

IMPLANTACIÓN Y DESARROLLO DE LA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE LA FÍSICA ASISTIDA POR ORDENADOR

J. García Rubiano, M. A. Marrero Díaz, H. Alonso Hernández, L. García Weil, M. Pacheco Martínez, A. Tejera Cruz, J. L. Trenzado Diepa, R. Arteaga Ortíz, A. González Guerra, M. A. Arnedo Ayensa, J.M., Gil de la Fe, G. Rodríguez Rodríguez A. Rodríguez Santana.

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Edificio de Ciencias Básicas, Campus de Tafira, 35017. Las Palmas de Gran Canaria

RESUMEN

El rápido desarrollo de los sistemas de adquisición y tratamiento de la información permite solucionar estos problemas convirtiendo el laboratorio de Física en el lugar a la vez que se toman datos se puedan visualizar los fenómenos físicos. De este forma se logra una integración entre la enseñanza teórica y práctica, al tiempo que se familiariza al alumno en el uso de las tecnologías más avanzadas en el tratamiento de la información.

Para ello hemos adquirido una interfaz con el software asociado que utiliza diversos módulos de medida (presión, temperatura, potencia, conductividad, iluminación, campo magnético, fuerza, movimiento,...) que recogen los datos de las medidas de las experiencias que se desean realizar. Estas medidas se transfieren en tiempo real al ordenador, el cual, a través del software adecuado permite graficar la evolución temporal de diversos parámetros, observar relaciones entre diferentes parámetros, hacer cálculos teóricos, etc. Hemos adquirido también un sistema de proyección que permite la visualización de estos datos por todos los alumnos del grupo de prácticas.

1.- Introducción

El advenimiento de nuevas tecnologías abre toda una serie de nuevas posibilidades a la experimentación en física y disciplinas afines. Es prioritario, si se pretende estar en la vanguardia de la calidad de la docencia, comenzar a introducir estas nuevas tecnologías en la docencia de la experimentación en física.

Con este fin se pretende adquirir un equipo de experimentación asistida por ordenador que permita transformar los laboratorios de física, dotándolos de una infraestructura tecnológica avanzada y preparándolos así para el reto que supone la implantación de los nuevos planes de estudio en los que la enseñanza práctica se potencia de forma extraordinaria.

Debido la rápida evolución de las nuevas tecnologías, el equipo seleccionado debe reunir una serie de requisitos de modularidad y versatilidad que le permitan adaptarse a futuros desarrollos tanto de hardware como de software de forma que, en lo posible, se evite su obsolescencia.

La informatización de los laboratorios ya citados repercutiría directamente en una mayor calidad de la docencia experimental en las carreras impartidas en la EUP, ETSII, ETSIT, EUITT y Facultad de Ciencias del Mar y otros centros, permitiendo por una parte una mejor visión de las experiencias (e incluso permitiendo la introducción de nuevas experiencias que en un laboratorio tradicional eran inabordables) y por otra familiarizando al alumnado en el uso de las nuevas tecnologías informáticas desde los primeros cursos.

2.- Objetivos

- Introducir nuevas tecnologías en la enseñanza práctica de las física.
- Diseñar un prototipo de laboratorio informatizado que sirva de base para futuros desarrollos.
- Lograr una mayor integración entre la enseñanza teórica y práctica.
- Familiarizar a los alumnos en el uso de las tecnologías mas avanzadas del tratamiento de la información desde los primeros cursos.

3.- Descripción del proyecto

3.1.- Justificación

El rápido desarrollo de los sistemas de adquisición y tratamiento de la información ha dejado obsoleta la forma tradicional de realizar prácticas de laboratorio en las asignaturas experimentales. Es necesario una profunda revisión de las prácticas de laboratorio de forma que éstas pasen de ser un mero "trámite" que hay que cumplir para superar la asignatura a ser parte clave en la comprensión de los fenómenos de la naturaleza que se pretende explicar. El poco éxito del sistema actual, se debe a nuestro juicio a dos razones fundamentales:

- El gran número de alumnos que deben realizar las prácticas simultáneamente, que impide que cada alumno tenga un puesto de trabajo individual, y, que por tanto, sea frecuente que estos se inhiban en el laboratorio.
- La poca versatilidad de las prácticas debido a la insuficiente dotación de material de laboratorio en los que gran parte de las experiencias que se podrían plantear no se pueden realizar por no contarse con un número suficiente de puestos de trabajo. Esto hace que solo se puedan realizar un conjunto de prácticas muy reducido siendo imposible que se adecuen las experiencias a la marcha de las clases teóricas y se puede dar la paradoja de que se realicen prácticas sobre temas que aun no se han estudiado en teoría.

