

## Uso de las NTIC en la enseñanza de la física<sup>1</sup>

**Albert Gras Martí, Marisa Cano Villalba, Vicent F. Soler Selva <sup>(a)</sup>,  
Miguel Segura Matarredona<sup>(b)</sup> , Enric Ripoll Mira <sup>(c)</sup>**

[agm@ua.es](mailto:agm@ua.es)   [mcv@ua.es](mailto:mcv@ua.es)   [vincen@arrakis.es](mailto:vincen@arrakis.es)   [msegura@ctv.es](mailto:msegura@ctv.es)   [montserr@ctv.es](mailto:montserr@ctv.es)  
<http://www.dfa.ua.es/~agm>   <http://www.dfa.ua.es/~agm/curie>  
<http://www.ctv.es/USERS/msegura/applets.htm>

**Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant  
Apt. 99, E-03080 Alacant (Alicante), Estado Español**

**<sup>(a)</sup> Institut d'Ensenyament Secundari Sixto Marco,  
Av. de Santa Pola, s/n, E-03203 Elx (Alacant)**

**<sup>(b)</sup> Col·legi FP i EGB Santa Faç, c/ Ancha de Castelar, 55,  
E-03690 Sant Vicent (Alacant)**

**<sup>(c)</sup> I.B. Pare Eduard Vitoria, Av. d'Elx 15, E-03801 Alcoi (Alacant)**

---

<sup>1</sup> II Jornadas Nacionales de Tecnología y Educación "Nuevos Desafíos", Cochabamba, Bolivia, 28/6 a 1/7 del 2000.

## Resumen

Presentaremos diversas aplicaciones de las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación) en el aula de ciencias. Tras exponer brevemente los supuestos didácticos en que basamos nuestro trabajo, mostraremos algunas herramientas basadas en las NTIC. En concreto, para ...

- la gestión académica, el *Campus Virtual*;
- la organización de un curso, el *μCampus*;
- las prácticas de laboratorio, el *LAC*;
- las simulaciones de experimentos, el *Web-lab*.

Concluiremos con una discusión de los planes de futuro. En particular se esbozará el proyecto de integración de estas NTIC en un curso de física.

## Supuestos didácticos

Las NTIC están instalándose en muchas de las actividades más dinámicas del mundo actual y tenemos el reto de investigar cuáles pueden ser sus usos en la enseñanza.

Describiremos brevemente tres de los supuestos didácticos que tenemos presentes en nuestro trabajo: un modelo de enseñanza, la inserción de experiencias de laboratorio en el mismo, y el tipo de habilidades cognitivas que queremos favorecer.

### *Modelo de enseñanza por investigación*

En el modelo de enseñanza por investigación (MEPI) o por resolución de problemas (Gil et al. 1990, 1991, 1993; Martínez Torregrosa et al. 1995) las concepciones alternativas de las personas son fruto de una forma espontánea de producir y aceptar los conocimientos. Estas ideas alternativas son ampliamente compartidas en el contexto cotidiano y, dentro de éste, son más útiles que las científicas. Desde este punto de vista, el necesario cambio conceptual que exige el aprendizaje de las teorías científicas se verá favorecido si va acompañado de un cambio epistemológico, esto es, si se modifican los criterios espontáneos de producción y de aceptación de nuevas ideas. Y la manera de fomentar conjuntamente el cambio conceptual y epistemológico es organizando la enseñanza del modo más coherente posible (dentro del contexto escolar) con los procesos de producción de conocimientos científicos.

Las barreras epistemológicas aportan unos criterios de aceptación de ideas que están en la base de los errores conceptuales e ideas alternativas de los estudiantes que, en los últimos años, ha detectado la investigación didáctica. Algunos datos de la investigación didáctica ponen de manifiesto que estas barreras tampoco se superan con la enseñanza habitual, pero nos permiten proponer estrategias de aprendizaje en el marco del modelo de enseñanza por investigación.

Según este modelo, la cuestión de cómo planificar la enseñanza requiere delimitar cuál debe ser el objetivo clave, cómo estructurar su desarrollo, cómo evaluar, etc. Identificar estos problemas, y planificar una estrategia de investigación que permita plantear los aspectos relevantes que constituyen las teorías científicas, requiere un estudio histórico y epistemológico de la materia seleccionada. Este estudio debe ser realizado, no obstante, con la intención de que sea útil y factible en el aula.

