

APLICACIONES DIDÁCTICAS DE UN LABORATORIO VIRTUAL SOBRE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

PONTES PEDRAJAS, ALFONSO y MARTÍNEZ JIMÉNEZ, PILAR
Universidad de Córdoba.

Palabras clave: Dificultades de aprendizaje; Circuitos eléctricos; Laboratorio virtual; Cambio conceptual.

OBJETIVOS

- Analizar las dificultades de aprendizaje de los alumnos sobre el tema de los circuitos de corriente eléctrica, como punto de partida para mejorar el proceso de enseñanza.
- Desarrollar un laboratorio virtual sobre circuitos eléctricos para realizar actividades que favorezcan el proceso de cambio conceptual de los alumnos en este tema.

MARCO TEÓRICO

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ofrecen interesantes ventajas para la educación científica que se han descrito en un trabajo anterior (Pontes, 2001). Pero en la mayoría de los programas educativos existentes podemos observar que el software se concibe esencialmente como un medio transmisor de contenidos didácticos, que permite la presentación de información y el desarrollo de las actividades de instrucción, pero la interacción del alumno con el programa queda restringida a la recepción de conocimientos elaborados y a la utilización de esa información en tareas de evaluación del conocimiento adquirido. Se trata, por tanto, de un enfoque educativo relacionado con el modelo de enseñanza transmisiva, en el que no se tiene en cuenta el importante papel que desempeñan las concepciones de los alumnos en los procesos de aprendizaje de la ciencia, no se favorece el desarrollo de procedimientos científicos y no se garantiza la construcción de conocimientos significativos.

Por otra parte, es bien conocido que los métodos de enseñanza que no tienen en cuenta las ideas de los alumnos en el proceso de aprendizaje de las ciencias producen un amplio número de concepciones alternativas, que persisten como errores conceptuales entre los estudiantes de todos los niveles. Este hecho es muy frecuente en la mayoría de los temas del currículo de física y es particularmente relevante en el tema de los circuitos de corriente eléctrica (Pontes y Pro, 2001). Por tanto, un objetivo importante de la enseñanza debe consistir en ayudar a los alumnos a transformar sus concepciones en ideas científicas, mediante procesos de cambio conceptual y metodológico (Gil et al., 1991). Por ello, desde hace unos años se están desarrollando programas de ordenador basados en el modelo de cambio conceptual, en los que se concede importancia al papel que desempeñan las ideas de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, adoptando planteamientos didácticos próximos al enfoque constructivista sobre el aprendizaje de las ciencias (Windschitl & Andre, 1998).

Por nuestra parte hemos realizado diversos trabajos en esta línea, partiendo de la base de que la informática educativa puede ayudar a mejorar la calidad de la enseñanza de la física cuando se utiliza software ade-

cuando y, sobre todo, cuando se aplican propuestas metodológicas que favorezcan el aprendizaje activo y reflexivo (Pontes, 2001). Estas propuestas se basan en la idea de que los alumnos deben ser protagonistas de su propio aprendizaje, pero es el profesor el que debe utilizar las estrategias y los recursos adecuados para conseguir que los alumnos participen como sujetos activos en ese proceso. Entre tales recursos se encuentra el software y el programa-guía de actividades elaborado por el profesor para orientar el trabajo de los alumnos cuando utilizan un programa de ordenador.

DESARROLLO DEL TEMA

Los planteamientos didácticos expuestos anteriormente nos han llevado a interesarnos por la utilización y diseño de programas de ordenador que favorezcan la construcción significativa de conceptos físicos, en aquellos temas donde las concepciones alternativas de los alumnos son bastante consistentes, como es el caso de los circuitos de corriente eléctrica (Pontes y Pro, 2001), ya que en este tema los programas de ordenador de corte tradicional no han ayudado a conseguir el cambio conceptual adecuado (Gómez Crespo, 1994). En torno a esta temática, estamos elaborando un proyecto de trabajo, en el que se integran los avances en la didáctica de la física con la aplicación de las nuevas tecnologías de la información en la educación científica.

En lo que respecta al tema de los circuitos eléctricos este proyecto se concreta en el desarrollo de los siguientes procesos. En primer lugar ha sido necesario realizar un estudio bibliográfico y empírico de los conocimientos previos y dificultades de aprendizaje de nuestros alumnos de primer curso de Ingeniería Técnica en los temas de electricidad. En segundo lugar hemos desarrollado diversos programas de software sobre electrocinética y hemos diseñando, para cada software, un programa-guía de actividades que ayude a los alumnos a realizar un proceso de aprendizaje reflexivo durante la interacción con el ordenador. En la etapa final estamos tratando de evaluar la influencia de los recursos informáticos utilizados y de la metodología empleada en el proceso de cambio conceptual de nuestros alumnos en torno a los circuitos de corriente eléctrica.

