

EL PAPEL DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA UNIVERSITARIA

Alfonso Pontes Pedrajas¹; Pilar Martínez Jiménez²; Gerardo Pedrós Pérez³

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Departamento de Física Aplicada

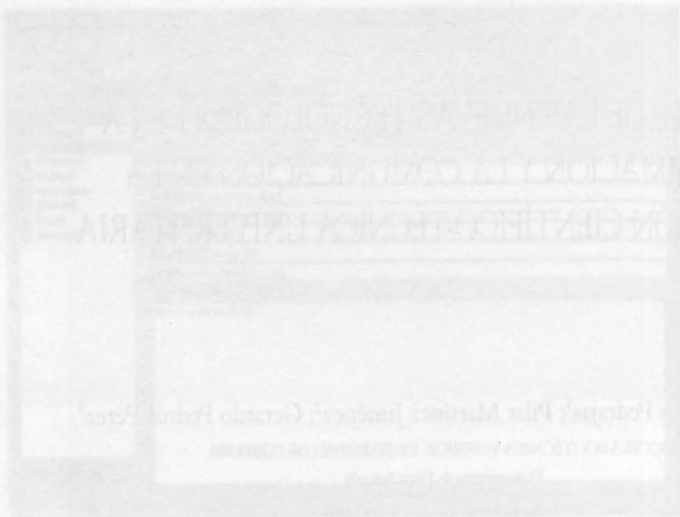
¹ Catedrático de Escuela Universitaria

² Catedrático de Escuela Universitaria

³ Catedrático de Escuela Universitaria

"La gran difusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos de la vida actual y, por tanto, también en la educación, supone para los profesores la necesidad de cambiar muchos aspectos de la educación y, sobre todo, modificar nuestra manera de enseñar, con objeto de que los estudiantes universitarios de carreras científico-técnicas lleguen a familiarizarse con estas herramientas, que con toda seguridad formarán parte de su futuro profesional".





In front of the...
The first...
The second...
The third...
The fourth...
The fifth...
The sixth...
The seventh...
The eighth...
The ninth...
The tenth...



EL PAPEL DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

2. OBJETIVOS DEL USO DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

3. LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA COMO RECURSO EDUCATIVO

3.1. Tutoriales y enciclopedias interactivas

3.2. Simulaciones por ordenador

3.3. Sistemas adaptativos multimedia y sistemas de autor

3.4. Laboratorio asistido por ordenador

4. PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO

5. CONCRECIÓN DEL ENFOQUE METODOLÓGICO

6. CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I INTRODUCCIÓN

II OBJETIVO DEL LIBRO DE LAS FORTALEZAS EN LA RELACION CON EL MUNDO

III LA TÉCNICA DE LA TENDENCIA COMO UN PROCESO

IV TENDENCIAS Y TÉCNICAS DE TENDENCIA

V TENDENCIAS DE TENDENCIA

VI TENDENCIAS DE TENDENCIA Y TENDENCIAS DE TENDENCIA

VII TENDENCIAS DE TENDENCIA

VIII TENDENCIAS DE TENDENCIA

IX TENDENCIAS DE TENDENCIA

X TENDENCIAS DE TENDENCIA

XI TENDENCIAS DE TENDENCIA

XII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XIII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XIV TENDENCIAS DE TENDENCIA

XV TENDENCIAS DE TENDENCIA

XVI TENDENCIAS DE TENDENCIA

XVII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XVIII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XIX TENDENCIAS DE TENDENCIA

XX TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXI TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXIII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXIV TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXV TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXVI TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXVII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXVIII TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXIX TENDENCIAS DE TENDENCIA

XXX TENDENCIAS DE TENDENCIA



EL PAPEL DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA UNIVERSITARIA

Alfonso Pontes Pedrajas (*fa1popea@uco.es*)

Pilar Martínez Jiménez (*fa1majip@uco.es*)

Gerardo Pedrós Pérez (*fa1pepeg@uco.es*)

RESUMEN

El alto grado de aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza actual, es un hecho que nos obliga a los profesores a aceptar la presencia de estas nuevas herramientas educativas en la formación universitaria y conviene comenzar a utilizar tales recursos porque, entre otras ventajas, favorecen la comunicación interactiva, el tratamiento de imágenes, la simulación de fenómenos, la construcción de modelos y analogías, la resolución de problemas, el acceso a la información, el manejo de todo tipo de datos y el diseño de materiales didácticos o de cursos completos adaptados a las necesidades y características de diferentes tipos de alumnos. Estas ventajas pueden utilizarse en la enseñanza de cualquier materia y en los diferentes niveles educativos, pero en este trabajo vamos a centrarnos en el análisis de las funciones formativas y posibles aplicaciones de las TIC en la enseñanza universitaria de carácter científico-técnico.

ABSTRACT

The high degree of the application of the new information and communication technology (ICT) in present-day teaching is a fact that obliges us as teachers to accept the presence of these new educational tools in university training, and it is necessary to begin to use these resources because, among other advantages, they favour interactive communication, image treatment, phenomena simulation, the construction of models and analogies, problem resolution, access to information, the handling of all kinds of data and the design of didactic material or of complete courses adapted to the needs and characteristics of different types of students. These advantages can be used in the teaching of any subject and at different educational levels, but in this work we shall focus on the analysis of training functions and possible applications of the ICT in scientific-technical university teaching.

PALABRAS-CLAVE

Nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), educación científico-técnica, materiales didácticos.

KEYWORDS

Information and communication technology (ICT), university teaching, didactic resources, training of engineering students.

1. INTRODUCCIÓN

La noción de currículo educativo abarca todos los elementos relacionados con el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cuando se refiere a una materia concreta el currículo integra la formulación de objetivos educativos, la selección de los contenidos de la enseñanza, la utilización de recursos didácticos, la metodología empleada en el desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje, la evaluación del proceso educativo y el análisis de resultados de dicho proceso con vistas a introducir los cambios futuros necesarios para ir mejorando paulatinamente el desarrollo de currículo. En este contexto, la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a la enseñanza universitaria de carácter científico-técnico desempeña un papel cada vez más importante en el desarrollo del currículo porque se trata de un nuevo recurso que favorece la comunicación y el acceso a la información, pero al mismo tiempo plantea la necesidad de revisar diversos aspectos como los objetivos y contenidos de la enseñanza de cada materia y la metodología educativa que conviene emplear cuando se utilizan los nuevos recursos informáticos en la educación científica (Pontes, 1999).