### ***Experiencias de laboratorio***

En cuanto a los aspectos experimentales, no concebimos un laboratorio (en sentido amplio, incluyendo las simulaciones por ordenador y el instrumental que propondremos más adelante, el LAC), mas que inserto en un contexto metodológico perfectamente definido, en el cual no hay ruptura entre "la clase de teoría" y "las prácticas de laboratorio". En un laboratorio tradicional, las características que definen el LAC como, por ejemplo, la posibilidad de recogida de datos en tiempo real, perderían buena parte de su potencial como herramienta didáctica. Así, el LAC se inserta perfectamente en el modelo MEPI.

### ***Habilidades y capacidades***

Por fin, un objetivo muy importante de la enseñanza de las ciencias es el desarrollo de las capacidades y "habilidades cognitivas de orden superior (HACOS)" (Zoller, 1995), de manera que los estudiantes puedan funcionar con efectividad en nuestra compleja sociedad, basada en la ciencia y la tecnología. En la enseñanza habitual se suele poner énfasis, principalmente, en las "habilidades cognitivas de orden inferior (HACIS)".

Las HACIS suponen la capacidad de responder preguntas sobre conocimientos científicos que simplemente requieren recordar la información, o son una simple aplicación de teorías y conocimientos sabidos a situaciones y contextos familiares. También puede tratarse de problemas resolubles mediante procesos algorítmicos que ya son conocidos y practicados por el alumno, o bien porque se les guía en su ejecución.

Las HACOS suponen capacidades de hacer preguntas frente a situaciones problemáticas desconocidas por el alumno, y requieren, más allá de la aplicación de conocimientos, la capacidad de pensar críticamente, tomar decisiones, establecer conexiones y desarrollar un pensamiento sistemático evaluativo.

### ***NTIC***

Todos los aspectos comentados aquí se han de tener en cuenta cuando se plantea la introducción de NTIC en el aula. Describiremos ahora, brevemente, herramientas de gestión de la docencia, herramientas de laboratorios renovados, y herramientas de simulación de procesos físico-químicos.

## El Campus Virtual

El Campus Virtual (CV) es un producto informático desarrollado en la Universitat d'Alacant<sup>2</sup>, que permite salvar las limitaciones espacio-temporales en la interacción profesor-alumno. Las herramientas de mayor utilidad docente que hemos experimentado son las siguientes:



- Debates académicos
- Tutorías
- Preguntas más frecuentes
- Anuncios
- Enlaces
- Materiales

Dado que se han publicado recientemente trabajos donde se describen las aplicaciones didácticas del Campus Virtual (Cano-Villalba y Gras-Martí, 1999 i 2000), no nos extenderemos más aquí sobre el mismo.

## El $\mu$ C@mpus

Este proyecto intenta acercar la tecnología docente creada por la UA, el CV, a ámbitos mucho más reducidos. Necesita menos recursos que el CV, por lo que es capaz de funcionar en un PC enlazado en una red local. Es perfecto para administrar grupos de unos 50 alumnos. Esta herramienta posibilita al profesor llevar el control del alumnado, así como la publicación de noticias, actividades, material de clase, bibliografía, direcciones de interés, creación de debates entre los alumnos... También permite la realización de tutorías, totalmente integradas en la aplicación, e incluso se pueden proponer exámenes para que el alumno sea capaz de autoevaluarse y controlar cómo lo está haciendo. Esta herramienta se encuentra permanentemente en desarrollo.

El microC@mpus es una versión reducida y portátil del Campus Virtual, que la Universitat d'Alacant cede a otras universidades para su uso compartido. Según el prof. Pedro Pernías (2000):

*"Tenemos una política abierta de difusión del CV (en su versión para cursos máster y postgrado), más dirigida a tele-educación, y que se llama microC@mpus. Se lo cedemos a toda aquella persona de Iberoamérica que pueda "venir a por él". Eso significa un par de cosas:*

- 1) que tengan capacidad tecnológica para hacerlo funcionar con una asistencia mínima por nuestra parte, ya que no proporcionamos mantenimiento;*
- 2) que tengan la posibilidad de recoger la experiencia pedagógica que hay detrás, ya que consideramos que es tan importante como la parte técnica.*

