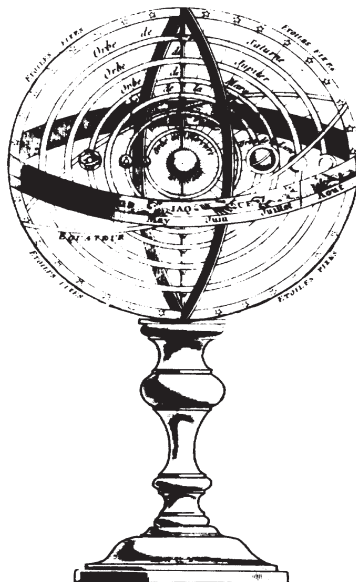


INNOVACIONES DIDÁCTICAS



APPLETS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

BOHIGAS, XAVIER; JAÉN, XAVIER y NOVELL, MONTSE

Departament de Física i Enginyeria Nuclear

Universitat Politècnica de Catalunya

xavier.bohigas@upc.es

Resumen. Internet ha llegado a las aulas ya que la utilización del ordenador no está restringido a aplicaciones específicas para ser realizadas en el aula de informática. En este artículo presentamos las características de los *applets* adaptados a la enseñanza de la física, conocidos como *fislets*, así como algunas orientaciones de cómo utilizarlos, cómo presentarlos a los alumnos y cómo deberían estar programados para una mejor utilización didáctica.

Palabras clave. Enseñanza de la física, internet, aprendizaje interactivo, simulación, applet.

Summary. Internet is now inside the classrooms. The use of computers for educational purposes is not restricted to specific software. In this paper we present *applets* adapted to Physics teaching, called *fislets*, and their characteristics, how they can be used and how they can be presented to the students in order to be useful from a pedagogical point of view.

Keywords. Physics teaching, internet, interactive learning, simulation, applet.

INTRODUCCIÓN

Los profesores hemos utilizado el libro de texto, el habla y la pizarra como vehículos fundamentales para conducir y activar el proceso de enseñanza de nuestros alumnos. Prácticamente, en cualquier clase de física encontramos estos elementos independientemente del enfoque didáctico que dé el profesor a los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en el aula.

Normalmente el profesor, además de los instrumentos que hemos citado, utiliza otros medios, el más habitual de los cuales es, seguramente, la fotocopiadora –instrumento que se ha convertido en indispensable en la escuela. En algunos casos también se utilizan programas informáticos que, una vez instalados en los ordenadores, los alumnos pueden manejar bajo la tutela del profesor.

Se han realizado numerosos estudios y experiencias de utilización de los ordenadores en la enseñanza. Podemos clasificar en tres grandes grupos las diferentes maneras de utilizar el ordenador en el aula (Guisasola, 2000):

1) Empleo de software de propósito general. Se refiere a aquellas herramientas que no están diseñadas para aplicarlas en un contexto específico, sino que el estudiante puede utilizar para efectuar cálculos, organizar y visualizar datos o redactar textos (Bacon, 1993). Nos referimos más concretamente a hojas de cálculo, procesadores de texto y bases de datos. El estudiante utiliza el ordenador como una herramienta más, como puede ser la regla y el compás en una aula de dibujo. En estos momentos podemos considerar que la mayoría de nuestros alumnos manejan o fácilmente pueden aprender a manejar con suficiente soltura el ordenador.

2) Obtención de datos experimentales. El ordenador puede utilizarse tanto como elemento de control de los experimentos como para la obtención de datos experimentales. El ordenador se ve como un aparato más integrado en el equipo experimental de medida, con algunas utilidades específicas de control del experimento que permiten la obtención de datos de una forma automatizada.

3) Aplicaciones específicas. Comúnmente suele denominarse *enseñanza asistida por ordenador* (EAO) y denota, de forma genérica, una metodología que posibilita y facilita la adquisición de unos contenidos de formación a través del ordenador. Se ha visto que la utilización del ordenador mejora la actitud del alumno hacia el aprendizaje de la disciplina y que los alumnos valoran positivamente su utilización. El software tiene como principal objetivo la introducción de conceptos nuevos y suele seguir el esquema conductista de la enseñanza programada, basado en un modelo de enseñanza transmisión-recepción donde el alumno actúa como receptor de la información. Pocas aplicaciones tienen en cuenta el esquema constructivista de la enseñanza-aprendizaje. En estos casos, el alumno utiliza simulaciones con las que trabaja de forma interactiva.

Desde no hace mucho tiempo tenemos una potente herramienta para lograr un aprendizaje más activo y motivador. Se trata de internet. No vamos a hacer un análisis de las

ventajas e inconvenientes que representa para los procesos de enseñanza y aprendizaje este nuevo medio, para lo cual se puede consultar Jonassen (1999) y Linn (2000); sino que nos centraremos en un elemento muy específico, en lo que en la terminología informática se denomina *applet*. En este artículo veremos qué son los applets y de qué manera los puede utilizar el profesor para mejorar su tarea.

QUÉ ES UN APPLET

Un applet es un programa informático realizado en lenguaje JAVA (Java-Sun). Entre otras particularidades tiene la enorme ventaja de que es un programa que se puede ejecutar directamente desde la página web en la que está incrustado. Permite, como veremos más adelante, multitud de aplicaciones, desde la incorporación de elementos móviles en las páginas web, como sistemas de control, introducción de datos, mecanismos interactivos... hasta un largo etcétera. Nos centraremos en aquellas aplicaciones que sean de más utilidad para la enseñanza de la física.

Entre los usuarios de la world wide web (WWW) se ha acuñado un nuevo término para identificar aquellos applet relacionados con la física: es el **physlet** (o **fislet**) que se obtiene de la contracción de *physics* y *applet* (Christian, 2001).