Los resultados de la primera etapa del proyecto coinciden bastante con los obtenidos en otros trabajos previos sobre dificultades de los alumnos en electrocinética (Pontes, 2001; Pontes y Pro, 2001) y los vamos a omitir, de modo que en este trabajo nos vamos a centrar en describir las características de una aplicación informática sobre el tema específico de los circuitos eléctricos de corriente continua, que hemos desarrollado y que hemos utilizado como herramienta útil para el aprendizaje de este tema en primer curso de universidad. La primera versión de este programa se denomina Laboratorio Virtual sobre Circuitos Eléctricos (Lavice) y se ha realizado como aplicación ejecutable en el entorno Windows, aunque en la actualidad se está realizando una segunda versión que podrá utilizarse directamente desde Internet.

Desde el punto de vista educativo, la principal utilidad de la herramienta propuesta (en comparación con otros métodos y otros recursos de enseñanza) es que permite acceder a la simulación de los fenómenos estudiados y se pueden realizar experimentos virtuales con cierto grado de realismo, de modo que el estudiante pueda modificar las variables independientes o las condiciones iniciales y pueda analizar los cambios que se producen en los sistemas. Desde el punto de vista de su implementación informática el programa Lavice presenta una estructura modular que permite acceder de forma independiente a cada una de las siguientes siguientes secciones: Tutorial interactivo de conceptos, Animaciones o simulaciones dinámicas de fenómenos, Laboratorio virtual de simulación de experiencias, Editor de circuitos eléctricos para la resolución de problemas, Autoevaluación de conocimientos, Gestor de actividades diseñadas por el profesor y Ayuda interactiva. A continuación, se explican brevemente las funciones que desempeñan cada uno de los módulos citados anteriormente.

El módulo *Tutorial* es un hipertexto donde se desarrollan los contenidos del tema de circuitos eléctricos en régimen permanente. Aquí se presentan de forma clara y concisa, con ayuda de dibujos y esquemas, los conceptos básicos del tema, las leyes fundamentales y los procedimientos más conocidos que se utilizan en

el análisis práctico de circuitos de corriente continua. Tales contenidos se exponen con un nivel de formulación conceptual que pueda ser comprendido por alumnos de los últimos cursos de bachillerato y de primer curso de universidad.

El módulo de *Animaciones* incluye una serie de fenómenos eléctricos simulados que facilitan al alumno la comprensión de los mismos, de forma visual y más atractiva que en los libros de texto. A este módulo se puede acceder desde el menú principal o desde el tutorial, mediante botones de enlace ligados a la naturaleza de los conceptos relacionados con cada fenómeno. También se le puede presentar al alumno una serie de preguntas relativas a la animación que está visualizando. Estas preguntas las gestiona el profesor en el módulo *Gestor de tareas* que se explica posteriormente.

El módulo denominado *Laboratorio Virtual de circuitos interactivos* incluye una serie de montajes experimentales simulados que tienen el objetivo de ayudar a los alumnos a adquirir conocimientos de carácter procedimental y a comprender mejor la naturaleza de las relaciones de tipo cuantitativo que existen entre las variables de un circuito eléctrico. A diferencia del módulo anterior, donde resaltan los aspectos dinámicos y visuales de los fenómenos eléctricos, en este caso las simulaciones incluyen instrumentos de medida (amperímetros, voltímetros, etc), que permiten mostrar de forma interactiva e instantánea los cambios que se producen en diversas magnitudes del circuito, al modificar una variable cualquiera del mismo. También se le puede presentar al alumno una serie de preguntas relativas al laboratorio virtual que está visualizando. Estas preguntas las gestiona el profesor en el módulo *Gestor de preguntas*. En la figura 1 se muestra un ejemplo de circuito interactivo incluido en el laboratorio virtual.

En el módulo *Editor de Circuitos* el usuario tiene la posibilidad de diseñar circuitos eléctricos de corriente continua, mediante un panel de montajes (en forma de red de nudos y líneas de conexión) y una caja de herramientas en la que se dispone de un conjunto de iconos que simbolizan a los posibles elementos de un circuito (generadores, resistores, cables de conexión, etc). Los circuitos se construyen arrastrando los iconos de los diversos elementos hasta la posición que deben ocupar en el panel de montajes e introduciendo valores en las magnitudes características de tales elementos (tensiones, resistencias, ...). El sistema informático permite realizar un análisis cuantitativo del circuito diseñado por el usuario y presentar los datos de salida correspondientes.

En el módulo de *Autoevaluación* el alumno puede abrir un menú que le permite acceder a un test de conocimientos previos (Evaluación inicial) o a una prueba de examen de conocimientos adquiridos tras el pro-