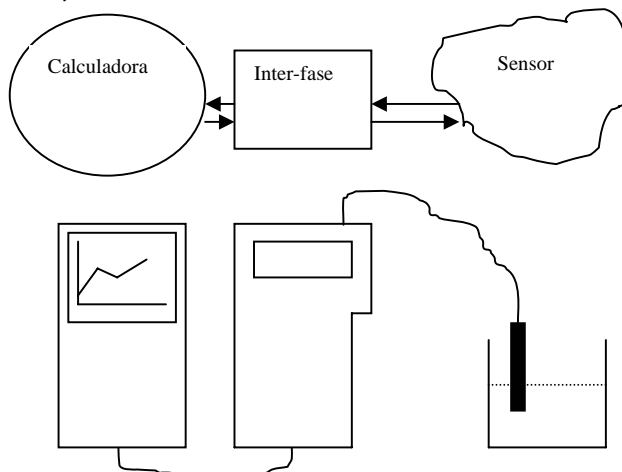
---

<sup>2</sup> Éste es un proyecto pedagógico creado y desarrollado por el prof. Pedro Pernías Peco (p.pernias@ua.es) y el Laboratorio de Multimedia de la Universitat d'Alacant.

*Para verificar la cesión es necesario establecer un convenio con la Universitat d'Alacant (UA) y, si se trata de una universidad pública, se cede gratuitamente. Si conveniamos con una universidad privada, se estudia caso por caso, y se establece una licencia que, en su modalidad más cara cuesta 10 \$ por alumno, y de ahí para abajo en función del número de alumnos. Los fondos que se recauden servirán para pagar la posible admisión de centros que no tengan recursos propios y que necesiten algo parecido.*

*Es una condición necesaria que los centros que usen el microC@mpus hagan partícipe a la UA de sus avances y sus modelos de utilización. Ello servirá para acumular experiencia en diversos casos de uso de esta herramienta de tele-educación. Si sus desarrolladores añaden un módulo al microC@mpus, éste debe entregarse a la UA para su evaluación y posterior distribución al resto de usuarios del microC@mpus, que lo recibirán en las mismas condiciones de cesión que la primera vez.*

*Este modelo de trabajo se podría llamar de "software abierto" y ya están incluidos en él, junto con la UA, unos cuantos centros, como el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la UNED de Costa Rica, la Universidad Autónoma de Madrid... Esperamos ampliar poco a poco el número de usuarios de esta herramienta ya que de la variedad en su uso se desprenderá información muy rica para todos."*



## El LAC

Entre las muchas aplicaciones potenciales de la informática en la enseñanza de la física se contempla el uso del ordenador en el laboratorio con los correspondientes sensores (experimentación o laboratorio asistido por ordenador, EXAO o LAO). Estas herramientas permiten modificar sustancialmente la programación didáctica, y posibilitan que el

estudio de los procesos naturales en los laboratorios se pueda abordar como el resultado de pequeñas investigaciones (Gil, 1980), con un mayor tiempo dedicado a diseñar la experiencia y a reflexionar sobre ella, y menos tiempo dedicado a las mediciones.

Presentaremos una propuesta de renovación de laboratorios experimentales, el LAC (Laboratorio Asistido por Calculadora gráfica), que se consigue con la incorporación de dispositivos automatizados y transportables de recogida y elaboración de datos experimentales, que ulteriormente se pueden trasladar al ordenador. El LAC está compuesto por una calculadora gráfica, uno o más sensores, y una interfaz electrónica que transfiere las mediciones del sensor a la calculadora.

### LAC/LAO/EXAO

El LAC disfruta de ventajas comunes con los sistemas LAO/EXAO, que vamos a enumerar:

1) deja más tiempo para el diseño de los experimentos y la valoración de los datos obtenidos;

- 2) la repetición de la medida o, incluso, de la experiencia, es fácil y rápida;
- 3) elimina buena parte del error manual, ya que permite especificar el número de mediciones y el intervalo entre medidas;
- 4) en procesos cualitativos, permite apreciar relaciones o evoluciones;
- 5) permite considerar procesos de duración prolongada;
- 6) proporciona, al final de proceso, y de manera inmediata, un registro de tablas de valores y gráficos, para su estudio con más detenimiento;
- 7) incrementa la calidad de las mediciones respecto de los equipamientos tradicionales;
- 8) tiene mayor rapidez, facilidad, cantidad y seguridad en la adquisición de datos ya que, una vez preparado el experimento, se limita la influencia de factores distorsionadores de la medición; y, finalmente,
- 9) permite la construcción de "bibliotecas de registros experimentales" en soporte magnético, con lo cual se favorece el intercambio y la comunicación de resultados.