Las principales características de los fislets son:

- El fislet suele ser un programa relativamente pequeño.
- Los fislets están programados para poder ser incorporados en una página web y utilizarlos directamente sobre la misma página.
- Los fislets son configurables. La mayoría de los fislets permiten que el profesor los adapte a sus necesidades específicas.
- Los fislets son interactivos. El usuario (el estudiante en nuestro caso) puede manipular determinados elementos, con lo cual el resultado que aparece en la pantalla, sea textual o gráfico, queda modificado.
- La mayoría de los fislets se distribuyen gratuitamente en la WWW.

El fislet es un programa sencillo, tanto en su aspecto como en su manejo por parte del usuario. Son programas ligeros desde el punto de vista informático (suelen tener menos de 100Kb, si bien podemos encontrar fislets mucho mayores), por lo cual necesitan poco tiempo para cargarse en el ordenador cliente de forma residente. Su manejo suele ser muy intuitivo. Este aspecto es importante, pues, así, el estudiante no ha de «perder» el tiempo para aprender el manejo de determinado applet, como sucedía con los programas que debíamos instalar en cada ordenador. En la mayoría se adivina su funcionamiento, sobre todo cuando ya se ha utilizado algún fislet en anteriores ocasiones. La mayoría de las veces se aprende a manejar un fislet ha-

ciendo pruebas, por el método del ensayo-error. El tiempo que un estudiante necesita para saber manejar un fislet suele ser pequeño, pocos minutos bastan. Algunos fislets incorporan unas instrucciones de uso.

El fislet es un programa que se ejecuta directamente sobre la página web. Suele estar insertado en una página que contiene texto, imágenes y sonido y que incorpora un panel con los botones y mandos necesarios para manipular el applet de forma interactiva. En la figura 1 mostramos la parte de una página en la que hay un applet que simula el movimiento parabólico de objetos lanzados en un campo gravitatorio uniforme. Tenemos unos botones que permiten modificar el ángulo de lanzamiento, la velocidad inicial, etc. Una vez la simulación ha finalizado podemos obtener resultados como, por ejemplo, la distancia horizontal de caída, el tiempo empleado en el movimiento, o aquellos datos que el programador haya previsto mostrar.

Debemos diferenciar dos tipos de configuración en los fislets: la externa y la interna. El programador de los fislets permite que algunos de los parámetros que lo definen puedan ser fijados cuando lo insertamos en la página web. Por ejemplo, en un fislet que simule un determinado proceso, el profesor puede definir las condiciones iniciales en el código fuente de las páginas con las órdenes adecuadas. De esta manera, siempre que sus alumnos utilicen este applet desde la página del profesor, el fislet aparecerá con los parámetros fijados. Diferenciamos este tipo de configuración de la que llamamos configuración interna, que entendemos como aquella en la que el estudiante puede hacer modificaciones mediante los botones que aparecen en el fislet. Variando los valores de la configuración interna, el estudiante puede observar, calcular, etc. el proceso que se muestra en el fislet con diferentes valores de los parámetros que definen el proceso que está estudiando, pero con la restricción o las características que se definen en la configuración externa.

Para realizar un applet en lenguaje JAVA hay que ser un buen conocedor de este lenguaje de programación. Pero, en cambio, su utilización es muy simple y no es necesario ningún conocimiento del lenguaje de programación. Basta sólo con ser un poco experimentado en la navegación por la WWW y un poco atrevido para descubrir cómo funciona el applet y qué opciones ofrece.

Los fislets que serán más útiles al profesor de física para incorporarlos en una actividad de aprendizaje serán aquellos que simulan un determinado proceso físico; las modelizaciones de fenómenos, tanto en su vertiente cualitativa como cuantitativa. Es decir, que tendremos fislets que simplemente describen un fenómeno y otros que, además de reproducir el fenómeno, nos ofrecen la posibilidad de modificar algunos de los valores de las magnitudes que intervienen en él y obtener resultados numéricos de las variables dependientes.

Por lo dicho hasta aquí, se puede pensar que las prestaciones de los fislets ya las ofrecían los programas EAO e, incluso, éstas los superan en ocasiones. Es cierto que algunos proyectos de enseñanza asistida con ordenador tienen amplias posibilidades (Interactive, 1994), pero, paralelamente, tienen unas limitaciones que los fislets salvan. Entre otras, podemos

obtener los fislets de forma gratuita o, como mínimo, los podemos utilizar sin costo alguno; contrariamente, los EAO suelen tener un precio bastante elevado. A la gratuidad de los fislets hemos de añadir su facilidad de distribución, aspecto especialmente importante si queremos utilizar los fislets en otras ubicaciones diferentes del aula de informática del centro, lugar donde habitualmente se instalan los programas EAO. En vez de instalar el programa EAO en uno, dos o varios ordenadores del centro (según cuales sean las condiciones del contrato y del número de licencias de instalación que nos autorizan), podemos colocar la actividad de aprendizaje que proponemos a nuestros alumnos en una página web. De esta forma los estudiantes pueden realizar la actividad desde su casa, o cualquier otro lugar, no restringiéndose su realización al aula de informática del centro. De esta forma se evita el problema habitual de compatibilidad de horarios entre los diferentes grupos de alumnos. Por otro lado, mediante el acceso de los fislets a través de internet hacemos posible que los alumnos realicen tareas escolares interactivas en horario extraescolar. Otra de las desventajas de los programas específicos es que, una vez adquiridos, debemos estar pendientes de las periódicas actualizaciones que mejoran el programa, obligándonos a disponer de un presupuesto dedicado a la compra de estas actualizaciones y a reinstalar algunos programas, con los inconvenientes que ello representa en tiempo y dinero. Es corriente que el profesor utilice sólo una parte muy pequeña de las posibilidades que ofrecen los programas específicos de simulación, con lo cual muchas veces no es rentable adquirirlos. Otra de las facilidades de los fislets es que el tiempo necesario para aprender su funcionamiento es muy pequeño, a diferencia de muchos de los EAO, que pueden tener un manejo bastante complejo. Podemos elegir los fislets entre la gran oferta presente en toda la WWW: aquéllos que más nos interesen y se adecuen a nuestras necesidades didácticas concretas.