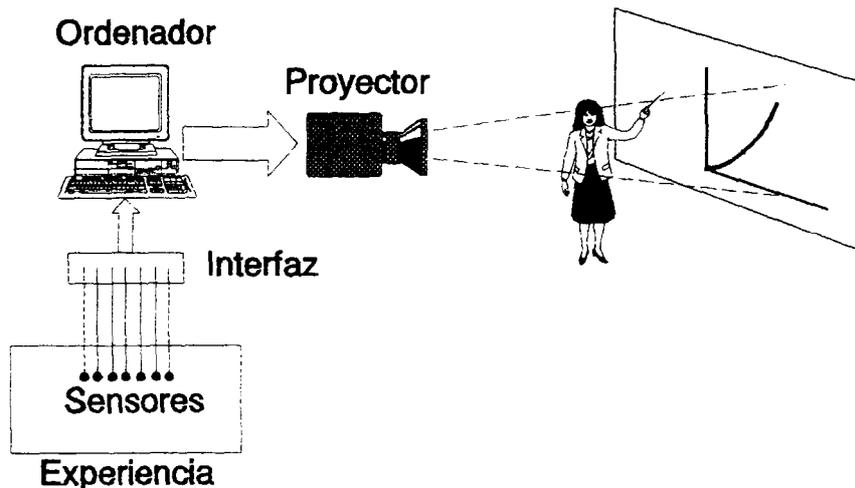
La solución a estos problemas pasa por una profunda transformación del tradicional laboratorio que debe pasar de ser un lugar donde se toman datos que luego se tratarán, a ser el sitio donde se visualizan los fenómenos que se explican en las clases de teoría. Para conseguir este objetivo es necesario que se puedan plantear gran cantidad de experiencias que puedan ser seguidas por todos los alumnos que forman el grupo de prácticas. La informatización de los laboratorios es el medio que nosotros proponemos para conseguir este objetivo. En un laboratorio informatizado sería posible generar una gran número de experiencias o simulaciones 'a la carta' que podrían ser seguidas por todos los alumnos gracias a los excelentes sistemas de visualización de la información se incorporan. Un beneficio añadido es que los alumnos se familiarizan desde un principio con las nuevas tecnologías de la información. Es por tanto necesario, si se quiere una docencia práctica cada vez de mayor calidad como indican los planes de estudio que se incorporen las nuevas tecnologías a los laboratorios.

No obstante, es importante remarcar que no se pretende sustituir totalmente las prácticas tradicionales, que siguen siendo no sólo válidas sino insustituibles para que el alumno se familiarice directamente con la experimentación en física. De hecho con este sistema lo que se pretende es mejorar la interacción del alumno con las experiencias tradicionales mediante el control informatizado de las mismas.

3.2.- Descripción del equipo a adquirir.

Este equipo consta de transductores de magnitudes físicas de interés, interfase inteligente controlado por microprocesador, que incorpora funciones de entrada y salida, tanto analógicas como digitales, convertidor analógico digital, temporizador, y software adecuado para multitud de experimentos en el área de la física, además es necesario adquirir un ordenador para controlar este equipo y un sistema de visualización basado en un cañón proyector.

El diagrama bloque del equipo es el siguiente:



El equipo viene acompañado del software adecuado que posibilita la representación de las medidas de forma sencilla: Gráficos, tablas, etc. También permite realizar representaciones múltiples que permitan comparar distintas magnitudes, etc. Además del equipo interfaz básico se piensan adquirir los siguientes módulos de medida:

- Presión
- Potencia
- Temperatura
- Conductividad
- Iluminancia
- Campo Magnético
- Fuerza
- Movimiento

que irán acompañados de sus accesorios y software asociados.

El interfaz inteligente adquiere datos de los distintos módulos de medida que recogen los datos de las variables de la experiencia que se desea realizar. Los datos se transfieren en tiempo real al ordenador, en los que el software permite realizar gráficas múltiples de la evolución de los distintos parámetros, cálculos teóricos, etc. El sistema de proyección permite la visualización de estos datos por parte de todos los alumnos del grupo.

Consideramos necesaria la adquisición de dos equipos base y de dos PCs de control de forma que sea posible realizar dos montajes de prácticas simultáneamente ya que en el laboratorio de física lo usual es tener dos grupos en paralelo.

Se solicita, además, un becario de colaboración con conocimientos de Electrónica Digital y Lenguaje de Programación C, ya que será necesario instalar y configurar todos los equipos adquiridos y esto podría ser un trabajo muy formativo para un alumno de uno de los últimos cursos de Ingeniería de Telecomunicación o Informática. Las tareas a realizar serán las siguientes.

- Colaboración en la instalación y configuración del equipo básico.
- Colaboración en el diseño y desarrollo de las aplicaciones específicas para cada experiencia que se plantee.

3.3.- Recursos disponibles

Dado que el objetivo principal del proyecto es la mejora de la docencia práctica de la Física, todo el proyecto se llevará a cabo en el laboratorio de Física I del Departamento de Física de La ULPGC y se contará con todo el material e infraestructura de que dispone y que constituirá la base para realizar todas las experiencias que se programen.

Durante el proyecto se contará, además de con la colaboración de todos los implicados en él, con la participación del personal adscrito a dicho Laboratorio.

Como el proyecto se debe llevar a cabo durante el curso 98/99 se realizará una temporalización detallada de forma que la realización del proyecto no interfiera en la marcha normal del curso. No esperamos que se produzcan interferencias ya que existen algunos períodos en los que el laboratorio interrumpe sus clases (vacaciones, período de exámenes, sábados) y horas libres por necesidades de coordinación que se podrían utilizar para el desarrollo del proyecto.

En realidad, como resultado del proyecto muchas de las experiencias que normalmente se realizan se podrán mejorar y se espera que el número de prácticas por alumno se vea incrementado.

3.4.- Planificación del Proyecto

El proyecto constará de cuatro fases:

- **Fase I: Adquisición del material y diseño de las experiencias piloto.** Esta fase durará aproximadamente 3 meses. Durante ese tiempo (que se corresponde con el plazo de entrega estimado del material solicitado) se realizará la planificación y diseño teórico de las experiencias piloto que se piensa realizar. Asimismo se pondrá a punto el instrumental del laboratorio necesario para el montaje de cada práctica y se realizarán los guiones de las mismas adaptándose a las nuevas posibilidades que ofrece la informatización del laboratorio.

- **Fase II: Montaje del equipo e implantación de los diseños.** Esta fase tendrá una duración aproximada de 2 meses. Una vez recibido el material solicitado, se procederá a la instalación del equipo base formado por el ordenador, la interface y los módulos de medida y se comprobará su funcionamiento. Posteriormente se implementará dicho sistema en las prácticas piloto diseñadas en la fase I.
- **Fase III: Verificación y validación de los montajes.** Durante esta fase un equipo distinto comprobará que los diseños implantados en la fase II se corresponden con lo planificado en la fase I y se elaborará un listado de desviaciones que se intentará corregir. Cuando se considere que la implantación del diseño es correcta, se procederá a la realización de las prácticas con un grupo control de alumnos a los que se les pedirá que cumplimenten un cuestionario diseñado para analizar su experiencia con el nuevo método. Esta fase se realizará durante el curso en aproximadamente 5 meses.
- **Fase IV: Evaluación del método e informe final.** En esta fase se analizará los resultados obtenidos con los alumnos centrándonos en el interés mostrado por ellos hacia el nuevo método y evaluando la asimilación de los contenidos físicos así como la familiarización con las nuevas tecnologías. Tras este análisis se emitirá un informe final en el cuál se establecerá un prototipo de laboratorio informatizado para el laboratorio de Física I. Este prototipo servirá de base para una futura aplicación a los diferentes laboratorios del Departamento de Física y podrá ser utilizado por otros laboratorios de ciencias experimentales. La duración prevista para esta fase es de 3 meses.

La duración del proyecto es de 1 año, y es durante todo el curso 98/99 cuando se implantará experimentalmente. En la siguiente tabla se representa la duración de estas fases.

	Meses											
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Fase I.			EQ									
Fase II												
Fase III						IP	IV					
Fase IV												IF

EQ: Recepción del material solicitado.

IP: Inicio de las pruebas de verificación.