### ***LAC versus LAO/EXAO***

Aparte de éstas, el LAC presenta una serie de ventajas propias, en comparación con los sistemas LAO/EXAO, que vamos a enumerar también:

- 1) las nociones básicas de la calculadora gráfica se aprenden rápidamente (en unas pocas horas);
- 2) la manejabilidad del LAC está garantizada por su poco peso (poco más de medio kg), por lo que puede desplazarse fácilmente y realizar experimentos de campo;
- 3) asimismo, se puede hacer experimentos en casa (exploración de fenómenos cotidianos de la vida del alumnado) o en el exterior del centro educativo;
- 4) el uso compartido de los componentes LAC es una ventaja en centros de pocos recursos: el profesor de matemáticas puede usar la calculadora gráfica, y otros profesores de ciencias pueden también usar el LAC;
- 5) no se requieren conocimientos informáticos: el uso del ordenador en el LAC resulta opcional;
- 6) existe una gran facilidad de intercambio de información entre calculadoras gráficas, y así se pueden distribuir mediciones de un grupo de alumnos a otros;
- 7) el sistema, compacto y bien protegido, está diseñado a prueba de profesores y alumnos;
- 8) el coste del equipo LAC mínimo es muy inferior al de un equipo LAO/EXAO; y, finalmente,
- 9) la posibilidad de conectar el equipo a una pantalla de cristal líquido y de visualizar la pantalla de la calculadora gráfica con un retroproyector, facilita la realización y la discusión en tiempo real de experiencias con el profesor por parte de un grupo de alumnos o de todos los del curso.

Mencionaremos, además, la posibilidad de intercambiar información sobre el sistema LAC vía Internet.

Para más detalles sobre el LAC pueden consultarse nuestras publicaciones recientes (Solers-Selva y Gras-Martí, 1998 y 2000, Gras-Velázquez et al., 1999, Gras-Martí et al., 2000), así

como la sección sobre LAC de la dirección <http://www.dfa.ua.es/~agm>, donde se van colgando sugerencias de experimentos, resultados y otros datos.

## **Simulaciones por ordenador: uso práctico de los *applets* en el aula**

A muchos de nosotros nos interesan los programas informáticos educativos, sobre todo aquellos que pueden ayudar a realizar la tarea profesional. Todo empieza por una necesidad que se plantea. Conocíamos que en la Web existían programas ejecutables como máquina virtual (*applets*), entre otras fuentes porque el año pasado tuvimos como ponente en nuestra asociación (AEFiQ-Curie) al Dr. Ángel Franco García de EUITI de Éibar, uno de los pioneros de la enseñanza asistida por ordenador (EAO) en el Estado, que nos presentó su colección de *applets* que posteriormente colocaría en la red a disposición del público.

Se pueden encontrar en Internet multitud de simulaciones sencillas de procesos físico-químicos (en forma de *applets*), a las que se puede añadir una relación de actividades que los alumnos han de ejecutar, contestando al mismo tiempo las cuestiones que se les plantean. Los *applets* pueden realizar operaciones con animaciones, y permiten la interacción con el usuario. En la Web hay mucha información, puede que demasiada, a veces inútil; para hacerla útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje hemos de seleccionar los contenidos aprovechables para nuestros alumnos.

Comenzamos a buscar en Internet un *applet* determinado y nos encontramos con que había varios que trataban el mismo aspecto de la física, y a cual mejor. Por ello nos propusimos crear una base de direcciones de los *applets* que podíamos necesitar. A la vista de la vasta información, optamos por clasificarla por las áreas de estudio clásicas, ordenando los distintos *applets* que trataban sobre una misma cuestión. Para organizar la información elegimos la herramienta de Auscomp 1st Java Navigator. Los resultados de nuestro esfuerzo se van viendo en las páginas web que figuran en el encabezado de este trabajo.

La ventaja de los *applets* reside en el hecho de que pueden integrarse en las páginas *html*/características de Internet.

### ***El lenguaje Java***

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por la empresa Sun Microsystems, que permite programar aplicaciones muy potentes.

La importancia del lenguaje Java reside en el hecho de que contiene sus propias bibliotecas, llamadas paquetes, que son independientes de la plataforma donde se usen (Windows, Mac Os, etc.). El compilador de Java genera un código de bytes para una máquina inexistente llamada Máquina Virtual de Java (JVM).