CÓMO SE PUEDEN UTILIZAR LOS FISLETS

A grandes rasgos, uno de los criterios que podemos utilizar para clasificar los fislets es el de separar los que simulan un fenómeno cualitativamente de aquéllos que permiten obtener resultados numéricos. Según el tipo de actividad, escogeremos unos u otros.

El primer punto que debemos plantearnos, antes de elegir un fislet, es qué concepto, método, propiedad, etc. queremos que aprendan nuestros alumnos; es decir, qué objetivo queremos alcanzar. Aunque la utilización del fislet no sea imprescindible para el logro de determinado objetivo de aprendizaje, siempre servirá de ayuda. La existencia de una herramienta, como es el fislet, no debe hacernos olvidar que nuestra tarea como profesores es la de provocar, favorecer y guiar situaciones de aprendizaje. Para ello disponemos de muchos recursos, uno de ellos es el fislet. No debemos caer en la trampa de considerar el fislet como un fin, como un objetivo de aprendizaje, ya que no lo es, sino que se trata de una simple herramienta que puede permitir y facilitar el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos.

La utilización del fislet no debe plantearse como un acceso, como un añadido curioso y atractivo de la actividad

docente, sino que debe estar incorporado en ella como un elemento didáctico más. Para obtener un mayor beneficio de los fislets es aconsejable elaborar las actividades de forma que se realicen preguntas a los alumnos de tal manera que, para responder, deban interactuar necesariamente con el fislet. Así, podemos aprovechar las principales ventajas que tienen los **applets**, que son la animación y la interacción. La animación permite simular un fenómeno físico y, gracias a la interacción, el estudiante puede manipular la evolución del sistema físico de una manera controlada. Así, el estudiante, por ejemplo, puede investigar la dependencia de las magnitudes que intervienen en un fenómeno que reproducimos en el ordenador.

Debemos recalcar a nuestros estudiantes que los fislets reproducen la realidad de forma esquemática, siguiendo los modelos físicos que ha tenido en cuenta el programador. No hemos de perder de vista que experimentar con los fislets no es equivalente a realizar experimentos en la realidad. El fislet reproduce un mundo más simplificado que la realidad.

Se ha escrito mucho sobre las ventajas e inconvenientes de utilizar el ordenador en el aula (Gros, 2000; Jonassen, 1999; Linn, 2000); de todas maneras, podemos afirmar que, en estos momentos, el ordenador ya forma parte de la cultura escolar. Las nuevas orientaciones de los currículos nacionales tienen en cuenta de forma significativa la incorporación de las nuevas tecnologías en la enseñanza.

Sin la intención de hacer una clasificación exhaustiva, podemos hablar de tres situaciones en las que el uso de los fislets es recomendable:

- 1) Investigación de sistemas físicos de forma controlada.
- 2) Simulación de sistemas físicos difícilmente reproducibles en el laboratorio.
- 3) Ayuda en el aprendizaje de conceptos abstractos.

Son especialmente útiles los fislets que simulan sistemas físicos cuya evolución temporal es significativa y que permiten controlar la evolución del experimento. Así, el alumno puede cambiar la velocidad de evolución del sistema, congelar la imagen para estudiar con detalle una determinada posición del objeto, hacer evolucionar el sistema «paso a paso», hacia delante o hacia atrás en el tiempo, o bien repetir el experimento simulado diversas veces para comprenderlo mejor. No debemos considerar los fislets como reemplazo de las actividades experimentales de laboratorio, pero sí son un buen elemento para añadir al conjunto de herramientas educativas de que disponemos.

También permiten realizar experimentación en sistemas no reproducibles en el laboratorio. Por ejemplo, podemos hacer el estudio de las leyes de Kepler mediante un programa de ordenador (Pei, 1998) (o con un fislet), pues difícilmente podremos construir un modelo real de laboratorio de un sistema planetario; en cambio, con la modelización de este sistema mediante un programa de ordenador sí será posible realizar un estudio exhaustivo de diferentes sistemas planetarios, con las restricciones de tratarse simplemente de una simulación.

Otra situación en la que la utilización de fislets ayuda al alumno es el aprendizaje de conceptos especialmente abstractos, como, por ejemplo, el campo eléctrico (Bonham, 1999). Se puede plantear la actividad de aprendizaje de manera que el alumno manipule el fislet como si se tratara de un experimento de laboratorio en que los alumnos deben recoger unos datos experimentales (valores numéricos que nos muestra el ordenador) con los que deberán confeccionar las tablas necesarias, construir gráficos y realizar los cálculos necesarios para realizar la actividad que el profesor propone.

En cualquiera de las anteriores situaciones podemos usar fislets con los que se obtienen resultados numéricos o bien que permitan únicamente un análisis cualitativo del fenómeno. El tipo de fislet que empleemos en cada actividad dependerá de cómo la hayamos planteado. En algunos casos será más conveniente un fislet que ponga de manifiesto un fenómeno cualitativamente (descubrir un fenómeno, analizar las magnitudes significativas en que intervienen, etc.) y en otros necesitaremos resultados numéricos para realizar la actividad (por ejemplo, comprobar teorías).