Con relación a la importancia educativa de estos recursos hay que indicar que desde hace varias décadas se han publicado numerosos trabajos en los que se ha puesto de manifiesto que las aplicaciones de las TIC en la educación científica presentan interesantes ventajas, como son la gran capacidad de almacenamiento de datos, el fácil acceso a todo tipo de información, la propiedad de simular fenómenos naturales difíciles de observar en la realidad o de representar modelos de sistemas físicos inaccesibles, la interactividad con el usuario, la posibilidad de llevar a cabo un proceso de aprendizaje y evaluación individualizada, etc.

En todos estos aspectos las TIC están mejorando continuamente sus prestaciones por la creciente potencia de los sistemas multimedia, los avances de la inteligencia artificial y el desarrollo imparable de Internet. Pero, a pesar de los evidentes avances de la informática educativa, todavía siguen existiendo problemas relevantes, en los que merece la pena reflexionar, como pueden ser los siguientes: ¿Responde el uso actual de los ordenadores a la búsqueda de soluciones para los problemas planteados en el campo de la educación científica y tecnológica? ¿Son muchos los profesores de ciencias o de tecnología que utilizan programas de ordenador como recursos didácticos en la enseñanza universitaria? ¿De qué forma lo hacen y qué dificultades

... la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a la enseñanza universitaria de carácter científico-técnico desempeña un papel cada vez más importante en el desarrollo del currículo porque se trata de un nuevo recurso que favorece la comunicación y el acceso a la información.

encuentran? ¿Qué tipos de recursos informáticos presentan mayor interés para el profesorado? ¿Qué metodología es la más adecuada para utilizar tales recursos? ¿Cómo influye el uso de tales instrumentos en el aprendizaje y en la motivación de los alumnos?

Tales cuestiones abren una amplia temática que puede servir para propiciar el debate y la reflexión entre los profesores de Escuelas Técnicas y Facultades de Ciencias a la hora de abordar el presente y el futuro de la formación de nuestros alumnos. En este trabajo no pretendemos dar respuestas a todos estos interrogantes, pero podemos realizar una breve aproximación a esta problemática y centrarnos en los aspectos que pueden ser más interesantes para avanzar en el desarrollo de la informática educativa, aplicada a la formación científico-técnica de estudiantes de ingeniería.

2. OBJETIVOS DEL USO DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

A lo largo del periodo que ya ha recorrido la informática educativa en países como Estados Unidos o Gran Bretaña, desde de la década de los años setenta del pasado siglo se han diseñado numerosos recursos para todas las materias y niveles educativos, se han realizado muchas experiencias educativas y se ha publicado una gran cantidad de trabajos de investigaciones sobre la influencia de los programas de ordenador en múltiples aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje. En algunos trabajos de revisión y síntesis de tales investigaciones (Long, 1991; Lelouche, 1998) se han expuesto las múltiples funciones que pueden desempeñar las nuevas tecnologías de la información en la educación científica, de modo que, haciendo una síntesis de tales aportaciones, podemos clasificar las funciones formativas de las nuevas tecnologías de la información en tres categorías relacionadas con el desarrollo de los fines educativos siguientes: 1) Acceso a la información y aprendizaje de conceptos; 2) Aprendizaje de procedimientos y desarrollo de destrezas intelectuales; y 3) Desarrollo de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia y la tecnología. Tales fines y funciones se comentan a continuación.

En primer lugar, diversas investigaciones han puesto de manifiesto la influencia de las nuevas tecnologías de la información en el aprendizaje de conceptos relacionados con diversas materias de carácter científico tales como la Física (Andaloro et al., 1991), la Química (Martínez et al., 2003) o la tec-

nología (Li, 1998). En general los recursos docentes en soporte multimedia, y sobre todo Internet, desempeñan importantes *funciones informativas*, que pueden contribuir a mejorar la adquisición de *conocimientos de tipo conceptual*, porque permiten presentar todo tipo de información sobre cualquier materia del currículo: textos, imágenes, gráficos, sonidos, vídeos, animaciones, simulaciones, etc. Entre los recursos informativos de carácter multimedia podemos citar las enciclopedias interactivas, páginas web, tutoriales y programas educativos en general. Si se utilizan en la clase de ciencias, estos medios pueden servir de complemento a otros recursos didácticos que también ofrecen información al alumno como son las explicaciones del profesor, los libros de texto o los medios audiovisuales. Por otra parte, los citados recursos informáticos también los puede utilizar el alumno en su casa (sobre todo Internet) como instrumentos de autoaprendizaje, de consulta o de repaso.

También las nuevas tecnologías de la información y, de modo especial, Internet pueden desempeñar importantes *funciones formativas*, porque permiten desarrollar (en mayor medida que otros recursos) ciertas destrezas de carácter intelectual que contribuyen a la formación integral del individuo, al margen de los conocimientos específicos que puedan adquirir en una materia concreta. Por ejemplo, ayudan a desarrollar la capacidad indagadora (mediante el proceso de búsqueda de información), la curiosidad, el autoaprendizaje y, de paso, contribuyen a mejorar la alfabetización tecnológica de los ciudadanos (mediante el uso y familiarización con la tecnología). En el caso de las ciencias experimentales también contribuyen a adquirir destrezas y habilidades científicas tales como la elaboración de razonamientos científicos, la construcción e interpretación de gráficos, la elaboración y evaluación de argumentos para analizar teorías científicas opuestas, la adquisición de técnicas de laboratorio asistido por ordenador y el aprendizaje cooperativo mediante el trabajo en grupos, aprender a manejar el propio ordenador como instrumento de medida y de análisis de datos experimentales en el laboratorio, aprender a diseñar experiencias de laboratorio mediante programas de simulación de procedimientos experimentales (Pontes et al., 2003).

