tras el correcto tratamiento operacional. La simple copia de los resultados enviados informáticamente por el alumno permite al profesor la rápida comprobación de los resultados del estudiante.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Los componentes de la guía se estructuran siguiendo el esquema tradicional en una práctica de laboratorio. Mediante diversos enlaces el estudiante accede al Fundamento teórico, los Materiales, el Procedimiento o el Análisis de datos. Sin embargo se han introducido novedades que involucran

más directamente al estudiante en la experiencia y le permiten un conocimiento más profundo de la misma.

Los estudiantes se agrupan en equipos de 2-3 componentes y siguen las técnicas de trabajo en grupo. A pesar de que la guía se conciba como autoexplicativa, el alumno dispone en todo momento (durante la práctica y también fuera del laboratorio) de la ayuda y orientación del profesor.

Aunque los colectivos de estudiantes a los que se ha aplicado el proyecto tienen características distintas, el esquema de actividades seguidas ha sido esencialmente el mismo.

En la guía informática se incluyen herramientas multimedia audiovisuales (vídeos, presentaciones) explicativos de la introducción teórica, el material de la práctica y del procedimiento experimental a seguir. Los recursos multimedia son mucho más clarificadores que una mera descripción escrita en papel. En proyectos anteriores (Ref.1) se han elaborado material multimedia para el laboratorio de Física. Al aplicar dicho proyecto observamos que aunque el formato vídeo sea más completo en cuanto a información, en realidad el alumno en el laboratorio necesita información sobre aspectos puntuales que complete de forma concisa y rápida la explicación inicial del profesor. Así, en esta ocasión se ha optado por el uso de presentaciones informáticas que permiten un acceso más rápido a la información requerida. Por cada práctica los alumnos disponen de un ordenador portátil con las presentaciones correspondientes.

En cuanto a la toma de resultados experimentales y su posterior tratamiento, se ha simplificado el proceso en comparación con la tradicional entrega de informes de prácticas (a menudo engrosados inútilmente por el alumno y que le suponen bastante tiempo de trabajo). Como ejemplo, en el anexo I se muestra una de las hojas de toma de datos, correspondiente a una práctica del laboratorio de Física. El típico informe de prácticas se ha reducido a una hoja de resultados donde el alumno refleja sus medidas, los resultados de los correspondientes cálculos y contesta a algunas preguntas relacionadas con el contenido de la práctica. Una revisión rápida por el profesor de la hoja de resultados en la misma sesión de laboratorio permite decidir sobre las incorrecciones en las medidas y determinar la repetición de alguna de ellas en la misma sesión.

Los estudiantes disponen de toda la información (presentaciones, enlaces a simulaciones, hojas de resultados...) en el campus virtual Studium. Se incluyen también tests de autoevaluación.

Una vez terminadas las sesiones prácticas los estudiantes han realizado un test presencial sobre los contenidos conceptuales y procedimentales del laboratorio.

El proyecto se ha llevado a cabo en dos fases, con actividades semejantes pero recursos materiales y colectivos de estudiantes diferentes.

En la PRIMERA FASE se aplica al laboratorio de Física correspondiente a las asignaturas de Física Aplicada a la Biología (grado de Biología) y Física (grado de Biotecnología). Aunque similares en el contenido curricular, la diferencia fundamental entre ambas asignaturas es el número de alumnos: alrededor de 40 en cada grupo de prácticas en Biología, mientras que son 20 en cada grupo de biotecnología. Aunque en ambos casos la ratio alumnos/profesor sea semejante, el hecho de que en el laboratorio de biología estén agrupados en equipos de tres miembros determina un ambiente de trabajo diferente que en el de Biotecnología, donde los equipos son de dos componentes.

En la SEGUNDA FASE se ha desarrollado el proyecto en el Laboratorio de Física Cuántica. En este caso se dispone de seis prácticas de laboratorio distintas, con dos estudiantes por grupo de trabajo. La asignatura se imparte el segundo cuatrimestre del tercer curso de grado en Física. En asignaturas de laboratorio anteriores los alumnos han adquirido formación suficiente en los procedimientos de obtención y tratamiento de los datos. Por ello, aplicando este proyecto se pretende hacer hincapié en la interiorización de los conceptos de física moderna que la materia requiere. Los fenómenos de física cuántica se manifiestan fundamentalmente a nivel subatómico. La relación entre dichos fenómenos y la medida de sus efectos a nivel macroscópico es una tarea ardua y a veces contraria a la intuición cotidiana. Mediante el laboratorio y las actividades que se implementan en el proyecto se pretende facilitar la comprensión de los fenómenos cuánticos.