Los lenguajes de orientación a objetos, como el Java, se basan en el concepto de que los módulos de software han de reflejar antes de la vida real. Cada módulo, llamado *clase*, contiene sus propios datos y código, y tiene la interfaz bien definida para su uso con otras clases. La venta-

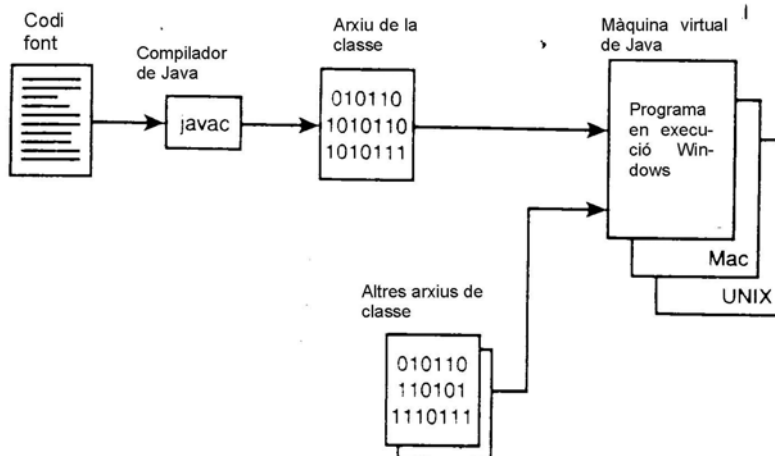
ja que presenta esto es que cualquier programador puede aprovechar una *clase* para sus aplicaciones.

La programación en Java resulta difícil para el profano, pero existen en el mercado un gran número de entornos visuales que nos pueden resultar de utilidad para hacer algún applet sencillo nosotros mismos, como una calculadora o un reloj. Podemos usar, entre otros:

- Visual J++ de Microsoft
  - Visual Café para Java de Symantec
  - Jbuilder de Borland
  - VisualAge para Java de IBM
- SuperCede de Asymetrix

### Qué es un applet?

Los programas escritos en lenguaje Java reciben el nombre de applets. Estos programas pueden integrarse en páginas HTML, características de Internet. Los applets de Java pueden realizar operaciones como animaciones, interacción con el usuario (por ejemplo juegos), etc.



Los programas escritos en Java se precompilan en el servidor, pero se transfieren a través de la red y se interpretan y se ejecutan en el propio ordenador donde se han bajado de Internet, con lo cual nos evitamos el proceso lento y costoso de tener que enviar datos al servidor, y esperar que éste los procese y nos devuelva la respuesta.

Podemos encontrar ejemplos de páginas Web que incluyen applets de Java en diversos lugares de Internet, por ejemplo:

- <http://www.sun.com>
- <http://www.sgi.com/Fun/free/java-apps.html>
- <http://www.stars.com/Software/Java/Applets.html>
- <http://www.javasoft.com/applets/>
- <http://www.microsoft.com/java/gallery/>

En las páginas que contienen applets suelen aparecer opciones de acceso al código fuente del applet ("source"). La ventaja, en este caso, es que podemos personalizarlo para nuestras necesidades.



### ***Applets para la enseñanza de la física***

En Internet hay muchas personas e instituciones que ya han colgado sus programas Java que podemos utilizar en nuestra práctica docente. Éstos son algunos ejemplos.

#### **Algunos enlaces de física**

<a href="http://www.phys.hawaii.edu/~teb/java_stuff.html">http://www.phys.hawaii.edu/~teb/java_stuff.html</a>	JAVA applets for Physics Pedagogy
<a href="http://www.msu.edu/user/brechtjo/physics/index.html">http://www.msu.edu/user/brechtjo/physics/index.html</a>	These are demonstrations of basic physics principles, written for use in a web-based physics course
<a href="http://plabpc.csustan.edu/java/">http://plabpc.csustan.edu/java/</a>	Java Applets and JavaS-cripts
<a href="http://jersey.uoregon.edu/vlab/">http://jersey.uoregon.edu/vlab/</a>	Universitat d'Oregon
<a href="http://www.Colorado.EDU/physics/2000/index.pl">http://www.Colorado.EDU/physics/2000/index.pl</a>	Universitat de Colorado
<a href="http://theory.uwinnipeg.ca/java/index.html">http://theory.uwinnipeg.ca/java/index.html</a>	Universitat de Winnipeg
<a href="http://webphysics.davidson.edu/WebTalks/AAPT_Den_Wkshp/Denver_WorkShop.html">http://webphysics.davidson.edu/WebTalks/AAPT_Den_Wkshp/Denver_WorkShop.html</a>	Universitat de Denver
<a href="http://ww2.unime.it/dipart/i_fismed/wbt/em.htm">http://ww2.unime.it/dipart/i_fismed/wbt/em.htm</a>	Didattica della fisica

### ***Cuando las líneas telefónicas funcionan lentamente***

Cuando se intenta desarrollar una sesión de Internet en las aulas de informática del centro educativo solemos padecer la lentitud extrema con la que funciona a determinadas horas del día (que suelen coincidir con las horas lectivas). Por tanto, se impone preparar los applets en un disquete para que se puedan utilizar con la máxima rapidez. Para ello necesitamos "bajarnos" una copia de los applets desde su ubicación en Internet.

Hay programas que pueden replicar una WEB y todas las páginas y objetos relacionados (hasta el nivel que se desee); uno de estos programas es el Teleport, que se consigue en [www.teleport.com](http://www.teleport.com)

### ***Personalizar los applets: las páginas html***

Una vez bajada (copiada a nuestro PC) la página html y los applets e imágenes asociadas, podemos personalizar el propio applet, por ejemplo, poniendo sus elementos en nuestro idioma. Los

applets están, habitualmente, compilados (tienen la extensión *.class*), es decir, están en un lenguaje ininteligible para el usuario. En este caso, para poderlos modificar se han de descompilar (dejar el applet con la extensión *.java*). Hay un buen número de descompiladores en el mercado que permiten llevar a cabo estas operaciones, por ejemplo:

- DeCafe Pro
- Jasmine
- NMI's Java Code Viewer

Para volver a compilar el applet modificado se puede utilizar uno de los programas indicados al principio, o bien el compilador *javac.exe* que se distribuye con el programa Java 2 SDK de Sun Microsystems. Este paquete contiene, además, muchos applets genéricos que se pueden personalizar o incluso incorporar en otros que desarrollemos.

El entorno natural de ejecución de los applets son los navegadores de Internet, por ello el principal elemento con el que interactúan son las páginas *html*. La especificación de un applet se consigue con las etiquetas `<APPLET>` y `</APPLET>`, que contienen toda la información necesaria para su visualización en la pantalla. El formato de especificación es el siguiente:

```
<APPLET
  CODE = nombreclase.class
  WIDTH = valor_anchura
  HEIGHT = valor_altura
  [CODEBASE = URL_base]
  [ALT = texto_alternativo]
  [NAME = nombre_applet]
  [ALIGN = left | right | top | texttop | middle | absmiddle | baseline | bottom |
        absbottom | baseline]
  [VSPACE = espacio_vertical]
  [HSPACE = espacio_horizontal]
/APPLET>
```

Para finalizar este apartado, convendrá ver cómo es una página html que contenga un applet:

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Página de visualización de applets</TITLE>
<BODY>
  <APPLET CODE = "appletmio.class" HEIGHT = 500 WIDTH = 500>
  </APPLET>
</BODY>
</HTML>
```

### ***Aplicaciones didácticas***

Las nuevas tecnologías de la información están revolucionando el entorno social en el que nos movemos. Y, por supuesto, su efecto también se deja sentir en las aulas. La mayoría de los centros educativos disponen de un aula con ordenadores conectados a Internet. En la actualidad, los tradicionales soportes de papel han de convivir (¿competir?) con medios audiovisuales, soportes multimedia y redes de información. Podemos decir que las empresas más florecientes, hoy en día, son las "industrias del conocimiento". En esta empresa del conocimiento los profesores tenemos mucho que decir y hemos de verla como una oportunidad para la formación y desarrollo personal con visión de futuro. Se nos plantea, por tanto, el reto de preparar a nuestros alumnos para moverse con seguridad en un mundo complejo y cambiante. Pero debemos cuidarnos de transmitir la engañosa percepción de que la verdadera enseñanza está en el uso exclusivo de Internet o de las nuevas tecnologías sin más; hay que fomentar una actitud de crítica abierta y solidaria de unos alumnos bien formados.

Se trata de utilizar la gran capacidad de procesamiento y cálculo del ordenador para incrementar la diversidad didáctica, como complemento eficaz de las metodologías más convencionales. El uso de los applets tiene como misión proporcionar la interacción entre alumno, conocimiento y proceso de aprendizaje. Es decir, permite al alumno confirmar predicciones experimentalmente, mediante la simulación de una determinada situación físico/química creada artificialmente a partir de unas determinadas condiciones iniciales, y mediante el manejo de las variables que intervienen en el mismo.

Las características principales de estos programas son:

- Lo que aparece en la pantalla del monitor es el resultado de un diálogo interactivo entre el estudiante y el ordenador. El alumno es un participante activo, más que un observador. En este sentido, el ordenador se convierte en una herramienta de autoaprendizaje.
- La atención del estudiante no está dirigida hacia la mera manipulación de teclas, ni a los detalles matemáticos, sino a la esencia física del sistema o del fenómeno que se trate.
- Normalmente, cada applet viene documentado por un guión tipo texto, donde se explica el concepto que se trata de estudiar, así como las ecuaciones matemáticas que se utilizan. El objeto es que el estudiante realice una actividad ordenada y progresiva, que conduzca a alcanzar objetivos básicos concretos.

Las principales ventajas de la utilización de los applets (y, en general, las simulaciones por ordenador) son:

- Posibilidad de representación de situaciones de difícil implementación práctica, que requieren equipos costosos y complejos o de manipulación peligrosa.
- (En situaciones donde las afirmaciones anteriores no son válidas, puede que una simulación sea más bien un recurso sencillo donde no sea factible, por cuestiones de recursos o de tiempo, hacer una demostración práctica real).
- Utilización de modelos parciales del mundo real o idealización de las condiciones de un experimento.
- Manipulación y control exacto de variables.

Unificando lo citado anteriormente en una conclusión, podemos decir: *el ordenador dota al estudiante de una herramienta de autoaprendizaje, mediante simulaciones que representan artificialmente situaciones correspondientes a experiencias y procesos físico/químicos que lo introducen en la metodología científica.*

La simulación de fenómenos tiene unas aplicaciones muy importantes en la física, tales como: el análisis de movimientos (estudio cinemático y dinámico), dibujo de trayectorias, descripción de fenómenos físicos, formación de imágenes en óptica geométrica, fenómenos ondulatorios, sistemas eléctricos y electrónicos, procesos atómicos y nucleares, representación de los datos físico/químicos en tablas periódicas, etc.

### ***Descripción de las páginas web preparadas***

En las páginas web citadas en el título del presente trabajo disponemos de una recopilación de un gran número de applets, sobre todo de física, de muchos autores y universidades. La página ...www.ctv.es... consta de cuatro nodos de direcciones de applets dedicados a las áreas del conocimiento de Física, Química, Matemáticas y Astronomía. Las direcciones están organizadas, por concepto específico dentro de cada área, bajo un programa informático denominado Auscomp 1st Java Navigator, que permite transformar la base de datos de direcciones en un applet que se puede colocar como frame en las páginas web.<sup>3</sup>