Por último, el hecho de trabajar con programas interactivos de ordenador y buscar información científica en Internet ayuda a fomentar la actividad de los alumnos durante el proceso educativo, lo cual favorece el intercambio de ideas, la motivación y el interés de los alumnos por el aprendizaje de las

... estos medios pueden servir de complemento a otros recursos didácticos que también ofrecen información al alumno como son las explicaciones del profesor, los libros de texto o los medios audiovisuales.

... permiten desarrollar (en mayor medida que otros recursos) ciertas destrezas de carácter intelectual que contribuyen a la formación integral del individuo.

Internet ayuda a fomentar la actividad de los alumnos durante el proceso educativo, lo cual favorece el intercambio de ideas, la motivación y el interés de los alumnos por el aprendizaje.

ciencias, como han puesto de manifiesto numerosos trabajos a lo largo de las últimas décadas (Vaquero, 1992; Lelouche, 1998).

3. LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA COMO RECURSO EDUCATIVO

La Informática Educativa es un área de trabajo interdisciplinar cuyo fin principal es favorecer la aplicación docente de recursos informáticos que puedan servir para la enseñanza (Fidalgo, 1992). Para desarrollar esta misión el profesorado puede utilizar tanto aplicaciones de propósito general como programas específicos diseñados para instruir y orientar al alumno sobre aspectos concretos de cada materia. Los programas de propósito general son aplicaciones informáticas que pueden ser útiles para todo tipo de usuarios de ordenador, entre las que actualmente destacan las llamadas herramientas de ofimática tales como procesadores de texto, bases de datos, hojas de cálculo, presentaciones interactivas, entornos de diseño gráfico, navegadores de Internet, gestores de correo electrónico y otros recursos sobre edición y diseño de páginas Web. En torno al uso didáctico de los programas de propósito general hay que señalar que, aunque no tienen necesariamente un carácter educativo, los citados recursos deberían formar parte de la formación mínima que todo profesor universitario debería adquirir en relación al uso de las TIC en la enseñanza.

En lo que respecta al uso educativo de aplicaciones específicas para la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las Escuelas de Ingeniería, hay que decir que tales aplicaciones se incluyen dentro del área de trabajo denominada *enseñanza asistida por ordenador* (EAO), que se centra en la utilización de programas específicos diseñados para instruir y orientar al alumno sobre aspectos concretos de las diversas materias y contenidos de la enseñanza (Pontes, 1999). En este sentido hay que tener en cuenta la gran capacidad de los ordenadores como instrumentos para almacenar, organizar y acceder a todo tipo de información. En particular la EAO tiene gran interés en la educación científica y técnica por las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías de la información desde el punto de vista de la comunicación interactiva, el tratamiento de imágenes, la simulación de fenómenos y experimentos, la construcción de modelos, la resolución de problemas, el acceso a la información y el manejo de todo tipo de datos.

La Informática Educativa es un área de trabajo interdisciplinar cuyo fin principal es favorecer la aplicación docente de recursos informáticos que puedan servir para la enseñanza.

Dentro de los programas de EAO o programas instruccionales existe una amplia gama de recursos, tales como los programas de ejercitación, las enciclopedias multimedia, los programas tutoriales, los programas de simulación y las herramientas de laboratorio asistido por ordenador. A continuación se describen algunos de estos tipos de programas y se analizan sus principales funciones educativas.

3.1. Tutoriales y enciclopedias interactivas

Los primeros programas de ordenador que se realizaron con fines educativos, hace varias décadas, eran *programas de ejecución y práctica*, basados en preguntas y respuestas que respondían al más puro estilo de la enseñanza programada, basados en la psicología conductista (Vaquero, 1992). Tales programas presentaban ejercicios o cuestiones que requerían una respuesta inmediata por parte del alumno y proporcionaban un diagnóstico sobre la veracidad o falsedad de la respuesta. Cuando las preguntas son de carácter conceptual o teórico se suelen plantear como cuestiones de opción múltiple, con una respuesta correcta y varios distractores. También pueden plantear problemas sencillos o ejercicios que requieren la utilización de leyes científicas y procedimientos de cálculo antes de introducir la respuesta.

A medida que empezaron a extenderse los llamados ordenadores personales o PCs y crecieron las posibilidades de elaborar programas educativos que podían utilizarse en el aula, el laboratorio o la casa del alumno, tales aplicaciones pasaron a denominarse genéricamente sistemas tutoriales de enseñanza asistida por ordenador o simplemente tutoriales. Estos recursos estaban diseñados con un enfoque educativo más general, ya que se planteaban ayudar al alumno a desarrollar un proceso individualizado de aprendizaje de los contenidos de un tema específico o de una materia, incluyendo conceptos y destrezas. Tales programas, que todavía se utilizan bastante, porque son fáciles de diseñar y se pueden distribuir a través de Internet, proporcionan información estructurada sobre el tema y plantean actividades de aprendizaje, que pueden ser preguntas de tipo conceptual o ejercicios y problemas, de manera que el sistema puede controlar o registrar información sobre el ritmo de trabajo, las dificultades encontradas o los fallos cometidos en las actividades y otras características del proceso de aprendizaje.

Durante mucho tiempo los programas tutoriales se han desarrollado en el marco educativo del modelo conductista de enseñanza, ya que se han utilizado como instrumentos de transmisión y recepción de conocimientos elaborados, sin tener en cuenta la complejidad de los procesos cognitivos y la influencia de las concepciones personales de los alumnos en los procesos de aprendizaje.

La principal diferencia entre los programas tutoriales y los antiguos programas de ejecución y práctica consiste en que los tutoriales suelen disponer de un módulo de contenidos educativos, parecido al que pueda ofrecer un libro de texto, de modo que el alumno puede acceder a esa información teórica o conceptual a la hora de realizar las actividades de aprendizaje que se incluyen en el tutorial. En muchos casos los programas tutoriales disponen de un módulo de evaluación al final de cada unidad, que proporciona información sobre el rendimiento global del trabajo realizado por el alumno con el programa. Durante mucho tiempo los programas tutoriales se han desarrollado en el marco educativo del modelo conductista de enseñanza, ya que se han utilizado como instrumentos de transmisión y recepción de conocimientos elaborados, sin tener en cuenta la complejidad de los procesos cognitivos y la influencia de las concepciones personales de los alumnos en los procesos de aprendizaje (Pontes, 1999). Sin embargo, hay que reconocer que algunos de estos programas constituyen buenas herramientas de ayuda al aprendizaje, sobre todo como instrumentos complementarios de la acción del profesor y del trabajo realizado en clase, ya que permiten llevar a cabo un proceso de estudio individual tutorizado, recibir información inmediata sobre el tipo de aprendizaje realizado al detectar los errores cometidos en las diversas actividades y acceder a diferentes tipos de ayudas que permiten ir superando las dificultades encontradas.