Con anterioridad al laboratorio de Física Cuántica el estudiante ha cursado asignaturas que le dan la base teórica para un aprovechamiento productivo del mismo. Sin embargo, para iniciar al alumno en el uso de material y técnicas experimentales sofisticados se han impartido varios seminarios previos a la realización de las prácticas. Tras ellos se ha hecho un test de conocimientos previos a las sesiones prácticas, computable (10% de la calificación final) para motivar que el estudiante revise conjuntamente los aspectos fundamentales de la práctica.

En las sesiones de laboratorio se compagina la información de las presentaciones multimedia con las explicaciones in situ del profesor. Para la recogida de datos los estudiantes cumplimentan (siguiendo una plantilla de hoja de cálculo) las hojas de resultados, que posteriormente envían electrónicamente al profesor para su corrección.

Durante la realización de la práctica el profesor contesta a todas las preguntas que se le formulan y a su vez propone nuevas cuestiones que clarifiquen conceptos.

Para evaluar el grado de adquisición de competencias relacionadas con el procedimiento

experimental, dos semanas después de las sesiones de laboratorio los estudiantes han contestado presencialmente a un cuestionario. En la misma sesión se pasó el mismo test previo a las prácticas, para valorar el grado de mejora conceptual. Así, la evaluación de la asignatura comprende:

- test previo (10%)
- realización de las prácticas (30%)
- cuestionario posterior (20%)
- examen escrito sobre supuestos prácticos (40%)

RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Como resultado material del proyecto se han generado herramientas didácticas para prácticas de Física General y prácticas de Física Cuántica, que serán de libre acceso en el repositorio institucional.

El uso de la guía informática supone menor desgaste del profesor al inicio de cada sesión de prácticas, con lo que puede dedicarse con más intensidad a arbitrar las discusiones entre estudiantes y a aclarar dudas conceptuales.

Con la nueva metodología el estudiante puede visualizar la práctica tantas veces como sea necesario, al estar a su disposición en el campus virtual.

Para muchos de los estudiantes de primer curso se trata del primer contacto con el laboratorio de Física. La posibilidad de acceso repetido a las experiencias facilita que se familiaricen con el método de trabajo, las herramientas informáticas de tratamiento de datos o la modelización de los resultados. Sin embargo las múltiples tareas de la evaluación continua usual en el EEES hacen que el estudiante esté demasiado ocupado en la entrega de trabajos directamente evaluables, dedicando poco tiempo a su autoformación, tarea que incluiría la revisión personal de las guías de trabajo para familiarizarlo con la metodología seguida en el laboratorio.

En el laboratorio de Física Cuántica se ha pasado una encuesta final para recabar la opinión de los estudiantes sobre el funcionamiento de la asignatura y en particular sobre las modificaciones que se han llevado a cabo. En el anexo II se incluye el cuestionario.

Como resultados generales de la encuesta destacamos los siguientes:

- valoran en alto grado las explicaciones *in situ* del profesor
- valoran mucho la simplificación en la entrega de informes
- sugieren pequeñas mejoras en el procedimiento de recogida de informes
- expresan en qué prácticas ha quedado muy claro el fundamento y aquellas sobre las que quedan más dudas

En cuanto a los resultados actitudinales:

- prefieren las explicaciones personales directas (en el laboratorio) frente a su propio trabajo con las guías de autoaprendizaje
- en general no han utilizado material de preparación que se les proporcionó en Studium (problemas propuestos y exámenes anteriores)

Respecto a los resultados académicos han mejorado notablemente respecto a los obtenidos en la asignatura equivalente en la licenciatura. En este caso tanto la tasa de éxito como la tasa de rendimiento han sido del 100%. También ha subido en promedio la calificación final, situándose en notable.

