

Simulaciones en Física e Ingeniería: Utilización y Herramientas de Autor

Ernesto Martín Rodríguez
ernesto@um.es

Francisco Esquembre Martínez
fem@um.es

Resumen

En la comunicación haremos un recorrido sobre la utilización de Simulaciones por ordenador en la Enseñanza de Física a niveles universitarios introductorios, tanto en Física como en Ingeniería, desde la perspectiva de cómo suelen abordar este tema gran número de grupos del ámbito de la Física.

Palabras Clave: Simulación, Enseñanza por ordenador, Java, Enseñanza vía Internet, Enseñanza vía Web.

1 INTRODUCCIÓN

La utilización de los Ordenadores en la Enseñanza, y específicamente en la enseñanza de la Física, es un tema antiguo que ha recibido nuevo impulso con la generalización de uso del Ordenador e Internet, o hablando más genéricamente, con la amplia difusión que se está logrando de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.

El primer punto a tener en cuenta en la valoración de la incidencia que los ordenadores pueden tener en la enseñanza es que, si bien los ordenadores prometen un extraordinario potencial para mejorar las técnicas de enseñanza-aprendizaje, esto es así sólo si se utilizan en forma apropiada, no simplemente como libros o laboratorios convencionales. Para estudiar en un libro, en la forma tradicional, es mejor el libro que un ordenador. Es preciso lograr un sistema de utilización de los ordenadores que explote al máximo sus posibilidades específicas, lo cual puede requerir un cambio en la óptica docente a utilizar.

Entre otros aspectos, deseamos resaltar la posible capacidad de atracción que el uso del ordenador tenga, sobre todo en enseñanzas que, como la Física, son difíciles, atraen poco, tienen escaso reconocimiento social y, por todo ello, se están quedando actualmente sin estudiantes. Con más generalidad, hemos de destacar dos características de los ordenadores: son muy rápidos y permiten, mediante el uso de simulaciones gráficas interactivas, profundizar más en los conceptos básicos de una

disciplina. Junto con dos aspectos de las nuevas tecnologías: permiten un acceso rápido y eficiente a la información (tanto escrita como en forma gráfica y multimedia en general) y, hoy en día, posibilitan la colaboración entre usuarios a través de entornos diseñados al efecto.

2 CLASIFICACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO EN FÍSICA

Sin ánimo de ser exhaustivos, damos a continuación una clasificación del software educativo en Física, atendiendo a su forma de utilización. Incluiremos en algunos casos una selección de software preferido por nosotros, indicando en negrita aquel desarrollado (o en que haya una colaboración especial) por miembros del grupo **CoLoS** (Conceptual Learning of Science) [1] al que pertenecemos. Este grupo aúna equipos de investigación de diferentes Universidades, principalmente Europeas. Su objetivo principal está en promover el desarrollo de métodos de enseñanza innovadores en Ciencia y Tecnología, y se caracteriza por estar centrado en

- Aprendizaje y comprensión de Conceptos fundamentales en Ciencia
- Integración de aprendizaje cualitativo e intuitivo con métodos cuantitativos
- Utilización de simulaciones y material web en general

2.1 HERRAMIENTAS PARA LA ADQUISICIÓN Y MANIPULACIÓN DE DATOS

Van desde las simples hojas de cálculo hasta los más complejos laboratorios basados en ordenador (MBL) y sistemas de análisis de Vídeo. Son muy apropiados para experiencias iniciales que resaltan la observación, recolección de datos y obtención de conclusiones. El análisis de vídeo permite la posibilidad de estudiar la Física de fenómenos del mundo real en que los estudiantes puedan estar interesados, mediante adquisición y análisis de los datos obtenidos partiendo de las secuencias de vídeo.

2.2 SOFTWARE MULTIMEDIA

Presenta información multimedia en una forma estructurada. Incluye control de navegación, no

necesariamente secuencial, a través de generalmente grandes cantidades de información presentada en forma de texto, imágenes, animaciones, video-clips y, de vez en cuando, simulaciones. Toma ventaja de la especial preparación del cerebro humano para retener y procesar información visual

2.3 MICROMUNDOS Y SIMULACIONES

Los micromundos son entornos muy elaborados de desarrollo de simulaciones, contruidos por expertos en el dominio de interés y programadores, que permiten estudiar el comportamiento de una vasta variedad de sistemas o fenómenos físicos. Las simulaciones suelen ser programas de menor envergadura que contienen el modelado de sistemas o fenómenos físicos específicos. A veces la delimitación entre unos y otras no está bien definida. Ambos suelen incluir animación gráfica para presentación de resultados e interactividad para la preparación o modificación de las experiencias.

Recomendamos:

- Interactive Physics [2]
- **XyZET** [3]
- **Physlets** [4]

Dentro del mundo de las simulaciones y para aquellos que prefieran utilizar lo ya desarrollado, existe una vasta variedad de colecciones de Applets Java y de cursos interactivos que incluyen también Applets y pueden ser accedidos vía red.

Recomendamos:

- Colección de Walter Fendt [5]
- Colección de **Fu-Kwun Hwang** [6]
- Curso de **Angel Franco** [7]

2.4 HERRAMIENTAS DE MODELADO

Son entornos de desarrollo de simulaciones orientados a profesores o estudiantes no necesariamente expertos en programación. Están especialmente indicados para los profesores que prefieren sus propios desarrollos y también para fomentar en los estudiantes la consolidación de los conceptos fundamentales de la materia de interés a través del ejercicio que requiere la preparación de modelos. En estos entornos se pretende liberar al autor de todos aquellos elementos de programación no relevantes para la materia bajo estudio, de forma que pueda centrarse en la preparación de lo que si es fundamental, la elaboración del modelo que subyace en el fenómeno físico bajo estudio.