IV: Inicio de las pruebas de validación con el grupo piloto de alumnos.

IF: Informe final del proyecto.

3.5.- Metodología docente.

3.5.1.- Organización de las clases.

Las clases estarían organizadas de la siguiente forma:

Sesiones teóricas: En estas sesiones los alumnos estudiarían las leyes de los fenómenos a estudiar y se familiarizarían con las mismas mediante la resolución de ejercicios.

Sesiones prácticas: En estas sesiones visualizarían experiencias relacionadas con la materia que se acaba de impartir. El profesor explicaría el montaje experimental y se podría en marcha la experiencia. La evolución de las diferentes variables del sistema a estudiar se mostraría mediante un sistema de visualización (pantalla de video). Este sistema permite introducir una gran cantidad de variantes a una misma experiencia de forma que no solo se visualizarán de forma gráfica todas las leyes que se estudian en las clases teóricas, sino que además se encontrarán las relaciones funcionales entre las distintas magnitudes mediante las distintas aplicaciones informáticas disponibles.

3.5.2.- Criterios y modalidades para la evaluación del aprendizaje de los alumnos.

Tras cada sesión de prácticas el alumno deberá realizar un informe en el que deberá explicar el fundamento teórico de la práctica. Deberá realizar cálculos con los datos tomados durante la misma (que se le podrían proporcionar en disquete para que los trate informáticamente) y deberá contestar a preguntas teóricas sobre la experiencia. Cuando el nuevo sistema entre en pleno funcionamiento estos trabajos formarán parte de la nota total del curso. Se podría introducir un examen oral de prácticas siempre que el ratio profesor/alumno lo permitiese. Durante las pruebas de validación los alumnos deberán cumplimentar un cuestionario donde indiquen que defectos encuentran en las experiencias programadas y como se podrían mejorar.

3.5.3.- Montajes experimentales propuestos.

De forma preliminar y en base a la información de que disponemos actualmente se han seleccionado las siguientes experiencias:

Mecánica

- 1.- Estudio de la caída libre de los cuerpos.
- 2.- Estudio del movimiento oscilatorio.

Termodinámica

- 3.- Estudio de las leyes de los gases.
- 4.- Determinación de la capacidad calorífica de un calorímetro.
- 5.- Medida de calores específicos.

Electricidad y Magnetismo

- 6.- Estudio de circuitos eléctricos.
- 7.- Medida de campos magnéticos.
- 8.- Estudio de la conductividad de líquidos.

Optica

- 9.- Rendimiento luminoso de un lámpara de incandescencia.
- 10.- Condiciones de luz en las aguas.

3.6.- Posibles desarrollos futuros

En este proyecto se pretende, como paso inicial, implantar un prototipo en el laboratorio de física I. En un futuro se podría generalizar a todos los laboratorios del Departamento de Física (laboratorios de Física II, de Termotecnia, de Oceanografía, etc...). Además, la experiencia adquirida podría ser un referente para otros laboratorios de ciencias experimentales de la universidad.

Es, a nuestro juicio, interesante hacer notar que los equipos que se desea adquirir permiten, no solo una mejora de la docencia práctica de la física, sino que parte de ellos se podrían utilizar para realizar demostraciones "de cátedra" en las clases teóricas mediante simulaciones que podrían prepararse fácilmente.

5.- Bibliografía

KAYS, WILLIAM J.: *A comparison of microcomputer based laboratories with simulation laboratories in secondary Physics class*. New York, 1993.

VARIOS.: *Sociomedia, Multimedia, Hypermedia, and the social construction of Knowledge*. Cambridge, MIT Press 1992.

A. FERNÁNDEZ BARBERO Y COL.: *Prácticas de Física General para Biólogos y Químicos*. Granada, 1995.

P. SOLER Y A. NEGRO: *Física Práctica Básica*. Alhambra. Madrid, 1973.

MANUEL R. ORTEGA GIRON: *Prácticas de Física*. Córdoba, 1994.

E. ARRIBAS, C. GALLARDO Y E. HURTADO: *Guía del Laboratorio de Física General*. Albacete, 1991.

PHYWE: *Experiencias de Laboratorio para Universidad*, 1986.

PHYWE: *Catálogo 3.24, Física*, 1996.

W. WATSON: *Prácticas de Física*. Edit. Labor. Barcelona, 1941.