Con ellos el estudiante puede investigar el problema antes de empezar a resolverlo o bien, una vez resuelto por él con papel y lápiz, puede comprobar sus resultados.

Destacamos que los fislets no sólo ayudan al estudiante a resolver los problemas, sino que el profesor puede planear su utilización como una actividad parecida a la actividad científica. Para ello debemos proponer a los estudiantes que, una vez recogida la información, hagan un planteamiento del problema y propongan las hipótesis necesarias para resolverlo; estudien el problema cualitativamente, mirando cuáles son las variables significativas que intervienen en la descripción del fenómeno y decidan cuál es el método para obtener los datos. Deberán analizar los resultados obtenidos y contrastarlos con las hipótesis iniciales para comprobar su validez. En el caso que las hipótesis sean refutadas por los resultados, han de saber redefinir la resolución del problema. Así acercamos al estudiante a la actividad científica, se comporta como un aprendiz de científico (Gil, 1991).

Los fislets también pueden utilizarse, al empezar un tema o antes de introducir determinado concepto, para realizar una diagnosis previa de los preconceptos de los estudiantes, identificarlos y realizar las actividades para corregirlos si es necesario. El estudiante se encuentra en situación de «experimentar» con la naturaleza y poner a prueba sus ideas previas comprobando su validez. De esta manera, el profesor está en situación de «poner en crisis» las limitaciones de los preconceptos erróneos de los alumnos y facilita la reformulación de las teorías y su consolidación conceptual.

La utilización de fislets en las clases de física no implica necesariamente un cambio metodológico: la tarea y el papel del profesor no se modifican. Por lo que respecta al alumno, su actitud sí queda modificada; la utilización del ordenador permite y, en muchas ocasiones, obliga a la creación de pequeños grupos de trabajo, situación que provoca la discusión entre los miembros del equipo y la cooperación

entre ellos. Otro aspecto positivo es la actitud que en general tienen los jóvenes hacia la utilización del ordenador y en particular los programas interactivos. Esta predisposición se puede aprovechar como un elemento motivador más. Como aspecto negativo debemos apuntar la ansiedad que provoca a algunas personas el trabajo delante del ordenador.

Otro punto que queremos considerar es: ¿dónde se deben realizar las actividades en las que los alumnos han de usar los fislets?: ¿en el aula de informática o en casa? Normalmente, cuando se hace referencia de la utilización de los ordenadores en la enseñanza, se está pensando que los alumnos están en el aula de informática del centro, condicionando el horario al uso que hagan los otros cursos y siempre bajo la tutela o el control del profesor. Los fislets, evidentemente, se pueden usar accediendo desde un ordenador del centro, pero no debemos olvidar que también se puede acceder desde cualquier otro ordenador que tenga conexión a internet. En ocasiones pedimos a nuestros alumnos que realicen determinadas tareas en su casa (los deberes); podemos elaborar este tipo de actividades de forma que necesiten la manipulación de un fislet. Al poder realizar la actividad fuera de un horario y un lugar determinados, el estudiante puede programar su tiempo de estudio, sabiendo que podrá realizarla cuando mejor le convenga, sin tener la restricción de acceso al aula de ordenadores. Pensamos que internet se impondrá cada vez más como una herramienta utilizada más desde casa que desde el centro escolar. Hemos de empezar a considerar esta posibilidad cuando programemos nuestra asignatura, pues se va haciendo más habitual la conexión a la red desde los domicilios.

¿De qué forma debemos presentar una actividad a nuestros alumnos que contenga fislets? ¿Debemos ser unos buenos informáticos para elaborar páginas web? El soporte con el que hemos de elaborar la actividad que proponemos a nuestros alumnos, en la que deberán usar un fislet, puede ser una página web, pero no es estrictamente necesario. El profesor no debe convertirse en un informático o un productor de páginas web. Si quiere usar los fislets como herramienta didáctica, le basta con tener unos conocimientos mínimos de navegación por la WWW. Puede realizar su tarea utilizando los mismos recursos materiales que ha utilizado siempre para proponer actividades a sus alumnos; es decir, puede seguir distribuyendo los textos de las actividades en papel si no quiere o no sabe elaborar páginas web. Si quiere incorporar la utilización de fislets, simplemente deberá escribir la correspondiente dirección en el texto de la actividad.

CÓMO DEBEN SER LOS FISLETS

Los fislets que el profesor proponga utilizar en las actividades de aprendizaje deben ser previamente valorados. Ante todo hemos de tener muy claro cuál es el objetivo educativo que perseguimos; a partir de aquí buscaremos el fislet que, a nuestro buen criterio, se adapte mejor a nuestras necesidades. No hemos de olvidar que el objetivo didáctico de la actividad no es la utilización experta de una determinada herramienta informática, sino aprender los contenidos de nuestra asignatura de física.

Proponemos realizar una valoración de los fislets atendiendo a los criterios siguientes:

Sencillez de utilización

El estudiante no ha de tener excesivas dificultades para descubrir el funcionamiento del applet. Si el alumno emplea mucho tiempo para saber manipular el fislet, será recomendable que no lo utilicemos, y escojamos otro, a no ser que sea de especial interés por determinado aspecto. Por otro lado, su manipulación no debe ser engorrosa, debe ser cómodo de utilizar.

Grado de interactividad

La interactividad consiste en la posibilidad que tiene el usuario, el estudiante en nuestro caso, de cambiar parámetros, valores, variables, características, etc. de las magnitudes y elementos que intervienen en el fislet. Debemos conocer las posibilidades de cada fislet que usemos para guiar al alumno y proponer las actividades que incidan significativamente en su aprendizaje. Hemos de tener en cuenta que, delante de una pantalla de ordenador, cualquier usuario, y si es joven más, tiene la tendencia de investigar, escudriñar y probar todos los elementos que parecen activos. Esto ayuda a conocer el fislet y aprender su utilización, pero tiene el inconveniente de que el estudiante puede perder de vista el significado físico de lo que aparece en pantalla convirtiéndose el uso de fislet en un simple juego. Hemos de evitar estas situaciones. Para el aprendizaje de la física, estos programas son especialmente interesantes, pues permiten realizar gran número de pruebas y experimentos con características diferentes y observar el comportamiento de los objetos u obtener resultados numéricos. En cierta medida estamos reproduciendo el mundo real en la pantalla del ordenador. Pero no podemos perder de vista, y debemos insistir ante nuestros alumnos, que lo que estamos estudiando no es el «mundo real», sino una representación del mismo, pero que nos puede ser de gran ayuda para entenderlo. Para estudiar el «mundo real» debemos experimentar con los entes reales objeto de estudio.

Grado de configuración

Muchos de los fislets que encontramos en la red permiten introducir órdenes para individualizar el applet a nuestras necesidades. Incluso es posible que nos interese usar el mismo fislet en dos actividades diferentes, pero que en cada caso las variables que podamos modificar sean distintas. En algunos casos podemos «bajarnos» de la red el fislet y guardarlo en nuestro sitio web. Si elaboramos una actividad que colgamos en la red para que accedan nuestros alumnos, podemos incorporar el applet que nos hemos bajado previamente. Ciertos fislets permiten variar alguno de sus parámetros que debemos especificar en nuestra página web. Antes de decidimos a utilizar un fislet debemos valorar la posibilidad de configurarlo para que se adapte a nuestras necesidades didácticas específicas. Teniendo en cuenta la enorme cantidad de applets existentes en toda la WWW, seguramente en la mayoría de los casos no será

necesario reconfigurar el applet, sino que encontraremos el fislet que necesitamos, cosa bastante conveniente para ahorrar al profesor excesivos quebraderos de cabeza y pérdidas de tiempo por causa de la informática.

Fiabilidad del origen

La mayoría de los fislets que encontramos en la red suelen estar realizados por profesores de física que conocen la programación JAVA. Esto quiere decir que las leyes, propiedades, etc. que se reproducen en el applet están fundamentadas en las leyes de la física aceptadas por la comunidad científica. En este aspecto no debemos preocuparnos, el fislet será fiable y reproducirá los fenómenos tal y como predicen las leyes que explicamos en clase. De todas maneras es aconsejable realizar concienzudamente pruebas sobre la veracidad de los resultados que nos muestra el fislet. Debemos poner especial atención a las situaciones límite que muchas veces no han sido consideradas por el programador. Antes de que los alumnos usen un applet, debemos conocerlo en profundidad y hemos de conocer los márgenes de aplicación del fislet para no manejar datos fuera de su rango de utilización. Pero la WWW está abierta a todo el mundo, cualquier persona puede colgar sus páginas, éste es uno de los logros más importantes de la WWW, pero entraña un terrible problema: ¿la persona que ha programado el fislet sabía suficiente física para obtener el comportamiento esperado según las leyes de la física que estamos estudiando en clase? O incluso: ¿está hecho con intención de engañar al usuario? Para evitar sorpresas desagradables es aconsejable utilizar los fislets que pertenezcan a webs de organismos, universidades o grupos de trabajo de reconocido prestigio. También podemos acudir a las páginas personales de profesores de física que vengan avaladas por alguna institución y, en su defecto, deberemos analizar con mucho detalle el material que se nos ofrece. La posibilidad de engaño no es nula en la WWW. Es más difícil encontrar esta situación en el mundo de la edición escrita en papel. Otro aspecto a tener en cuenta es que en ocasiones nos encontramos con fislets que están escalados para ser observables con el ordenador; por ejemplo, puede ser que, la escala de distancias de un sistema planetario se haya modificado con el objetivo de poderlo insertar en una página o bien que la evolución temporal esté alterada para que el sistema sea observable. Debemos tener presentes estos matices que provocan una distorsión aparente de las leyes físicas y señalarlos a los alumnos para que no se formen una idea equivocada del fenómeno que se reproduce en el fislet.

Disponibilidad temporal

Los navegantes asiduos saben que muchos sitios de la WWW desaparecen inesperadamente. Más de una vez nos hemos encontrado con el aviso de nuestro navegador indicándonos que el sitio buscado no se encuentra cuando poco tiempo antes lo habíamos visitado. Hemos de evitar que nuestros alumnos se encuentren en una situación semejante cuando les proponemos que visiten una página para utilizar un fislet determinado. En este sentido es recomendable confiar en organizaciones de prestigio y utilizar éstas más que usar páginas personales, que

tienen una volatilidad mayor. La situación óptima es aquélla en la que el profesor tiene su sitio web y propone las actividades interactivas con fislets desde una página, y los archivos que ejecutan el fislet también están en este mismo sitio web. En caso contrario, el profesor deberá confiar (y comprobar) que la página que contiene el fislet que le interesa no desaparezca. Evidentemente no sugerimos que el profesor de física se convierta en un informático programador. Hemos de saber que muchas páginas que contienen applets de carácter educativo permiten la descarga de los ficheros que lo ejecutan de forma gratuita. De esta manera el profesor puede guardar los archivos que ejecutan el fislet, controlarlo y asegurar su funcionamiento.

Tiempo de carga

A todo navegante le es muy enojoso estar esperando quince o veinte segundos para que se cargue la página que visitamos. Si bien en su mayoría los fislets suelen tener un tiempo de carga relativamente pequeño, hay casos en los que debemos descartar su utilización debido al tiempo que emplea en aparecer completo en la pantalla del ordenador. No es difícil imaginar el desengaño y el desconcierto que puede producir a nuestros alumnos una situación de este estilo. Afortunadamente los nuevos ordenadores y las líneas telefónicas son cada vez más rápidos. Recordemos que algunos sitios web tienen lo que en el argot informático se denomina *mirror* (son lugares idénticos con direcciones diferentes); así, para mejorar la conexión podemos conectarnos a aquel mirror que sea más rápido desde nuestro ordenador.

Hemos comentado algunas de las características que hemos de tener en cuenta cuando elegimos un fislet ya existente. Pero, ¿cómo deben ser los fislets que nosotros creamos? Evidentemente que la programación del fislet la debe realizar un informático, no pensamos que el profesor de física deba ser un programador. Apuntamos algunas de las características que el programador debería tener presente cuando elabore un buen fislet:

- **Pequeño** desde el punto de vista informático, para que el tiempo de carga sea pequeño. Esto no se contradice con que pueda ser un programa muy complejo por dentro.
- Que responda a una **necesidad didáctica**. Esto quiere decir que pensamos en fislets realizados por encargo. Las características del fislet las debe fijar el profesor.
- **Ergonomía**. El uso del fislet debe ser cómodo, su manejo no ha de ir acompañado de excesivos o complejos procesos de manipulación. No debemos añadir al alumno dificultades suplementarias para realizar sus tareas.
- **Configuración interna** que permita modificar, mediante botones del menú, los valores de ciertas magnitudes significativas del problema que el alumno está estudiando, si bien el número de botones que pueda manejar el estudiante no debe ser excesivo, pues existe el peligro de que se pierda en su utilización.
- **Configuración externa**. Posibilidad de adaptar el fislet a nuestras necesidades específicas mediante órdenes que

se escriben en el código necesario para insertar el fislet en la página en la que lo presentamos.

- **Distribución gratuita.** Característica fundamental que queremos que nuestro trabajo sea compartido por la comunidad educativa.

- **Instrucciones.** El usuario siempre agradece que se incluya un texto explicativo del funcionamiento del fislet así como las posibilidades de configuración.

DÓNDE ENCONTRAR FISLETS

La situación ideal para el profesor es aquella en que pueda disponer de un fislet que se adapte exactamente a lo que él necesita. Para ello puede buscarlo en la WWW o bien realizar el fislet en colaboración con algún profesor del departamento de informática de la escuela (los fislets también ayudan a fomentar el trabajo cooperativo entre profesores). Normalmente no se da esta última condición; así pues, el profesor deberá buscar los fislets en la red y adaptarse a las características de los fislets que encuentre. Recomendamos que una vez localizado un fislet interesante para nuestros objetivos, guardemos su dirección y aún mejor que lo descarguemos si es posible. De esta manera lo podemos instalar en un servidor al cual tengamos acceso; así la disponibilidad del fislet sólo dependerá de nosotros mismos. En este caso también necesitaremos, seguramente, la colaboración de un compañero del departamento de informática.

En la red existen multitud de sitios en los que hay catálogos de applets, y de fislets en particular¹. Para buscar applets en la WWW podemos usar, evidentemente, cualquiera de los buscadores habituales, pero resulta más cómodo ir directamente a uno de estos sitios conocidos. Son catálogos, más o menos bien organizados y clasificados, en los cuales se hace una descripción escueta del fislet y que facilitan el acceso a páginas que contienen el fislet que anuncian. Es fácil que queramos guardar las direcciones de todos los fislets que encontremos; no es aconsejable tener una lista excesivamente larga, a no ser que esté bien estructurada y que incluya comentarios sobre cada dirección, pues difícilmente podremos recordar cada uno de los applets contenidos en una gran lista. Es mejor tener una relación de direcciones escogidas y cuidarlas; es decir, comprobar que no desaparezcan o que el contenido no cambie. Antes de cada clase en la que utilicemos un fislet, aconsejamos comprobar la existencia del contenido que esperamos. Desgraciadamente, muchas veces nos encontraremos con sorpresas.

A pesar de que los fislets los podemos encontrar en la WWW, sería conveniente que los centros educativos dispusieran de los medios necesarios para que, del mismo modo que tenemos una biblioteca y una persona que se encarga de su mantenimiento, hubiese una persona encargada de hacer un mantenimiento de los applets que se usan en el centro. Este mantenimiento también se podría realizar de forma centralizada desde las instituciones educativas, de igual forma como existen servicios de préstamos de vídeos, de aparatos de medida o de programas informáticos. De esta manera, el profesor centraría sus esfuerzos

en la elaboración de las actividades de aprendizaje incorporando, en el caso que lo considere necesario, algunos de los fislets del catálogo que tendría a su alcance.

CONCLUSIONES

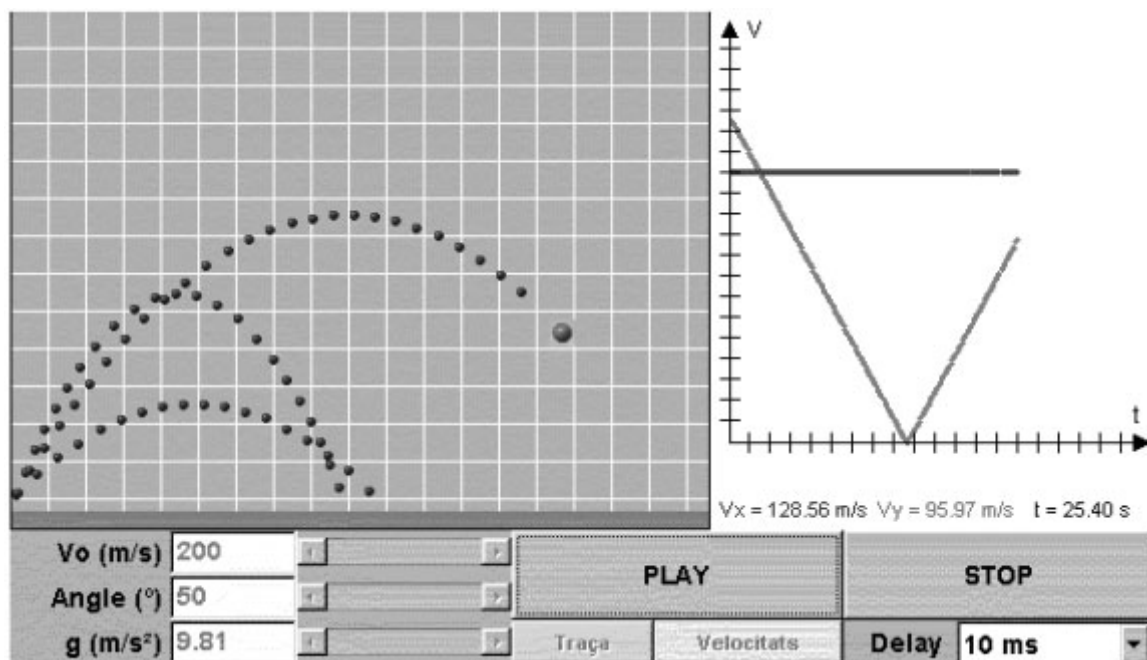
En este artículo hemos presentado una nueva herramienta que nos ofrece la incorporación de las nuevas tecnologías de la sociedad de la información en nuestro entorno educativo. Concretamente hemos explicado qué son los fislets: unos programas a los cuales se accede desde internet mediante un navegador. Sus grandes prestaciones los convierten en una herramienta muy útil para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. No se trata de una mejora de las aplicaciones informáticas de la enseñanza con ordenador, sino que estamos delante de un instrumento nuevo que debemos conocer a fondo para aprovechar sus prestaciones. Con los fislets, los alumnos pueden realizar experiencias de simulación y animación. Al ser accesibles desde la WWW, su utilización no queda restringida al centro escolar, sino que los estudiantes pueden utilizarlos desde su casa, con lo cual estamos llevando la experimentación fuera del aula de física. El estudiante puede experimentar en el momento en que lo desee desde su casa. Por otro lado, la enorme cantidad de fislets a los que se puede acceder gratuitamente en la WWW permite que podamos escoger aquel fislet que se adapte mejor a nuestras necesidades didácticas. Su utilización suele ser muy simple, con lo cual toda la atención del alumno se centra en los contenidos de la materia en lugar de malgastarla en aprender el manejo de determinado programa. Si bien la utilización de los fislets no implica necesariamente un cambio metodológico, sí es cierto que la incorporación de nuevas herramientas provoca la discusión y el intercambio de puntos de vista entre el profesorado, y ello puede conducir a un replanteamiento didáctico mejorando, de esta manera, la tarea del docente.

NOTA

¹Damos algunas direcciones de sitios en los que se pueden encontrar fislets:

- Physics Simulations de la Mississippi State University (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://webphysics.ph.msstate.edu/javamirror/>
- Molecular Expressions Website, M.W. Davidson and The Florida State University (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/>
- Fu-Kwun Hwang (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/>
- Java Applet and VRML Resources for Teaching and Learning (fecha consulta: 17-02-2003)
http://www.ph.surrey.ac.uk/cti/Gateway/Java_Applets.htm
- Explore Science (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://www.explorescience.com/>
- Physlets resource page, Davidson College (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>
- Physique et simulations numériques, L'Université du Maine (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/index.html>
- Física con ordenador, Angel Franco (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
- la baldufa (fecha consulta: 17-02-2003)
<http://baldufa.upc.es/>

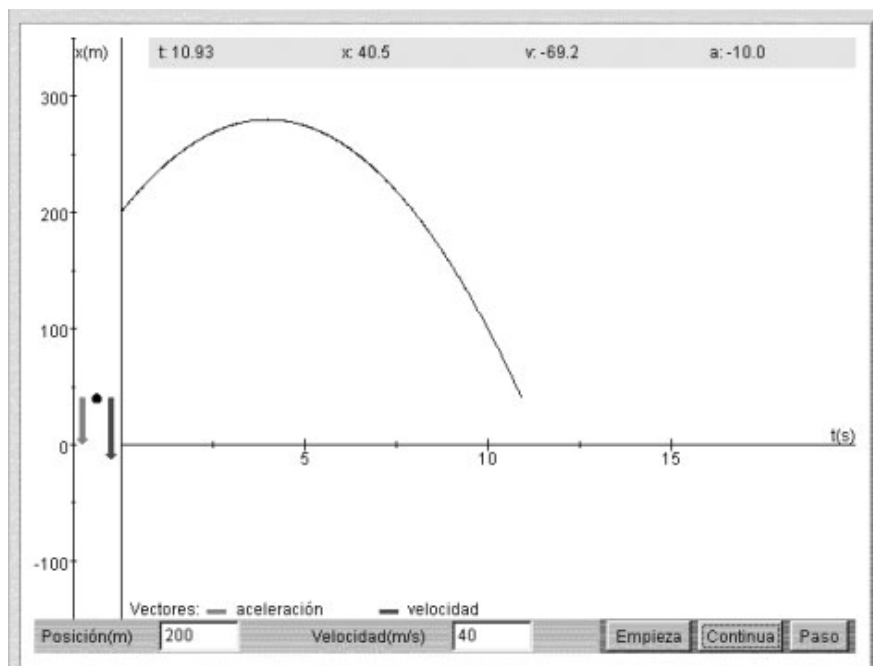
Figura 1



Panel de un fislet que simula el movimiento de cuerpos bajo la acción de un campo gravitatorio uniforme. En la parte izquierda se simula el movimiento del objeto respecto de un sistema de referencia fijado en el suelo. En la zona derecha se representan los módulos de las componentes horizontal y vertical de la velocidad instantánea del objeto. El fislet tiene opciones de configuración interna, permite variar la velocidad inicial del objeto (v_0), el ángulo que forma la velocidad inicial con el suelo horizontal (Angle) y el valor del campo gravitatorio (g , que siempre se considera dirigido en la dirección vertical y hacia abajo). Otros botones activan (o desactivan) alguna opción como ver (u ocultar) la trayectoria o el gráfico de velocidades.

<http://baldufa.upc.es/baldufa/fislets/g0fj002/g0fj002.htm>

Figura 2



Este fislet simula el movimiento de un objeto al ser lanzado verticalmente en la superficie terrestre. Se indican mediante flechas la velocidad y la aceleración. En este caso podemos hacer evolucionar el sistema paso a paso.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/graves/graves.htm>

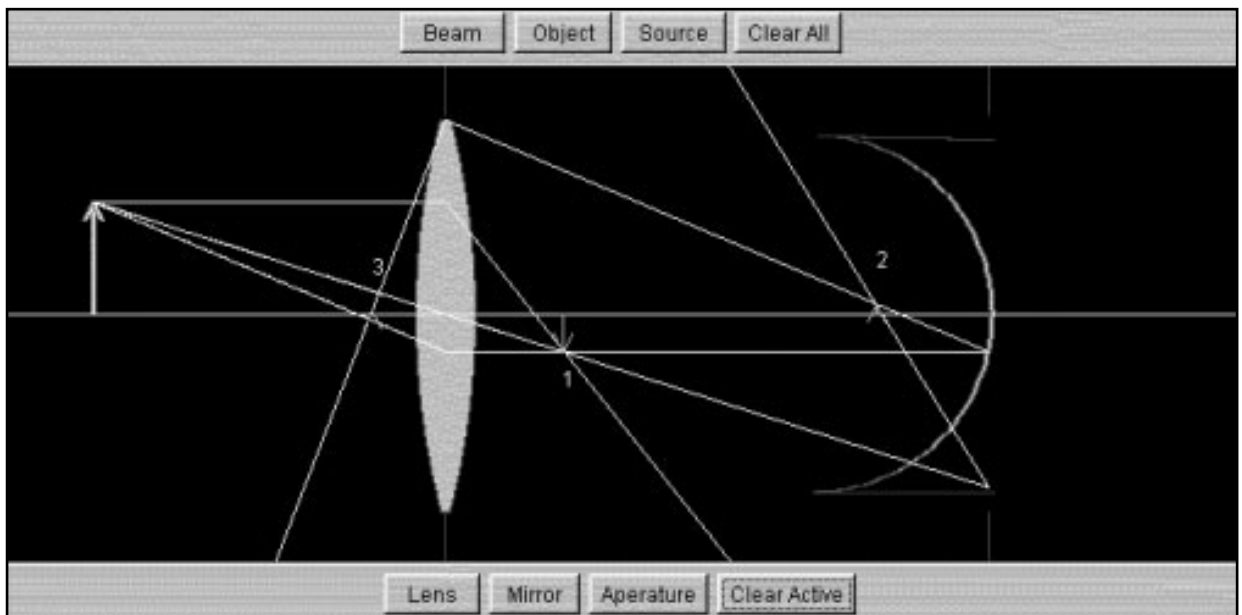
Figura 3

Uno de los fislets que podemos catalogar como realista. El grado de interacción es muy pequeño pero la capacidad de simular cualitativamente el fenómeno de la inducción es muy alta, parece «muy real». Este fislet se puede utilizar, claramente, como experiencia demostrativa. <http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/faraday/index.html>



Figura 4

Mediante los botones podemos insertar diversos elementos ópticos (lentes, espejos, etc.) y sus características (planos focales, tamaño de los objetos, etc.) se definen arrastrándolos con el ratón. Con unas herramientas muy simples podemos reproducir situaciones muy complejas. http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/optics4/default.html



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACON, R.A. (1993). «The Computers in Teaching Initiative: a view from the Physics Centre». *Physics Education*, 28.
- BONHAM, S.W. y RISLEY, J.S. (1999). «Using Physlets to teach Electrostatics». *The Physics Teacher*, 37, pp. 276-280.
- CHRISTIAN, W. y BELLONI, M. (2001). *Physlets: Teaching Physics with interactive curricular material*. Nueva Jersey: Prentice-Hall.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: ICE-Horsori.
- GROS SALVAT, B. (2000). *El ordenador invisible*. Barcelona: Gedisa.
- GUISASOLA, J., BARRAQUÉS, J.I., MANTEROLA, J. y MORAIS, A. (2000). «Contribución y dificultades en la utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas». Documento interno no publicado.
- INTERACTIVE PHYSICS. (1994). San Mateo, California. Knowledge Revolution Inc. v. 2.5.
- JAVA-SUN: <http://www.sun.com>
- JONASSEN, D.H., PECK, K.L. y BRENT, G.W. (1999). *Learning with Technology a Constructivist Perspective*. Londres: Prentice Hall, Inc.
- LINN, M. C. y HSIS. (2000). *Computers, Teachers and Peers: Science Learning Partners*. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Pub.
- PEI, X.S. (1998). Using interactive Physics in planetary Motion. *The Physics Teacher*, 36, pp. 42-43.

[Artículo recibido en febrero de 2002 y aceptado en marzo de 2003]