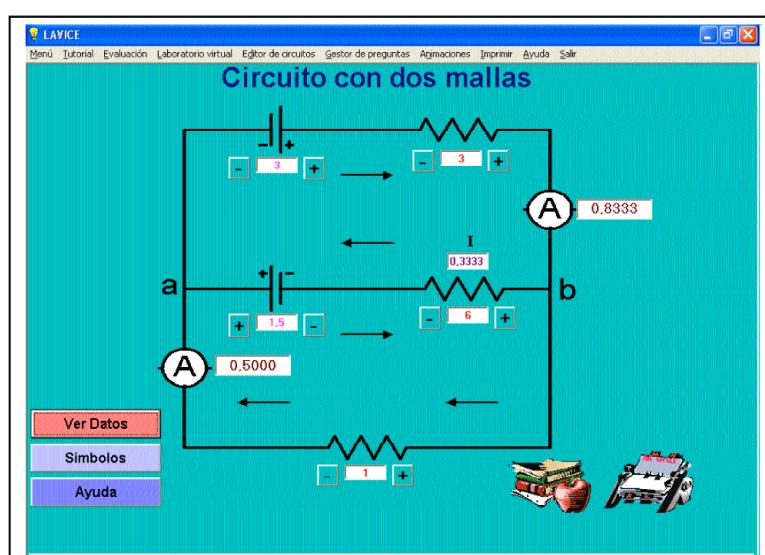


FIGURA 1
Modelo de ventana del laboratorio virtual

ceso de aprendizaje seguido con ayuda del tutorial (Evaluación final). De esta forma el usuario puede recibir un diagnóstico inicial de sus deficiencias de aprendizaje antes de comenzar el estudio del tema asistido por ordenador o puede comprobar el nivel de conocimientos adquiridos durante la fase de estudio, de una manera interactiva y en cualquier momento del proceso de aprendizaje. Las cuestiones o ejercicios que integran el módulo de autoevaluación son preguntas de opción múltiple con una respuesta correcta y un conjunto de distractores. El usuario podrá hacer uso de una calculadora para realizar los cálculos relacionados con ejercicios o cuestiones de carácter cuantitativo.

Al módulo denominado *Gestor de Actividades* sólo puede acceder el profesor mediante una clave personal o contraseña, que no está disponible para los alumnos. De esta forma el profesor podrá diseñar, modificar y eliminar las preguntas correspondientes a la evaluación de los conocimientos relacionados con los contenidos desarrollados en el tutorial. Estas preguntas se dividen en dos categorías: (1) *Actividades de la evaluación inicial*, que son cuestiones de opción múltiple en las que se pretende evaluar el conocimiento previo de los alumnos acerca de los conceptos básicos del tema y se incluyen en una base de datos, de la que el sistema puede seleccionar un conjunto aleatorio de diez preguntas; (2) *Actividades de evaluación intermedia o final*, que son preguntas de opción múltiple, correspondientes a cuestiones de tipo teórico o ejercicios de tipo práctico, diseñadas por el profesor para determinar si el alumno ha adquirido un nivel de comprensión adecuada de los contenidos (conceptuales y procedimentales) del tema.

El módulo de *Ayuda* es un documento hipertexto al que el usuario puede acceder, en cualquier fase de la ejecución del programa para obtener información completa e interactiva sobre la estructura y uso del programa.

Teniendo en cuenta el nivel conceptual de los contenidos incluidos en el tutorial de este software sobre circuitos eléctricos de corriente continua, y dado que las actividades de aprendizaje diseñadas son de carácter básico, creemos que el programa se puede utilizar como instrumento didáctico en bachillerato y en primer curso de universidad. Inicialmente lo hemos utilizado como instrumento complementario de enseñanza con alumnos de primer curso de ingeniería técnica que presentan importantes dificultades de aprendizaje de conceptos en este tema. De hecho hemos realizado una experiencia piloto de aplicación del software, en la que han participado (de forma voluntaria) un conjunto reducido de estudiantes que habían obtenido bajos resultados en una prueba de evaluación posterior a la enseñanza universitaria del tema de circuitos eléctricos. Antes de la utilización del software estos alumnos realizaron un pretest sobre ese tema. Después pudieron trabajar libremente durante varias sesiones de trabajo desarrollando una serie de actividades de análisis de circuitos y elaborando un informe de las tareas realizadas. Al cabo de unos días estos alumnos realizaron un posttest que permitió evaluar la influencia del tratamiento didáctico en el proceso de cambio conceptual. Los primeros resultados obtenidos en esta experiencia no pueden considerarse concluyentes porque la muestra es poco numerosa, pero nos parecen esperanzadores y nos llevan a seguir mejorando este tipo de recursos informáticos aplicados a la enseñanza de la electricidad.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos partido de la necesidad de analizar las concepciones previas y dificultades de aprendizaje de los alumnos sobre el tema de los circuitos de corriente eléctrica, como etapa previa para tratar de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando recursos basados en las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación. En concreto hemos desarrollado un programa informático que incluye un laboratorio virtual y un editor de circuitos donde los alumnos pueden analizar montajes eléctricos simulados, realizando actividades que favorecen la reestructuración de ideas y el proceso de cambio conceptual. Tras realizar una experiencia piloto con este software, cuyos primeros resultados son positivos, vamos a seguir profundizando en esta línea de trabajo mejorando el programa y ampliando la muestra de alumnos que lo utilizan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GIL, D., et al. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GÓMEZ CRESPO, M.A. (1994). Influencia de la enseñanza asistida por ordenador en el rendimiento y las ideas de los alumnos en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp.355-360.
- 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. y PRO, A. (2001). Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética: consecuencias para la enseñanza y la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp.103-122.
- WINDSCHITL, M. y ANDRE, T. (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: the roles of constructivist instruction and student epistemological beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(2), pp.145-160.