### ***Ejemplo de uso***

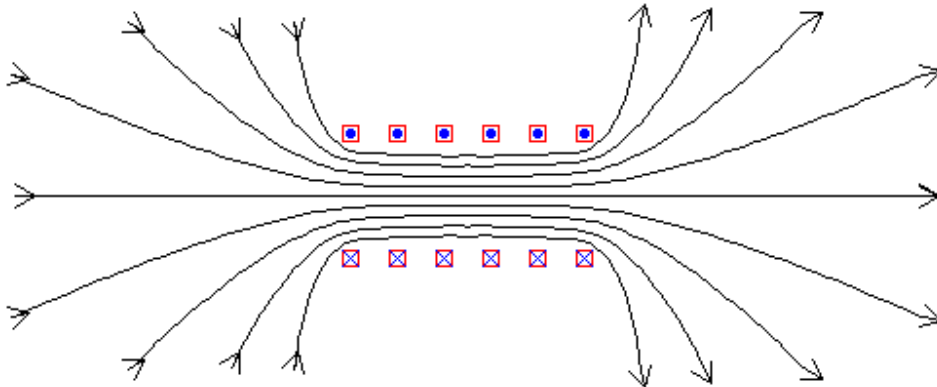
Mostraremos a continuación un ejemplo de aprovechamiento de un applet bajado de Internet (y preparado por el prof. Ángel Franco, antes mencionado), al que se le han incorporado descripciones, cuestiones, etc., dirigidas a nuestros alumnos, al tiempo que se han eliminado detalles que no nos interesaban.

Podemos ver el mapa de las líneas del campo magnético de:

- Una espira circular
- Dos espiras, esta disposición simula las denominadas bobinas de Helmholtz, utilizadas en el laboratorio para producir campos magnéticos aproximadamente uniformes en la región entre las dos bobinas.
- Muchas espiras iguales y equidistantes, que simula el solenoide.

---

<sup>3</sup> Por desgracia, en la actualidad dicho programa no permite organizar la información alfabéticamente, pero según la empresa fabricante Auscomp, los técnicos ya están en ello.



### Actividades

1. Describir el mapa de las líneas del campo magnético producido por:
2. Una espira circular
3. Dos espiras circulares, variando la separación entre espiras.
4. Varias espiras, modificando su separación.

### Conclusión

Concluiremos con una breve discusión de nuestros planes de futuro.

Como se discute en los trabajos de nuestro grupo que hemos citado en la bibliografía, disponemos ya de una cierta experiencia en la aplicación de los elementos informáticos de los que hemos hablado aquí. Pero nuestros planes son bastante más ambiciosos.

Tenemos intención de integrar todas estas nuevas tecnologías (NTIC) en un curso de física aplicada a la carrera de Ciencias Químicas, teniendo en cuenta las disponibilidades reales de infraestructura informática (tanto en la Universidad como en los hogares). Para el proyecto, se han de entrelazar de manera conveniente los temas de la asignatura (que se están reescribiendo teniendo en cuenta los dictados del MEPI), las simulaciones por ordenador (applets) analizadas en aulas de informática o por cuenta de los estudiantes, las prácticas de laboratorio (desarrolladas en la propia aula de teoría, o incluso en el hogar de cada estudiante), el recurso a las diversas opciones educativas que ofrece el Campus Virtual, etc.

Los resultados que obtengamos con nuestra experiencia didáctica integradora se presentarán en alguna otra ocasión.

## Bibliografía

Cano-Villalba, M., Gras-Martí, A., 1999, "El Campus Virtual com a recurs didàctic: una experiència pilot", en las Actes de les III Jornades de l'Associació Curie, págs. 103-112, y en la dirección siguiente: <http://www.dfa.ua.es/~agm>. (Se puede solicitar copia a los autores).

Cano-Villalba, M., Gras-Martí, A., 2000. "Uso de las nuevas tecnologías en la docencia de la física: el Campus Virtual". Actas de DidacFisu '2000, Taller de Didáctica de la Física Universitaria, Matanzas, Cuba. (Se puede solicitar copia a los autores).

Gil, D., et al., 1980, "Trabajos prácticos de Química como pequeñas investigaciones", ICE-Universitat de València.

Gil, D., Dumas-Carré, A., Caillot, M., Martínez Torregrosa, J., 1990, "Paper and pencil problem solving in the physical sciences as a research activity", *Studies in Sci. Educ.* 18, págs. 137-151.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez Torregrosa, J., 1991, "La Enseñanza de les Ciències en la Educació Secundària", ICE/Horsori.

Gil, D., Martínez Torregrosa, J., 1993, "A model for problem-solving in accordance with scientific methodology", *Eur. J. Sci. Educ.* 5, 447-455.

Martínez Torregrosa, J., et al., 1995, "Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: la epistemología de la ciencia com a criterio organizador de la enseñanza de las ciencias", *Rev. de Enseñanza de la Física (Argentina)*, 8 (2).

Gras-Martí, A., Cano-Villalba, M., Soler-Selva, V.F., "El Laboratorio Asistido por Calculadora (LAC) en la enseñanza de la física". Actas de DidacFisu '2000, Taller de Didáctica de la Física Universitaria, Matanzas, Cuba. (Se puede solicitar copia a los autores).

Gras-Velázquez, À., Soler Selva, V., Gras-Martí, A., Cano Villalba, M., 1999, "Introductory Course On Experimental Science", Actas de GIREP, Duisburg, Alemania.

Pernías, P., 2000, comunicación a MCV por c/e a Matanzas, Cuba durante DidacFisu '2000.

Soler-Selva, V.F., Gras-Martí, A., 1998, "Laboratori assistit amb calculadora gràfica (LACG)", *Revista (catalana) de Física*, 5, págs. 40-43.

Soler-Selva, V.F., Gras-Martí, A., 2000, "Integració del laboratori assistit amb calculadora gràfica (LACG) en l'ensenyament secundari", *Revista (catalana) de Física*, 8, 36-40.

Zoller, Uri, 1995, "Teaching, learning, evaluation and self-evaluation of HOCS in the process of learning chemistry", *IIIrd ECRICE*, p. 60.