

## USO DE MEDIOS INFORMÁTICOS EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

*Manuel Jiménez Melendo*

Departamento de Física de la Materia Condensada

Facultad de Física

*M. Holgado Salado*

IES Cavaleri. Mairena del Aljarafe. Sevilla

### RESUMEN

En este trabajo se describe el desarrollo y los resultados de una innovación dirigida al uso de medios informáticos como recurso didáctico en la docencia universitaria. Se han utilizado programas de simulación y se ha creado un servidor de páginas Web con contenidos complementarios al curso. Mientras que las simulaciones se han mostrado como una herramienta potente, la eficacia del servidor está limitada por la escasez de medios físicos disponibles por los alumnos.

### ABSTRACT

The use of computer tools can improve both teaching and learning quality in university education. This work describes an experience based on a double approach, the use of computer simulations and the development of a Web server with information which is complementary to the course lectures. While a very effective learning can be achieved by using computer simulations, the efficacy of the WWW pages is seriously reduced by the lack of alumni's computer facilities.

## 1. INTRODUCCIÓN

La creciente difusión de los ordenadores está modificando los comportamientos de amplios sectores de la sociedad. El ámbito universitario en general, y la docencia universitaria en particular, no son ajenos a dicha evolución, y se están integrando estas nuevas tecnologías de forma paulatina en el trabajo cotidiano. Se pueden diferenciar dos aspectos en los avances informáticos. Por una parte, el rápido aumento de la capacidad y la velocidad de los ordenadores personales permite que actualmente se pueda abordar de forma doméstica la resolución numérica de problemas que, o bien no tienen solución analítica, o bien ésta es muy compleja. Por tanto, las aplicaciones didácticas de los ordenadores en el proceso de enseñanza - aprendizaje son claras (Boardman y otros, 1990; Valdés y Valdés, 1994), ya que con programas adecuados: (1) el profesor puede abordar en el aula, y visualizar gráficamente, situaciones más cercanas a los fenómenos reales; y (2) el estudiante dispone de una herramienta que le permite explorar, de forma autónoma y amena, el efecto producido por un cambio en las condiciones del problema. Se introduce así una componente autointeractiva en el proceso de

aprendizaje que era impensable hasta hace poco tiempo, y que amplía las posibilidades de una mejor comprensión de los fenómenos estudiados. En esta idea se fundamenta el objetivo inicial de la presente innovación: el uso de simulaciones como herramienta didáctica en la enseñanza de la Física del Estado Sólido. Esta asignatura se imparte actualmente en los cursos 4º y 5º de la Licenciatura de Física, y figura como materia troncal en el nuevo Plan de Estudios, junto a la asignatura obligatoria "Técnicas experimentales en Física del Estado Sólido". Muchos de los tópicos estudiados en esta disciplina requieren un tratamiento matemático complejo, por lo que se suele limitar su estudio a casos simples y normalmente alejados de la realidad. Los programas de simulación ayudan a salvar este obstáculo, ya que resuelven numéricamente los problemas y muestran los resultados de forma gráfica (Faleiro Usanos y de Andrés Molinera, 1996; Neder y Proffen, 1996; Jiménez Melendo, 1997). Al mismo tiempo permite profundizar en los aspectos básicos del fenómeno en estudio, al poder variar interactivamente las condiciones iniciales del problema y observar rápidamente su efecto sobre las soluciones.

El segundo aspecto a reseñar en la evolución de los ordenadores es su interconexión en redes (especialmente a Internet), lo que permite el acceso permanente a una cantidad ilimitada de información sobre cualquier tema. Por este motivo, se amplió la idea original de la innovación para ofrecer a los alumnos, a través de una página Web, diverso material —aparte de los programas de simulación— que hemos considerado de interés (tutoriales, animaciones gráficas, etc.) cuyo uso es inviable durante el curso, bien por falta de tiempo, bien por falta de medios en las aulas. Hay que señalar que, dado que una gran mayoría de los estudiantes no dispone de un acceso fácil a Internet (como se discutirá posteriormente en la sección de Resultados), este material complementa, y en ningún caso sustituye, a la información básica y fundamental impartida durante el curso regular en las aulas.

## 2. METODOLOGÍA

Como se ha indicado anteriormente, los planteamientos iniciales de la innovación se han ampliado para poner a disposición de los alumnos información complementaria de las materias impartidas en el curso. Para ello, se ha instalado una página Web en un servidor desarrollado a este efecto, cuyas características se describen a continuación.

### 2.1. SERVIDOR WEB

El equipo utilizado es un PC con procesador Pentium 166 MMX, con 32 MB de RAM y disco duro de 1.5 GB. El ordenador dispone de una tarjeta Ethernet y está conectado a la red de la Universidad de Sevilla (<http://melendo2.us.es>). Como servidor se ha utilizado el programa SAMBAR v4.1, de libre distribución (<http://www.sambar.com>), que opera bajo Windows 95. Este programa dispone de una aplicación auxiliar que monitoriza constantemente el estado del servidor, y lo reinicia en caso de fallo del mismo. La puesta a punto de este servidor ha requerido considerable tiempo y esfuerzo por nuestra parte, dada nuestra falta de experiencia en este tema y la ausencia de personal técnico adecuado en nuestro Departamento. El programa también actúa como servidor FTP, de forma que el usuario puede descargar en su ordenador los ficheros de su interés.

Para acceder a la página Web, los usuarios necesitan disponer de una conexión a Internet. No se ha contemplado la posibilidad de conexión vía módem por diversos motivos, entre ellos la necesidad de disponer permanentemente de una línea telefónica para el ordenador. Además, el coste adicional para el usuario de la contratación del acceso a Internet con algún proveedor (para conexiones domésticas, fuera de la red universitaria) queda compensado por el coste uniforme y relativamente barato de la llamada telefónica a través de Infovía, independientemente del origen de la llamada. En el caso de utilizar un módem, las llamadas fuera del área metropolitana de Sevilla tendrían un coste prohibitivo para el usuario.

Las páginas Web se han creado mediante un tratamiento de textos y su conversión automática a documentos HTML (Word 97). Aunque no es un método óptimo, ya que se pierden algunos formatos y características del documento original, sí es el más rápido y simple que hemos encontrado. En la pantalla de bienvenida se han definido tres áreas principales, a las que se acceden por enlaces: programas de simulación, material complementario del curso y un foro de preguntas/respuestas. La página de simulaciones se comentará en detalle más adelante, ya que fue el núcleo de la presente innovación. La página de material complementario contiene diverso material multimedia para que los alumnos puedan profundizar, según sus necesidades e intereses, en tópicos específicos de la asignatura. Actualmente, incluye ejercicios —de mayor amplitud y dificultad que los realizados en clase— resueltos utilizando los programas de simulación y medios gráficos, programas tutoriales y animaciones gráficas (videos) que muestran la evolución de determinados fenómenos. Tanto los programas tutoriales como los videos se han obtenido de fuentes externas y se han instalado en el servidor —cuando los propietarios del material lo permiten— para que los accesos sean más rápidos y para evitar, en la medida de lo posible para los usuarios principiantes, el peligro que suponen los infinitos vínculos que tienen las distintas páginas (Gómez González, 1998) —y que, por otra parte, es responsable del indudable encanto que tiene la navegación por Internet. También se incluyen en esta sección un número muy limitado de conexiones a otras páginas Web de interés para la asignatura cuando no ha sido posible descargar el material en nuestro servidor. Como se indica en su cabecera, esta página está permanentemente “en construcción”, ya que serán los usuarios, a través de sus sugerencias y críticas, los que determinen en cada momento los contenidos ofertados en esta sección.

En cuanto a la tercera sección, el foro de preguntas/respuestas, se ha implementado en el servidor a través de Ceilidh, un programa de libre distribución (<http://www.lilikoi.com>). Este programa permite una gran flexibilidad a la hora de leer/escribir mensajes, ya que se puede acceder de forma anónima (“invitado”) o bien a través de contraseñas (“usuario registrado”). Hemos utilizado la primera fórmula, ya que no hemos detectado ninguna anomalía en las preguntas ni en sus respuestas. Al acceder a esta sección, el usuario encuentra un índice de mensajes, a los que puede contestar, o bien dejar nuevos mensajes. El administrador del sistema puede limitar el tiempo de permanencia de los mensajes. Aparte de este foro, también se ha incluido la dirección de e-mail del profesor para una comunicación más privada.

## 2.2. SIMULACIONES

En esta página se encuentran los ficheros comprimidos de los programas de simulación, la mayoría de ellos utilizados durante el curso, junto con una descripción de los mismos. El usuario puede descargar en su ordenador estos ficheros por FTP desde un subdirectorio anónimo creado a tal efecto. Los programas cubren la mayor parte de los tópicos estudiados en la asignatura. Por propia experiencia sabemos que el desarrollo de programas de calidad requiere una cantidad de tiempo muy considerable. Por ello, hemos investigado en la bibliografía para encontrar programas relacionados con la materia impartida. Tras su evaluación, se ha seleccionado aquellos programas (facilidad de uso, libre distribución, que dispongan de manuales o ayuda en línea, etc.) que mejor se ajustan a las necesidades docentes de la asignatura y se han incluido en esta sección. Hemos incluido también dos programas propios, uno de ellos realizado anteriormente con el apoyo del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla para el estudio de las vibraciones reticulares (Jiménez Melendo, 1997) y uno nuevo desarrollado durante el presente curso para la determinación de las concentraciones de portadores en semiconductores. Actualmente se está desarrollando un tercer programa de cálculo de bandas de energía de electrones, que posiblemente estará operativo para el próximo curso. También se han distribuido los programas en disquete a aquellos estudiantes que así lo han solicitado.

## 3. RESULTADOS

Dado que la presente innovación consta de dos partes bien diferenciadas, es necesario analizar los resultados por separado. En cuanto a la aplicación de los programas de simulación en la práctica docente, se ha observado que mejoran claramente la comprensión de los fenómenos estudiados. Por una parte, se pueden estudiar situaciones más cercanas a la realidad —y, por lo tanto, más complejas—, lo que permite comprobar la validez de los distintos modelos. Por otra parte, se pueden modificar las condiciones iniciales de un problema particular y ver rápidamente su efecto sobre sus soluciones, lo que permite profundizar en los fundamentos básicos del problema. Hay que señalar, sin embargo, que la eficacia de estos programas es nula si previamente no se ha estudiado la materia en clase. Es decir, son un apoyo excelente a la docencia, pero no un fin en sí mismos. Pensamos que la utilidad de las simulaciones se puede aumentar si se usan junto con las prácticas de laboratorio. Para el próximo curso está previsto la apertura de un aula de informática en la Facultad, lo que permitirá simular las situaciones reales estudiadas en el laboratorio bajo la tutela del profesor.

En cuanto al servidor Web, la idea fue muy bien aceptada por los alumnos en un principio. En una encuesta realizada entre los estudiantes, el 80% pensaban que era “útil disponer de información adicional al curso (temas, problemas, bibliografía, convocatorias, etc.) en Internet”, frente al 8% que indicaron que no (figura 1). Sin embargo, después de un primer período (noviembre 97 a febrero 98) donde los accesos al servidor eran relativamente frecuentes tras su puesta en funcionamiento, su uso ha ido paulatinamente decreciendo. Hemos detectado dos motivos: el primero es la dificultad que tienen los alumnos para conectarse de forma regular a Internet por falta de recursos físicos; y el segundo, el hecho de que los estudiantes no hayan necesitado utilizar el material suministrado en la página Web para el normal desarrollo

de sus estudios —obligación que nos impusimos desde un primer momento, consecuencia directa del primer motivo. La fácil accesibilidad a los medios telemáticos por parte de los estudiantes supuesta en trabajos anteriores (Fernández Carrión y Arrabal Parrilla, 1997; Jiménez Quintero, 1997) contrasta con el caso presente, como lo reflejan los resultados de las cuestiones referidas a los recursos reales de los estudiantes, que se muestran en la figura 1. Para empezar, sólo dos tercios del alumnado “disponen de ordenador propio, o bien tienen un acceso relativamente fácil a uno (familiares, Facultad, etc.)”. Es decir, un tercio de los alumnos parten en condiciones de inferioridad frente a sus compañeros. De los dos tercios de alumnos que contestaron afirmativamente a la cuestión anterior, un 11% lo usa diariamente “en tareas relacionadas con sus estudios”, y un 35% una vez a la semana; el resto lo utiliza con una periodicidad mensual (15%) o no lo utiliza nunca (39%). El problema se agudiza en cuanto a “disponer de conexión a Internet”, ya que sólo el 20% de los alumnos con acceso relativamente fácil a un ordenador lo tenían conectado. Por último, de este 20% de alumnos, el 55% tiene el hábito de conectarse a Internet al menos una vez a la semana.

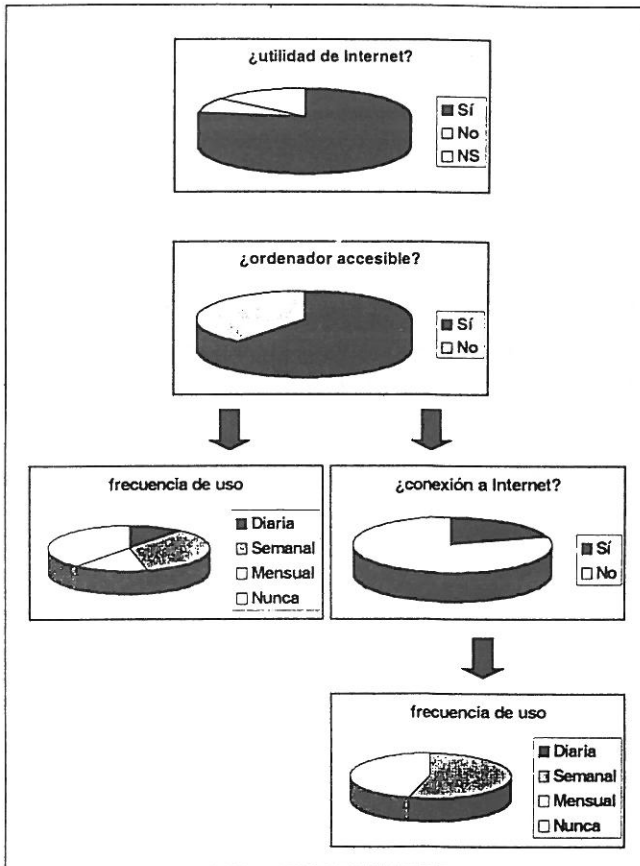


Figura 1. Resultados de una encuesta realizada a los estudiantes para determinar sus posiciones y grado de recursos respecto al uso de medios informáticos.

El resultado más llamativo es que, frente a un 80% de estudiantes que ven atractiva la idea de disponer de información del curso en la red, sólo el 13% tienen posibilidades reales de obtener dicha información. Por lo tanto, hay que tener sumo cuidado de no dejar a ningún estudiante fuera de la mejora educativa que se pretende con el uso de este tipo de herramientas. Aunque esta carencia puede quedar mitigada en parte por la apertura de aulas informáticas en las distintas facultades, no parece que vaya a desaparecer en un futuro cercano. Basta pensar que no todas las aulas están actualmente equipadas con "tecnologías" más tradicionales, como pueden ser un simple video, televisor, cañón de video, etc. No hay que desanimarse por esta situación, sino intentar promover entre los estudiantes la inquietud por utilizar estos servicios, incluyendo material de calidad en las páginas Web que les compense por el esfuerzo adicional que tienen que realizar para acceder a las mismas. Así, pensamos incluir páginas de autoevaluación y simulaciones ejecutables en línea (evitando, al mismo tiempo, problemas de instalación, uso de parámetros erróneos, etc.). También hay que señalar que, en el caso de estudiantes discapacitados, las herramientas telemáticas son una buena alternativa de comunicación entre profesor y alumno frente a la docencia tradicional presencial (Gómez González 1998).

Por último, en cuando a la sección de preguntas/respuestas, hemos notado que, contrariamente a nuestra idea inicial de que los propios alumnos respondiesen a las cuestiones planteadas por sus compañeros, las preguntas han ido dirigidas al profesor, y sistemáticamente sobre temas relacionados con la información contenida en las páginas Web. Para cuestiones relacionadas con los temas desarrollados en el aula durante el curso, los alumnos han preferido utilizar las tutorías clásicas presenciales.

#### 4. CONCLUSIONES

Con esta innovación hemos pretendido aplicar medios informáticos en el proceso de educación. Por una parte, se han utilizado programas de simulación durante el desarrollo de las clases, que han permitido visualizar situaciones complejas y profundizar en los fundamentos básicos impartidos. Por otra parte, se ha instalado un servidor Web con información complementaria a la impartida durante el curso. Su eficacia está limitada por la falta de recursos físicos disponibles por los estudiantes.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BOARDMAN, A.D., COOPER, G.S. y SWAGE, J. (1989). The place of computers in the teaching of physics. *European Journal of Physics*, 10, 161-172.
- FALEIRO USANOS, E. y DE ANDRÉS MOLINERA, A. (1996). Simulación numérica de potenciales electrostáticos. *Revista Española de Física*, 10(1), 46-51.

- FERNÁNDEZ CARRIÓN, R. Y ARRABAL PARRILLA, J.J. (1997). La interactividad informática aplicada a la docencia universitaria: del hipertexto y la página WWW a la evaluación automática. *Revista de Enseñanza Universitaria Extraordinario 1997*, 81-90.
- GÓMEZ GONZÁLEZ, E. (1998). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física. *Revista Española de Física*, 12(2), 44-48.
- JIMÉNEZ MELENDO, M. (1997). Relaciones de dispersión para vibraciones reticulares obtenidas mediante cálculo numérico. *Revista de Enseñanza Universitaria Extraordinario 1997*, 233-242.
- JIMÉNEZ QUINTERO, J.A. (1997). Uso de INTERNET en la docencia universitaria, en TÓJAR HURTADO, J.C. y otros (eds) *Innovación educativa y formación del profesorado*. Málaga, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.
- NEDER, R.B. y PROFFEN, TH. (1996). Teaching Diffraction with the Aide of Computer Simulations. *J. Appl. Cryst.* 29, 727-735.
- VALDÉS, R. y VALDÉS, P. (1994). Utilización de los ordenadores en la enseñanza de la Física. *Revista Española de Física*, 8, 50-52.