Recomendamos:

- Stella [8] o Powersim [9] (tipo sistemas dinámicos)
- **Modellus** [10]

- **EJS (Easy Java Simulations)** [11]

2.5 HERRAMIENTAS TELEMÁTICAS Y DE INTERNET

Utilizan la tecnología más actual explotando la capacidad de intercomunicación de los ordenadores. Generalmente hacen uso de todos los tipos de software citados anteriormente. Permiten de esta forma el desarrollo de Comunidades y entornos de aprendizaje colaborativos, laboratorios remotos, etc. Como complemento a los muchos desarrollos existentes, recomendamos la lectura del **Just in Time Teaching** [12] como enfoque que busca un equilibrio entre la búsqueda de información de la realidad de conocimientos del estudiante con la preparación de material curricular adecuado a la situación encontrada y combinada con experiencias de aprendizaje colaborativo; todo ello con variadas implementaciones entre las que destaca la preparación de material utilizando los ya mencionados Physlets. Dentro de los cada vez utilizados laboratorios remotos, recomendamos la visita del preparado por el grupo **CoLoS de Química Física de Oxford** [13]

3 DISEÑO Y UTILIZACIÓN DE LAS SIMULACIONES

Como ya hemos avanzado, entendemos por simulación una pieza de software orientado al estudio de un sistema o fenómeno físico específico. Como aspecto clave, que redundará en una buena o mala representación del comportamiento de dicho sistema, está el **modelo** que se ha de implementar como motor de la simulación. Este modelo incluirá la descripción mediante las variables adecuadas de la descripción del sistema, junto con las leyes básicas que relacionan dichas variables o parámetros. Estas leyes regirán el comportamiento del sistema, cuya evolución se presentará en forma de animaciones gráficas (partículas o cuerpos de forma dada moviéndose en un recinto, variación del nivel de fluido en un recipiente, etc.) o mediante gráficos de la evolución de las diferentes variables o de relaciones entre ellas, diagramas de campos o potenciales, etc. Todo ello podemos recopilarlo en lo que denominamos **vista**. Y en las simulaciones se incluirá generalmente un **control** de los valores de las variables (posiciones de partículas, temperatura de un cuerpo, etc.) que añaden la interactividad precisa para el control de la situación inicial del experimento o su modificación.

Bajo este paradigma de Modelo-Vista-Control se pueden diseñar la mayor parte de las simulaciones de interés en el campo de la Física y ciencias afines. Bajo este mismo paradigma suele realizarse también el diseño de las herramientas de autor precisas para la construcción de simulaciones.

Centrándonos en el uso de las simulaciones como vía ampliamente utilizada para la aplicación del ordenador en la Enseñanza, queremos en primer lugar hacer una distinción entre éstas y lo que normalmente se entiende como material multimedia en general. Queremos también destacar de las simulaciones el aprovechamiento de las posibilidades de animación gráfica del ordenador, sus características de interactividad y las posibilidades de inserción en un texto guía que permita utilizarlas bajo el enfoque de **aprender investigando**. Todo ello con las posibilidades de ser accesibles vía internet.

Dentro de un enfoque CoLoS, el ordenador simulando fenómenos físicos no se utiliza como mero solucionador de ecuaciones y presentador de las gráficas correspondientes. En general, en niveles de Física introductorios (incluyendo primeros cursos de Universidad), se prefiere optar por mimetizar los que la Naturaleza hace –que no es resolver ecuaciones– acudiendo, siempre que sea posible, a la utilización de las leyes fundamentales (leyes de conservación, leyes de Newton, de Gravitación, Coulomb, etc.). Por otra parte y dentro de este enfoque, se utilizan las simulaciones para fomentar el primer contacto y familiarización del estudiante con el fenómeno bajo estudio. Se aprovechan posteriormente las conclusiones obtenidas para recuperar el formalismo subyacente y, así, poder progresar en el estudio de fenómenos más complejos.

Las tecnologías más relevantes involucradas en esta forma de utilización de los ordenadores en la enseñanza son: Java como lenguaje de red y HTML como vía de inserción de las simulaciones en textos guía o unidades docentes, con la incorporación adicional de material multimedia general acompañando al texto (sonido, video, gráficos y animaciones, etc). Finalmente los protocolos estándares sobre redes como vía de intercomunicación de ordenadores que facilitan la inserción del material desarrollado en entornos de aprendizaje colaborativos, acceso a laboratorios remotos, etc.

Referencias

- [1] <http://www.colos.org> .
- [2] <http://www.interactivephysics.com/>
- [3] ftp://ftp.ipn-kiel.de/pub/windows95/Xyzet_W95_Demo/
- [2] Physlets:
<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>
- [5] <http://home.a-city.de/walter.fendt/phs/phs.htm>
- [6] <http://www.phy.ntnu.edu.tw/~hwang/index.html>
- [7] Física con Ordenador:
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
- [8] <http://www.hps-inc.com/STELLAdemo.htm>
- [9] <http://www.powersim.com/>
- [10] <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>
- [11] <http://fem.um.es/Ejs/index.htm>
- [12] <http://webphysics.iupui.edu/jitt/jitt.html>
- [13] Optical Rig
<http://pint.pcl.ox.ac.uk/~exp2/rigexpt/r.html>