Otros recursos educativos en soporte informático que han cobrado bastante auge en los últimos tiempos son las llamadas enciclopedias interactivas de carácter multimedia, que al igual que los tutoriales pueden utilizarse por el estudiante para hacer consultas de todo tipo. Estas herramientas, que se ofrecen normalmente en soporte CD-rom y también en Internet, están integradas por un sistema hipertexto que permite navegar fácilmente por los contenidos de la aplicación y acceder con rapidez a la información sobre cualquier concepto. En la actualidad estas herramientas multimedia, además de textos, incluyen numerosas imágenes, animaciones y vídeos.

3.2. Simulaciones por ordenador

Los programas de simulación están adquiriendo en los últimos tiempos un importante grado de desarrollo y aplicación en la educación científica y tecnológica, debido al avance progresivo de la informática y al perfecciona-

miento cada vez mayor de las capacidades de cálculo y expresión gráfica de los ordenadores. Tales programas proporcionan una representación dinámica del funcionamiento de un sistema determinado, por lo que tienen cada vez más importancia en la enseñanza de la física o la tecnología, ya que permiten visualizar el desarrollo de procesos simples o complejos, mostrando la evolución del sistema representado y la interacción entre los diversos elementos que lo integran o al menos algunas consecuencias de tales interacciones. Las simulaciones utilizan modelos de sistemas donde se modifican algunos parámetros o variables y se obtienen resultados observables que permiten realizar inferencias sobre la influencia de tales variables en el comportamiento del sistema representado, por tanto proporcionan al alumno la oportunidad de interactuar, reflexionar y aprender, participando de forma activa en el proceso educativo (Andaloro et al., 1991).

Las simulaciones por ordenador tienen importantes aplicaciones en la enseñanza de la ciencia y de la ingeniería cuando se utilizan en la presentación de situaciones no asequibles en la práctica o que pueden ser peligrosas, en la idealización de las condiciones de un experimento, en la representación de situaciones que requieren un equipo muy complejo, en la utilización de modelos parciales del mundo real o de modelos completamente teóricos, en la manipulación y el control de variables, entre otras aplicaciones (Martínez et al., 1994). En particular, la simulación por ordenador ha permitido desarrollar muchas aplicaciones importantes para la enseñanza de la física y la tecnología, como la que se muestra en la figura 1, sobre todo en lo que se refiere al estudio de los procesos dinámicos, movimientos y trayectorias, descripción vectorial de los fenómenos físicos, descripción de campos de fuerza formación de imágenes en óptica geométrica, fenómenos ondulatorios, procesos atómicos y nucleares, etc. Además de la física, el desarrollo y aplicación de las simulaciones también desempeña, desde hace tiempo, una función educativa importante en otras materias necesarias para la formación de ingenieros como la química (Martínez et al., 2003), la mecánica (Bedford y Fowles, 1996), la electrónica (Pontes et al., 2004) o la tecnología en general (Li, 1998).

... permiten visualizar el desarrollo de procesos simples o complejos, mostrando la evolución del sistema representado y la interacción entre los diversos elementos que lo integran o al menos algunas consecuencias de tales interacciones.

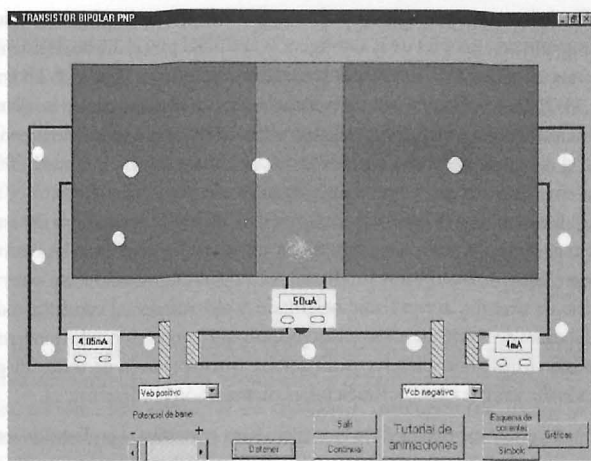


Figura 1.- EJEMPLO DE VENTANA DE UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA (PONTES ET AL., 2004)

3.3. Sistemas adaptativos multimedia y sistemas de autor

Con relación a los tipos de aplicaciones informáticas de carácter educativo que se han descrito antes, se puede observar que no todos los programas pueden ser incluidos de un modo claro en alguno de los tipos señalados anteriormente. En realidad, hay programas basados en la técnica de preguntas y respuestas, como el programa “Microlab de resolución de problemas de física”, que incluye importantes ayudas de tipo conceptual y procedimental para desarrollar las actividades programadas, de modo que se aproxima bastante a la noción de programa tutorial. Por otra parte, hay programas concebidos como tutoriales de ayuda en la resolución de problemas o de modelización de experimentos que incluyen simulaciones de los procesos que se pretenden estudiar o hay programas de simulación que incluyen módulos de contenidos teóricos sobre los fenómenos que se representan en las simulaciones y permiten realizar actividades de aprendizaje como la resolución de problemas relacionados con tales fenómenos (Pontes, 2001).

Desde hace tiempo se ha tratado también de aplicar lenguajes y técnicas de programación propias de la inteligencia artificial para el diseño de sistemas expertos en educación o sistemas tutoriales inteligentes (Kopec & Thompson, 1992). En los últimos tiempos los avances en el desarrollo de la telemática, la inteligencia artificial y los programas multimedia están convergiendo hacia el diseño de sistemas hipermedia adaptativos (Macias y Castell, 2001) y tutores-asistentes para entornos virtuales de enseñanza (Romero et al., 2002). Estos nuevos programas, que pueden incluirse dentro de la denominación genérica de sistemas adaptativos multimedia, combinan las características clásicas de los tutores inteligentes (módulo de conocimiento experto, modelo de alumno, aprendizaje orientado y autorizado, ...) con las grandes posibilidades de comunicación e interacción que proporcionan los modernos entornos virtuales de carácter multimedia (incorporación de texto, imágenes, sonido, animaciones, simulaciones, navegación por Internet, ...).

En los primeros tiempos de la informática educativa el profesorado interesado en utilizar los ordenadores como recurso educativo no tenía más remedio que utilizar *software* educativo elaborado por otras personas o aprender a desarrollar sus propios programas, utilizando un lenguaje de programación de alto nivel, que requiere unos conocimientos avanzados de informática. Pero desde hace tiempo esta situación ha ido cambiando, porque se han desarrollado sistemas y lenguajes de autor, que facilitan el diseño de unidades didácticas por parte de los profesores interesados en esta temática (Fidalgo, 1992). Mediante un sistema de autor se pueden elaborar lecciones que incluyen diagramas, gráficos, imágenes, textos, cuestiones y permiten realizar la evaluación de las respuestas, mediante la realimentación adecuada. Estas herramientas permiten al profesor mayor libertad en la estructura de los temas, pero también requieren bastante dedicación.

Actualmente los lenguajes y sistemas de autor están evolucionando rápidamente en conexión con el desarrollo de nuevos entornos multimedia que están mejorando notablemente las posibilidades de interacción del alumno con los programas, el acceso a la información y la presentación de contenidos. Al mismo tiempo los avances en la investigación sobre sistemas tutoriales inteligentes y sistemas adaptativos multimedia han dado lugar al desarrollo de sistemas de autor inteligentes, que permiten al profesorado diseñar cursos adaptativos e interactivos para todas las materias y que pueden ubicarse en Internet.

... los avances en la investigación sobre sistemas tutoriales inteligentes y sistemas adaptativos multimedia han dado lugar al desarrollo de sistemas de autor inteligentes, que permiten al profesorado diseñar cursos adaptativos e interactivos.

3.4. Laboratorio asistido por ordenador

Una de las aplicaciones informáticas que está teniendo cada vez más aplicación en la formación de estudiantes de ciencias e ingeniería es el llamado Laboratorio Asistido por Ordenador (LAO), que implica un tipo de utilización didáctica diferente a las que se han analizado anteriormente (Cortel, 1999). Desde hace tiempo se ha constatado que el ordenador puede utilizarse en el laboratorio como sistema de control de sensores físicos y de adquisición de datos, en aquellos experimentos en los que se necesitan un gran número de éstos, pudiendo ser procesados además con programas del propio ordenador (Collins & Greensalde, 1989).

En los últimos años ha tenido lugar un desarrollo importante de los sistemas informatizados para la adquisición y tratamiento de datos experimentales, así como para el control de aparatos e instrumentos, porque se han desarrollado equipos potentes y asequibles, que han permitido la incorporación inmediata de estos sistemas al ámbito industrial y científico-tecnológico. Paralelamente, también han aparecido equipos experimentales dirigidos a la enseñanza de carácter científico o técnico que, en los países de nuestro entorno, han pasado a formar parte del catálogo de instrumentos de laboratorio. En estos países, los principales fabricantes de material experimental han desarrollado sistemas de adquisición de datos que ya forman parte de los equipamientos habituales de algunos centros educativos.

En España se han desarrollado varios equipos de adquisición y tratamiento de datos, algunos de ellos bajo el patrocinio de las distintas administraciones educativas, tales como el equipo SADEX o los diversos equipos EXAO (Cortel, 1999). Los otros equipos en el mercado son de fabricantes extranjeros, comercializados a través de los representantes correspondientes en nuestro país. Al mismo tiempo que avanza el desarrollo de sensores e instrumentos de medida y de programas de ordenador que permiten controlar el proceso experimental, se están desarrollando nuevos materiales didácticos relacionados con el diseño de experiencias asistidas o controladas por el ordenador, de tal forma que las herramientas de laboratorio asistido por ordenador constituyen un área de trabajo cada vez más importante, dentro de las aplicaciones de la informática educativa en la formación científica y tecnológica de los estudiantes de ingeniería. Sobre este tema hemos desarrollado un programa de simulación que ayuda a nuestros alumnos a aprender

... el ordenador puede utilizarse en el laboratorio como sistema de control de sensores físicos y de adquisición de datos.

a manejar un sistema computacional de adquisición de datos para la realización de experiencias de física (Pontes et al., 2003). En la actualidad estamos llevando a cabo un proyecto de innovación educativa, con el apoyo de la Unidad de Calidad de la Universidad de Córdoba, que está relacionado con la utilización didáctica de dicho programa y cuyos resultados se mostrarán en un trabajo posterior.

4. PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO

En los congresos universitarios sobre innovación educativa en las enseñanzas técnicas de los últimos años (Pontes, et al., 2003; Pontes et al., 2004), se ha puesto de manifiesto un problema importante de la informática educativa para la enseñanza de la ingeniería. El problema es que se desarrollan muchos programas instruccionales para la enseñanza de la ciencia y la tecnología pero, en términos relativos, son pocos los profesores que los utilizan de forma habitual (excepto los autores de los mismos), de modo que muchos de estos programas quedan obsoletos o anticuados sin llegar a aplicarse de forma generalizada en contextos educativos reales y sin evaluar su posible utilidad didáctica.

Este problema puede deberse al hecho de que la mayoría de estos programas están diseñados en lenguajes de programación de alto nivel y se proporcionan como instrumentos cerrados, que el usuario puede ejecutar siguiendo una serie de instrucciones o pasos determinados. En principio, el profesor puede utilizar tales programas sin poseer conocimientos específicos del lenguaje de programación, pero no puede modificar su estructura ni sus contenidos. Tampoco puede diseñar actividades de aprendizaje, aunque en algunos casos se dispone de libertad para seleccionar algunas de las tareas que están disponibles en el programa. Por tanto, si un profesor quiere disponer de un *software* que se adapte del todo a sus necesidades o a sus intenciones educativas parece que la única solución consiste en conocer bien un lenguaje de programación para elaborar sus propios programas o para introducir modificaciones en los programas existentes. Pero esta tarea no es fácil de llevar a cabo por parte de un sólo profesor y hay que hacerla en equipo, con el inconveniente añadido de que la producción de programas es un proceso

... se desarrollan muchos programas instruccionales para la enseñanza de la ciencia y la tecnología pero, en términos relativos, son pocos los profesores que los utilizan de forma habitual.

lento y que los programas informáticos tienden a quedar anticuados en poco tiempo.

En los últimos tiempos esta situación está cambiando, porque a través de Internet se puede encontrar una extensa y variada cantidad de recursos educativos para todas las materias y se están desarrollando sistemas informáticos que facilitan la labor a los profesores interesados en elaborar sus propios materiales y ubicarlos fácilmente en la página Web de su universidad o de su departamento. Sin embargo, el principal problema de la informática educativa en las enseñanzas técnicas no es la falta de *software*, o la escasa utilización docente del mismo, sino la ausencia de fundamentación didáctica existente en muchas de las aplicaciones informáticas (Vaquero, 1992; Esquembre et al., 2004). Durante mucho tiempo la enseñanza asistida por ordenador se ha considerado como una forma de enseñanza programada (cada vez más sofisticada), que ha estado ligada al paradigma psicopedagógico conductista, por lo que se ha prestado poca atención a los procesos cognitivos del sujeto que aprende.

En esta perspectiva didáctica, que todavía sigue vigente en buena parte de los programas instruccionales, el ordenador se utiliza esencialmente como transmisor de contenidos didácticos, sustituyendo al profesor y al libro de texto como medios de información, de tal modo que el programa de ordenador controla la presentación de información y el desarrollo de las actividades de instrucción, pero la interacción del alumno con el programa puede quedar restringida a la recepción de conocimientos elaborados y a la utilización de esa información en tareas de evaluación del conocimiento adquirido. Pero una cuestión importante a tener en cuenta es si la utilización actual de *software* educativo en las enseñanzas técnicas responde a la búsqueda de soluciones para los problemas planteados en el campo de la investigación didáctica. Profundizando en esta temática, habría que preguntarse si no es posible que se esté desarrollando actualmente mucho *software* educativo sin que responda realmente a unos objetivos claramente formulados y sin evaluar la influencia de tales instrumentos en el aprendizaje comprensivo y significativo.

En relación con la calidad del aprendizaje de la ciencia y la tecnología hay que recordar que uno de los problemas más relevantes en los últimos tiempos es que en los procesos educativos en los que no se tienen en cuenta los conocimientos previos y las ideas intuitivas de los alumnos en el proceso de aprendizaje se produce, de forma generalizada y persistente, la formación

... principal problema de la informática educativa en las enseñanzas técnicas no es la falta de *software*, o la escasa utilización docente del mismo, sino la ausencia de fundamentación didáctica existente en muchas de las aplicaciones informáticas.

... habría que preguntarse si no es posible que se esté desarrollando actualmente mucho *software* educativo sin que responda realmente a unos objetivos claramente formulados y sin evaluar la influencia de tales instrumentos en el aprendizaje comprensivo y significativo.

de errores conceptuales o concepciones alternativas entre los estudiantes (Driver et al., 1989; Carmichael et al. 1990). Por tanto, uno de los objetivos prioritarios de la educación científico-técnica debería consistir en ayudar a los alumnos a transformar sus ideas intuitivas y preconcepciones en ideas científicas, mediante procesos de cambio conceptual, utilizando todo tipo de recursos educativos, incluidos los programas de ordenador (Hewson, 1990).

En este contexto teórico intentamos situar nuestra aportación al debate teórico y al desarrollo de materiales didácticos de enseñanza de la física asistida por ordenador, comenzando por llamar la atención acerca de la necesidad de establecer una serie de objetivos y criterios prioritarios, que orienten el diseño y la aplicación didáctica del *software* educativo. El punto fundamental de nuestra propuesta es que en todo momento debemos fomentar un aprendizaje significativo y reflexivo de la ciencia y de la tecnología (Pontes, 1999). La significatividad del aprendizaje, como alternativa al aprendizaje memorístico y superficial, es una característica del tipo de conocimiento adquirido por los alumnos que todo el mundo acepta como deseable, pero el principal problema consiste en la forma de conseguir que el aprendizaje de la ciencia sea comprensivo y significativo, ya que en el aspecto metodológico las cosas no están tan claras.

Por otra parte, el carácter reflexivo del aprendizaje no se refiere al producto final obtenido, sino a la naturaleza del proceso a seguir para alcanzar la asimilación y la comprensión adecuada de los conceptos y modelos de la ciencia. La hipótesis fundamental en que nos basamos consiste en considerar la reflexión permanente del sujeto que aprende como instrumento principal para lograr el aprendizaje significativo. La consecuencia principal de este planteamiento, en el plano metodológico, es la necesidad de organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en torno a un conjunto de actividades que permitan al alumno reflexionar en todo momento acerca de la información que recibe y poner en juego sus esquemas conceptuales internos, para lograr una asimilación integradora del nuevo conocimiento.



La forma de llevar estos planteamientos a la práctica educativa consiste en proporcionar a los alumnos las fuentes de información necesarias para adquirir los conocimientos que se pretenden alcanzar y diseñar un conjunto de actividades (cuestiones, problemas experiencias, etc.) que permitan reflexionar al alumno en todo momento acerca de la naturaleza de sus propios conocimientos sobre un tema y de los nuevos conocimientos que va adqui-

El punto fundamental de nuestra propuesta es que en todo momento debemos fomentar un aprendizaje significativo y reflexivo de la ciencia y de la tecnología.

La reflexión sobre las cosas que se aprenden, basada en actividades, puede llevarse a cabo en cualquier momento del proceso educativo y en cualquier circunstancia.

riendo. En definitiva, se trata de fomentar una actitud reflexiva y metacognitiva, de tipo general, que permita al alumno enfrentarse con sus propias fuerzas al abordar cualquier tipo de información. La reflexión sobre las cosas que se aprenden, basada en actividades, puede llevarse a cabo en cualquier momento del proceso educativo y en cualquier circunstancia, de modo que puede aplicarse en la interpretación de fenómenos físicos, en la resolución de problemas, en el desarrollo de trabajos prácticos o también puede llevarse a la práctica en el campo de la enseñanza asistida por ordenador, ya que todas estas situaciones permiten diseñar actividades que obliguen a los estudiantes a reflexionar y cuestionar sus propios conocimientos. Esta metodología educativa, basada en el diseño de actividades, se puede llevar a cabo por cualquier profesor que utilice *software* educativo, tanto si es propio como si se trata de *software* comercial o de recursos disponibles en Internet (Pontes, 2001).

5. CONCRECIÓN DEL ENFOQUE METODOLÓGICO

Nuestro interés por la utilización de programas de ordenador para mejorar la enseñanza universitaria nos ha llevado en el terreno práctico a involucrarnos en el desarrollo de aplicaciones informáticas, tratando de aplicar los planteamientos metodológicos indicados anteriormente en el dominio concreto de la Física. En una primera fase hemos trabajado en la realización de programas para entorno Windows, que se han centrado en algunos aspectos concretos de la actividad educativa tales como tutoriales para el aprendizaje de conceptos, programas de simulación de experimentos y fenómenos, programas de resolución de problemas, y programas de evaluación de conocimientos o de gestión de datos de evaluación (Martínez et al., 1994; Pontes et al., 2003).

Con relación al aprendizaje de conceptos, un aspecto importante en el desarrollo de *software* es que el programa proporcione un acceso rápido y fácil a cualquier tipo de información y que formule actividades sugerentes para que los alumnos reflexionen acerca de lo que aprenden. En muchas materias que forman parte de los planes de estudio de Ingeniería, como la Física, la Química o la electrónica, es necesario incluir cuestiones capaces de originar conflictos cognitivos, que puedan ser superados por el alumno con ayuda del programa y que favorezcan el proceso de cambio conceptual (Hewson, 1990). Este criterio lo hemos tenido en cuenta al diseñar y utilizar un laboratorio virtual de

... es necesario incluir cuestiones capaces de originar conflictos cognitivos, que puedan ser superados por el alumno con ayuda del programa y que favorezcan el proceso de cambio conceptual.

experiencias sobre circuitos eléctricos, ya que el aprendizaje de los conceptos relacionados con la corriente eléctrica presenta importantes dificultades, a consecuencia de las interferencias que producen las ideas alternativas y los razonamientos espontáneos de los estudiantes en este tema (Pontes, 2001).

Para concretar esta propuesta metodológica, hemos diseñado y utilizado un programa guía de actividades que está relacionado con la simulación del sistema físico que se muestra en la figura 2. En este ejemplo el software empleado es el *Laboratorio Virtual sobre Circuitos eléctricos*, que incluye un amplio conjunto de experiencias simuladas y un sistema tutorial para ayudar a mejorar el aprendizaje del tema de electrocinética en primer curso de ingeniería técnica (Pontes et al., 2005). Este programa se está utilizando en el desarrollo de nuestra programación de trabajos prácticos de Física, en la que combinamos la realización de experiencias de laboratorio y experiencias virtuales.

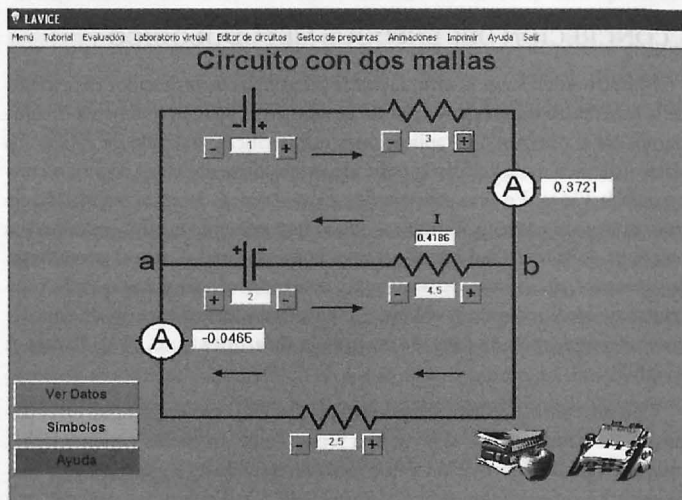


Figura 2.- EJEMPLO DE EXPERIENCIA SIMULADA CON EL PROGRAMA LAVICE (PONTES ET AL., 2005)

ma-guía de actividades que se proporciona a los alumnos en cada sesión de trabajo. Con este tipo de herramientas y con la metodología activa propuesta hemos intentado que los alumnos aprendan a analizar sistemas físicos simulados, que conozcan el papel que desempeñan las variables independientes en la evolución dinámica de cada sistema, que emitan hipótesis sobre los cambios que van a experimentar las variables dependientes, que aprendan a elaborar tablas de datos experimentales y a construir gráficas que muestren la dependencia entre una variable independiente y una variable dependiente.

Los alumnos que utilizan este tipo de recursos didácticos deben sustentar sus predicciones mediante cálculos realizados con papel y lápiz, y comprobarlas con la solución que ofrece el programa de simulación. Posteriormente los alumnos deben presentar un informe escrito del trabajo realizado en cada sesión de trabajo con el ordenador, en el que han de presentar respuesta a las cuestiones del programa-guía de actividades, presentar las tablas de datos y gráficas de cada experiencia, e interpretar los resultados recogidos durante las experiencias virtuales.

Con este tipo de recursos basados en el uso didáctico de las TIC estamos realizando diversos procesos de experimentación educativa, en los que participan diversos grupos de estudiantes de primer curso de Ingeniería Técnica de la Universidad de Córdoba, matriculados en la asignatura troncal de Fundamentos Físicos de la Ingeniería. Uno de los objetivos de la parte práctica de esta asignatura consiste en la utilización y evaluación de laboratorios virtuales o de *software* de simulación en general, que permitan ilustrar el funcionamiento de sistemas físicos y tecnológicos. Los datos obtenidos, tras un primer análisis de los informes elaborados por los alumnos que están participando en esta experiencia, reflejan que el programa de simulación utilizado resulta un instrumento útil para mejorar el aprendizaje del tema de electrocinética. También hemos observado que la utilización del ordenador como instrumento auxiliar para la educación científica y tecnológica favorece la participación activa y el interés de nuestros alumnos por el aprendizaje de la Física.

6. CONCLUSIONES

La gran difusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos de la vida actual y, por tanto, también

En las experiencias virtuales siempre utilizamos como recursos didácticos un *software* de simulación como el citado anteriormente y un programa-guía de actividades que se proporciona a los alumnos en cada sesión de trabajo.

... hemos observado que la utilización del ordenador como instrumento auxiliar para la educación científica y tecnológica favorece la participación activa y el interés de nuestros alumnos por el aprendizaje de la Física.

en la educación, supone para los profesores la necesidad de cambiar muchos aspectos de la educación y, sobre todo, modificar nuestra manera de enseñar, con objeto de que los estudiantes universitarios de carreras científico-técnicas lleguen a familiarizarse con estas herramientas, que con toda seguridad formarán parte de su futuro profesional. Por ello, en este trabajo hemos tratado de analizar las posibles aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el campo de la educación científica y tecnológica, abordando el tratamiento de una serie de cuestiones que nos parecen fundamentales para poder avanzar en el desarrollo y mejora simultánea de la enseñanza universitaria y de la informática educativa.

En concreto, se han analizado las funciones educativas que se pueden desarrollar en la enseñanza científico-técnica mediante el uso de ordenadores, los diferentes tipos de recursos informáticos que pueden ser utilizados por el profesorado de esta área y las posibles formas de utilizar tales medios en los procesos de enseñanza y aprendizaje, haciendo especial hincapié en la necesidad de adoptar una metodología basada en actividades programadas por el profesor que resulte adecuada para transformar los recursos informáticos en instrumentos de aprendizaje reflexivo y significativo. Como síntesis de dicha propuesta metodológica se ha mostrado un ejemplo de utilización de un *software* de simulación sobre circuitos eléctricos (Pontes et al., 2005) y se han comentado los primeros resultados cualitativos de una experimentación educativa llevada a cabo con tales recursos. Aunque esta experimentación educativa corresponde al dominio concreto de la enseñanza de la Física, el método propuesto también puede trasladarse a otras materias científicas y tecnológicas en las que el alumno pueda realizar tareas de aprendizaje activo con ayuda de herramientas multimedia.

... la necesidad de adoptar una metodología basada en actividades programadas por el profesor que resulte adecuada para transformar los recursos informáticos en instrumentos de aprendizaje reflexivo y significativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDALORO, C. et al. (1991). *Modelling in Physics Teaching: The Role of Computer Simulation*. *International Journal of Science Education*, 13(3), pp.243-254.
- BEDFORD, A. y FOWLER., W. (1996). *Estática y Dinámica. Simulaciones interactivas*. Buenos Aires: Addison-Wesley.
- CARMICHAEL, P. et al. (1990). *Research on students' conceptions in science: a bibliography*. University of Leeds.

- COLLINS, P.J. & GREENSALDE, T.B. (1989). Using the Computer as a Laboratory Instrument. *The Physics Teacher*, 76, pp.21-29.
- CORTEL, A. (1999). Utilización de la informática en el laboratorio. *Alambique*, 19, pp. 77-87.
- DRIVER, R., et al., (1989). *Ideas científicas en la Infancia y la adolescencia*, Madrid: Morata.
- ESQUEMBRE, F., et al. (2004). *Fislets : Enseñanza de la Física con Material Interactivo*. Madrid: Pearson - Prentice Hall.
- FIDALGO, A. (1992). La informática educativa de hoy a mañana. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 7, pp.11-17.
- GIL, S. y RODRÍGUEZ, E. (2001). *Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*. Buenos Aires: Prentice Hall - Pearson.
- HEWSON, P.W. (1990). La enseñanza de fuerza y movimiento como cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 157-171.
- KOPEC, D. & THOMPSON, R.B. (1992). *Artificial Intelligence and Intelligent Tutoring Systems*. New York: Ellis Horwood.
- LELOUCHE, R. (1998). How education can benefit from computer: A critical review. *Proceedings of IV International Conference CALISCE'98*. Donostia.
- LI, H. (1998). Information-Technology-Based Tools for Reengineering Construction Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 6 (1), pp.15-21.
- LONG, R.R. (1991). Review of Articles on Information Technology in School Science. *School Science Review*, 262, pp. 146-150.
- MACIAS, J.A. & CASTELL, P. (2001). An Authoring Tool for Building adaptive Learning Guidance Systems on the Web. *Lecture Notes in Computer Science: Active Media Technology*. Heidelberg: Springer-Verlag,
- MARTINEZ, M.P., LEON, J. y PONTES, A. (1994). Simulación mediante ordenador de movimientos bidimensionales en medios resistentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), pp.30-38.
- MARTINEZ, M.P., PONTES, A., CLIMENT, M.S. y POLO, J. (2003). Learning in Chemistry with Virtual Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 80(3), pp.346-353.
- PONTES, A. (1999). Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 19, pp. 53-64.



- PONTES, A. (2001). Nuevas formas de aprender Física con Internet: una experiencia educativa sobre aprendizaje de conceptos y procesos científicos. *Alambique*, 29, pp. 84-94.
- PONTES, A., LEÓN, J., MARTÍNEZ, M.P. y CLIMENT, M.S. (2003). El uso del ordenador como instrumento para enseñar a manejar sistemas de adquisición de datos experimentales. *XI Congreso Universitario sobre Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. UPC: Vilanova i la Geltru.
- PONTES, A., MARTÍNEZ, M.P., VILLATORO, F. y LUQUE, D. (2004). Diseño de un laboratorio virtual para el estudio práctico de circuitos con semiconductores y sus aplicaciones en la formación de estudiantes de ingeniería. *XII Congreso Universitario sobre Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. UPC: Barcelona.
- PONTES, A. y MARTÍNEZ, M.P. (2005). Aplicaciones didácticas de un laboratorio virtual sobre circuitos eléctricos. *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Granada.
- ROMERO, C., RÍDER, J.J. y De CASTRO, C. (2002). Tutor-Asistente para Entornos Virtuales de Enseñanza. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 22, pp. 32-39.
- VAQUERO, A. (1992). Fundamentos pedagógicos de la enseñanza asistida por computadora. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 6, pp. 14-24.