CONCLUSIONES

La aplicación de las actividades de este proyecto en escenarios y fases distintas ha permitido ir puliendo los distintos aspectos del mismo. Respecto a las metodologías usuales en las prácticas de laboratorio, se ha agilizado notablemente el proceso de toma de datos y análisis de los resultados, simplificando la dedicación tanto del profesor como del alumno. Las presentaciones elaboradas ayudan al estudiante en dudas puntuales que le surjan en la realización de la práctica, pero también le permiten una revisión conjunta de cada experiencia.

Los estudiantes han valorado muy positivamente los cambios respecto al método tradicional, y mediante encuestas han sugerido mejoras en el procedimiento.

Tras la aplicación del proyecto se ha incrementado notablemente la tasa de éxito, de rendimiento y la nota media de la asignatura.

Basándonos en los comentarios de los alumnos y en nuestra propia experiencia continuaremos trabajando para mejorar la metodología con el fin de obtener el máximo provecho del laboratorio en

el proceso de enseñanza-aprendizaje.

REFERENCIAS

[1] Proyecto ID10/077 “Material multimedia para la física práctica” USAL 2010

ANEXO I: EJEMPLO DE HOJA DE RECOGIDA DE RESULTADOS

Fecha	Alumnos que han realizado la práctica

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

De $V_{ref}=20$ mL, valor de r_{ref} : _____

tubo	r_{int} (mm)	r_{ext} (mm)	r_{min} (mm)	r_{efec} (mm)
1				
2				
3				
4				
5				

tubo	$\Delta p_{ref,1}$ (mbar)	$\Delta p_{ref,2}$ (mbar)	$\Delta p_{ref,3}$ (mbar)
1			
2			
3			
4			
5			

Valor medio de Δp_{ref} y su incertidumbre: _____

tubo	$\Delta p_{max,1}$ (mbar)	$\Delta p_{max,2}$ (mbar)	$\Delta p_{max,3}$ (mbar)	Δp_{max} (mbar)	$\Delta p_{max} - \Delta p_{ref}$ (mbar)	$1/r_{efec}$ (mm ⁻¹)
1						
2						
3						
4						
5						

Recta de regresión (valores y unidades): $\Delta p_{max} - \Delta p_{ref}$ vs. $1/r_{efec}$

Pendiente: _____

Ordenada en el origen: _____

Coefficiente de regresión: _____

Tensión superficial, γ , (valor y unidades): _____

**ANEXO II: CUESTIONARIO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA ASIGNATURA
LABORATORIO DE FÍSICA CUÁNTICA**

ENCUESTA LABORATORIO FÍSICA CUÁNTICA- Mayo 2012

Valora en qué medida los distintos aspectos de la metodología seguida te ayudan a entender la asignatura (1=poco; 4=mucho).

- 1- Seminarios previos
- 2- Preparación del test posterior a los seminarios
- 3- Realización de los problemas propuestos
- 4- Presentación informática
- 5- Presentación de la práctica en el laboratorio
- 6- Guión de la práctica
- 7- Plantearme preguntas durante la realización de la práctica
- 8- Tratamiento de los datos obtenidos
- 9- Preparación del test posterior a las prácticas

1	2	3	4

Sugiere mejoras en la metodología

Expresa tu grado de acuerdo (1=poco; 4=mucho) con las siguientes afirmaciones

- El número de prácticas que se realizan es adecuado
- La disponibilidad de ordenadores durante las prácticas es muy importante
- La supresión del informe detallado es positiva
- El procedimiento de recogida y tratamiento de los datos es ágil
- Sugiere mejoras en el procedimiento

1	2	3	4

- El proceso de envío y corrección de los resultados de las prácticas es efectivo
- Sugiere mejoras en el proceso

1	2	3	4

- He realizado los problemas propuestos en el campus virtual
- He realizado las simulaciones propuestas de las prácticas

- La práctica que mejor se comprende es
- La práctica que peor se comprende es
- La práctica que me parece más interesante es
- La práctica que me parece menos interesante es

La realización de las prácticas me ha ayudado a entender los principios de la Física Cuántica

En general, me encuentro satisfecho de lo aprendido en el laboratorio

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS