



LATIN AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS EDUCATION

www.journal.lapen.org.mx

Volume 4

Number 1

January 2010



A publication sponsored by Research Center on Applied Science and Advanced Technology
of National Polytechnic Institute and the Latin American Physics Education Network



Conducción eléctrica: una experiencia considerando imagen y trabajo colaborativo en la enseñanza



Luisa Ma. Fernández¹, Miguel Cañizares², Lucía Amorós³, José Miguel Zamarro⁴

¹Instituto Superior de Formación y Recursos en Red para el Profesorado, Calle Torrelaguna No.51. Madrid, CP 28027, España.

²Instituto de Educación Secundaria Juan de la Cierva y Codorniu, Totana, CP 30850, Murcia, España.

³Servicio de Voluntariado Europeo, Ardeen Cheshire Home, Shillelagh, Co. Wicklow, Irlanda.

⁴Facultad de Química, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, CP 31100, Murcia, España.

E-mail: lamoros@um.es

(Recibido el 15 de Enero de 2009, aceptado el 20 de Octubre de 2009)

Resumen

Se presenta una experiencia realizada con alumnado del Instituto de Educación Secundaria Juan de la Cierva y Codorniu (Totana, Región de Murcia) en España. Se ha trabajado con multimedia dirigido al estudio del electromagnetismo y la superconductividad. Se ha utilizado el módulo “Conducción eléctrica”. La experiencia evalúa el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre: a) conocimiento que tenía el alumnado sobre el medio informático, b) el medio empleado, c) conocimientos del tema estudiado, d) conductas observables. Los instrumentos de evaluación fueron adaptados de acuerdo al contexto de la experiencia. Resulta muy interesante indicar que se puede acceder al multimedia en <http://online.supercomet.no>.

Palabras clave: Enseñanza de la Física, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

Abstract

This paper shows an experience with pupils of the Secondary School Juan de la Cierva y Codorniu (Totana, Murcia Region) in Spain. It was used multimedia about electromagnetism and superconductivity. It was used the module “Electric Conduction”. Experience assesses teaching-learning process about: a) knowledge of computers, b) the medium, c) knowledge of the unit studied, d) conducts observed. Tools of assessment were adapted to the context of the experience. It is very interesting the multimedia access available in <http://online.supercomet.no>.

Keywords: Physics Education, Technologies of Information and Communication, Teaching-Learning Process.

PACS: 01.40.Fk, 01.40.-d, 01.40. gb, 01.40.Ha, 01.40.E

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La preocupación por la enseñanza de las Ciencias se manifiesta, en particular, dentro de la Física. Desde Europa baste citar la reunión organizada por el CERN en Ginebra en noviembre del 2000 con la colaboración de la Agencia Espacial Europea y el Observatorio Europeo. Esta reunión dio lugar al lanzamiento del programa “Física en Acción” [1]. Una de las actuaciones emprendidas en dicho entorno para mejorar la enseñanza de la Física pasa por contar con financiación. Así, la Comunidad Europea, dentro del programa Leonardo da Vinci, financió el proyecto SUPERCOMET [2], acrónimo que responde a *SUPERConductivity Multimedia Educational Tool*.

SUPERCOMET se inició en diciembre de 2001 y participaron ocho grupos de cuatro países europeos: Italia, Noruega, Eslovenia y Reino Unido. La labor finalizó en junio de 2004 con: a) el desarrollo de un recurso multimedia, en formato electrónico y dirigido al estudio del electromagnetismo y la superconductividad, b) una guía para el profesorado, disponible en PDF y en formato impreso. Ambos recursos fueron editados en cuatro idiomas.

La dificultad del tema elegido es indudable dado el esfuerzo de abstracción que requiere por parte del estudiante. En este sentido, el alumnado debe familiarizarse con los campos electromagnéticos. Su importancia resulta también indudable en un mundo en el que las comunicaciones son parte fundamental de la

sociedad actual y cuya tecnología se nutre de la energía eléctrica, como ya advirtió McLuhan [3].

Para provocar la curiosidad del estudiante se eligió el tema de la superconductividad. El motivo es que la superconductividad involucra aspectos del electromagnetismo siendo viable, con relativo poco esfuerzo económico, llevar a cabo experiencias llamativas con materiales superconductores. Así sucede, por ejemplo, con la levitación magnética, un ejemplo real de cuerpo flotante como pudiera suceder con Harry Potter.

Con estos presupuestos se desarrolló un multimedia en el que las animaciones son el elemento central de cada página, con una presentación clara y atractiva de cada experiencia acompañada de vídeos si así lo requería el tema.

Como se aprecia en [4, 5, 6, 7] este proyecto ha tenido su continuidad en SUPERCOMET 2. Dio comienzo en el año 2004 y finalizó en el 2007. Del mismo modo, ha sido financiado por el programa Leonardo da Vinci. En esta segunda parte el acento se encuentra en la mejora, evaluación y traducción de los recursos a nuevos idiomas. Dentro de SUPERCOMET 2 han participado cuarenta grupos de quince países. De estos grupos, veinticuatro tienen que ver con centros de enseñanza secundaria desde donde se realizan pruebas con los materiales desarrollados, como así sucede en el trabajo que se presenta a continuación.

II. EVALUACIÓN

La definición de evaluación si atendemos a su trayectoria en el campo de las ciencias sociales, podría ser tratada en función de las aportaciones que especialmente en el siglo veinte y a partir de los años sesenta marcan una trayectoria más definida académicamente. No obstante, [8] ubica experiencias de evaluación educativa en China hacia el año 2200 a.C. y [9] reconoce la aparición de modelos evaluativos a mediados del siglo XIX.

Coincidiendo con Pérez Gómez [10] la evaluación es uno de los conceptos didácticos que más ha sufrido en nuestro contexto académico y cultural los rigores de la estrechez positivista. Sin embargo, con el tiempo y al compás de cambios sociales y políticos [11] el término ha evolucionado ampliándose su significado y haciéndose más profundo.

Si bien sería conveniente, en este momento no vamos a tratar ni la evolución histórica de la investigación evaluativa, ni la exposición de los modelos evaluativos usuales dentro de la didáctica en sí mismos, por escaparnos demasiado del objeto de este trabajo.

Atendiendo a la evaluación de medios en concreto, se coincide con [12] en la concepción del término como proceso que supone, de un lado, la adquisición de información, y de otro, la valoración de dicha información con el fin de emitir un juicio de mérito o valor respecto a las características del medio de enseñanza objeto de estudio. En tanto que medios, Martínez [13] expone las fases del proceso tecnológico interesante en este punto por

el reconocimiento de la complejidad del proceso así como de la asunción de la evaluación.

En [14, 15, 16, 17] se considera que la evaluación de medios en la enseñanza debe tener en cuenta criterios que formen parte de la planificación curricular propia del centro educativo y del programa educativo que éste contiene.

Crook afirma [16], tras un estudio y análisis basado en la integración informática en las aulas anglosajonas efectuado entre la década de los ochenta y la década de los noventa, que “la evaluación tiene sentido cuando estamos de acuerdo en nuestros objetivos generales [...]” de tal forma que “sin un análisis preliminar del tipo de ambiente educativo que pretendamos experimenten nuestros alumnos, es difícil que las evaluaciones formales de determinados trabajos informatizados tengan mucha influencia”. Para [17] carece de sentido la evaluación de materiales curriculares si esta se lleva a cabo desintegrada del resto de componentes curriculares: profesores, alumnado, contenidos y contexto.

De Pablos [15] al que también se refiere Prendes [18] considera que la evaluación de medios exige dos niveles de análisis: a) plantear el origen epistemológico de la investigación evaluativa (‘estructura de racionalidad’ en [19]) y que viene determinado por el posicionamiento paradigmático del evaluador y b) los factores sobre el tipo de medio de enseñanza.

Atendiendo a las aplicaciones informáticas dentro de contextos educativos, e incluyase el multimedia dentro de ellos, [20] utiliza el término valoración (*assessment*) para describir procesos que implican selección de programas, revisión y evaluación, o bien, para identificar al proceso que conlleva todas estas operaciones.

III. EXPERIENCIA, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los alumnos de 1º de Bachiller trabajaron sobre la conducción eléctrica utilizando multimedia. El alumnado disponía de una guía detallada de las actividades y se llevó a cabo una sesión de prácticas de laboratorio sobre temas relacionados. Las prácticas se llevaron a cabo en medio de las sesiones con el multimedia.

A. El multimedia

El multimedia tiene como objetivo ayudar en el proceso de enseñanza del electromagnetismo. El recurso ha sido diseñado como una aplicación de ordenador que combina gráficos, simulación por animación, texto y navegación, con el fin de hacer más interesantes y accesibles partes concretas del currículo de Física del último tramo de la Enseñanza Secundaria y del Bachillerato.

Si bien con anterioridad ya se trabajó el concepto multimedia e hipermedia [21], conviene detenerse en el porqué resulta de interés en contextos de enseñanza. Así, [22] el multimedia en la enseñanza integra el conocimiento. Lo hace gracias a la información que se

ofrece almacenada en pequeños paquetes [23, 24, 25]. Para [22, 23] la información se ofrece a través de una estructura jerárquica de enlaces, se hace posible la navegación de un modo coherente [26] y se accede a la información en cualquier formato [24, 25].

Una aplicación multimedia se caracteriza además, por la conexión en tanto que los enlaces [22], paquetes [23] o puntos de información [27, 28, 29] actúan como elementos interconectados. Otra de sus características es que una aplicación multimedia se trata como elemento basado en el ordenador, ya sea bajo un soporte físico, ya sea bajo soporte virtual como indica [23] al hacer referencia al multimedia distribuido o hipermedia. En la tabla I, se exponen estas características de acuerdo a los trabajos mencionados, incidiendo en el procesamiento de la información y su organización.

En este sentido, el multimedia utilizado ofrece un nivel de complejidad de la información variable, siguiendo a [23, 24, 25], donde existe la posibilidad de ser explorado [30]. Se identifica que el modo de presentar la información se asemeja al modelo de procesamiento de información de la mente humana [24, 25], favoreciendo la posibilidad de contenidos transversales y la oferta de contenido dinámico en la línea que expuso [31].

El multimedia contiene cinco módulos con utilidades para la navegación, la enseñanza y la transmisión de información. Los módulos son: 1) Magnetismo, 2) Inducción electromagnética, 3) Conducción eléctrica, 4) Introducción a la superconductividad, 5) Historia de la superconductividad.

TABLA I. Características del multimedia en la enseñanza.

Basado en ele ordenador	
Soporte: Físico o por redes de ordenadores	
Multimedia	
Información: Organización	No lineal
	Natural: Similitud con le funcionamiento de la mente humana
	Enlaces: estructura jerárquica
	Paquetes: interconexión
Interactividad	
Integración del conocimiento	
Complejidad: varios niveles	
Exploración	
Transversalidad	
Dinamicidad	

Típicamente, cada pantalla del multimedia consta de una animación (figura 1).

La presentación ocupa la mayor parte de la pantalla, resultando clara y atractiva. Dispone de controles situados en la parte inferior izquierda que permiten al usuario interactuar con la animación y realizar diversas experiencias. En algunos casos se puede interactuar

actuando con el puntero del ratón sobre la animación. En la parte derecha de la pantalla un texto orienta y/o explica el tema bajo estudio y trata de motivar al estudiante con algunas cuestiones.

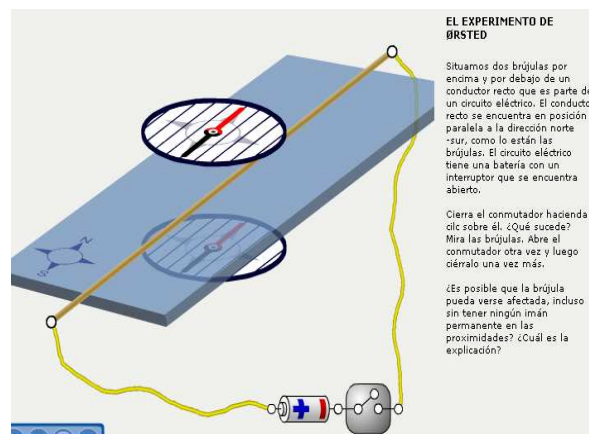


FIGURA 1. Interfaz típico del multimedia. A la derecha se ofrece un texto breve explicando el experimento. Los párrafos son cortos. A la izquierda se ofrece la simulación junto a un menú para su funcionamiento (izquierda inferior).

En la parte superior derecha aparece el título del módulo en el que se está trabajando y un menú desplegable (figura 2). Desde el menú desplegable se accede a algunas utilidades como “ayuda”, un “glosario” sobre los términos más importantes, las respuestas a las preguntas más frecuentes, una guía de recursos y una guía para el profesor.

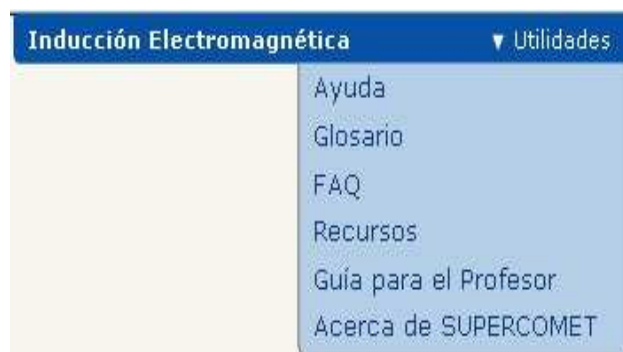


FIGURA 2. Menú con utilidades. Con el menú de utilidades se accede a la “ayuda”, al “glosario” de términos más importantes sobre el capítulo, a las respuestas sobre preguntas más frecuentes, a la guía de recursos y a una guía para el profesor.

B. Conducción eléctrica

Con el grupo de alumnos se ha utilizado el módulo 3 del multimedia: “Conducción eléctrica”. Este módulo consta de 31 animaciones. Del trabajo de los estudiantes con dicho módulo cabe esperar que estos sean capaces de: a)

Familiarizarse con el concepto de corriente eléctrica, b) Utilizar adecuadamente los términos: conductor, semiconductor, aislante, resistencia, resistividad, conductividad, sección transversal, c) Identificar y representar mediante esquemas circuitos sencillos de corriente.

Además, los estudiantes deben describir: a) La relación entre la energía cinética de la red (temperatura del material) y la resistencia, b) Las diferencias entre corriente continua y alterna en términos de portadores de cargas y el campo eléctrico, c) Las relaciones entre voltaje, corriente y resistencia (ley de Ohm), d) Las relaciones entre resistencia, sección transversal, longitud y resistividad del material.

El módulo multimedia comienza introduciendo el concepto de corriente eléctrica. Para ello utiliza animaciones en las que se muestra el modelo de partículas portadoras de corriente como gases ideales. La animación ha sido considerada por dos razones: a) por el hecho de trabajar con imagen, y b) por la posibilidad que ofrece favoreciendo el trabajo colaborativo.

C. Descripción

La experiencia se ha llevado a cabo con el grupo de primer curso de Física de Bachillerato Internacional del I.E.S. Juan de la Cierva y Codorniu de Totana, Murcia.

Para la muestra de alumnos se ha considerado el número y su género, la clase social, la motivación académica del grupo y las calificaciones finales obtenidas. Se ha trabajado con 11 alumnos, todos varones y de clase social media. La motivación académica es algo superior a la media de alumnos de su edad, ya que voluntariamente están cursando el currículo del Bachillerato Internacional, que es de mayor exigencia que el de Bachillerato del plan de estudios español. La media de calificaciones finales en la asignatura de Física de estos 11 alumnos ha sido de 6,5 puntos. Tan sólo 3 de ellos han obtenido calificaciones inferiores a 5 puntos.

D. Diseño

La experiencia ha sido realizada a partir de la unidad didáctica sobre conducción eléctrica [4] utilizando el multimedia SUPERCOMET. Tomando el trabajo de [21] los instrumentos de evaluación se adaptaron de acuerdo a las características del contexto. Estos instrumentos son: a) Cuestionario de actitudes y conocimiento acerca del medio informático, b) Cuestionario de evaluación previo de conocimientos sobre el tema a estudiar, "Conducción", c) Trabajo del alumnado con el multimedia, d) Registro de conductas observables, e) Cuestionario de evaluación posterior de conocimientos sobre el tema estudiado, f) Cuestionario de evaluación del multimedia SUPERCOMET por parte del alumnado. Los instrumentos de recogida de información se aplicaron conforme al cronograma de la tabla II.

TABLA II. Cronograma de la experiencia. La evaluación se llevó a cabo en dos semanas, dedicando una sesión a la evaluación de actitudes y conocimientos sobre el medio informático (ordenador como *hardware* y *software*), dos sesiones para la evaluación de los contenidos y una jornada en dos sesiones para la observación. El último día se destinó a la evaluación del recurso por los alumnos.

DÍAS CLASE	INSTRUMENTOS	ESTUDIO CON MULTIMEDIA
martes 16	Cuestionario: Evaluación de actitudes y conocimiento acerca del medio informático	
miércoles 17	Cuestionario: Evaluación de contenidos (pretest)	
jueves 18		●
viernes 19	Observación: REGICOB	●
viernes 19	Observación: REGICOB	●
martes 23		●
miércoles 24		●
jueves 25	Cuestionario: Evaluación de contenidos (postest)	
viernes 26	Cuestionario: Evaluación del multimedia por alumnos	

E. Actitudes del alumnado hacia el medio informático

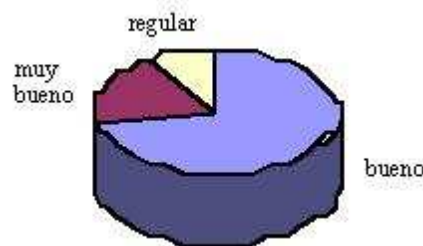


FIGURA 3. Dominio del ordenador como herramienta de trabajo.

La mayor parte del alumnado tiene una buena predisposición a utilizar el ordenador, ya que consideran que es muy útil y bastante eficaz. Todos disponen de ordenador en casa, la gran mayoría lo utiliza diariamente y los que no, frecuentemente.

La utilidad que le dan es sobre todo para jugar, hacer sus trabajos y estudiar. Otras tareas para lo que lo usan son: chat, mensajería instantánea (Messenger), escuchar música, ver DVD y navegar por Internet. La utilidad podría estar relacionada por el hecho de que la mayoría de los alumnos han recibido formación en informática, formación que casi todos los que la han recibido la califican como buena. Se ve claramente en la figura 2 y

que la mayor parte de los alumnos considera que puede manejar el ordenador sin problemas y un menor número manifiesta tener un buen dominio de su manejo, tan sólo un alumno afirma tener algunas dificultades al respecto.

Acerca del conocimiento que se tiene del medio informático, todos los alumnos indican conocer el procesador de texto, las hojas de cálculo, los programas de dibujo y los videojuegos. En cambio, las herramientas que más se desconocen son las bases de datos, los programas de simulaciones, los tutoriales, los hipertextos y los multimedia. Si bien son frecuentes los multimedia en la población joven, los estudiantes no los identifican como tales (figura 4) ya que la mayor parte de los encuestados indican que no conocen nada sobre multimedia.

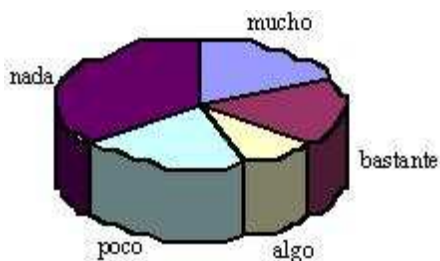


FIGURA 4. Conocimiento sobre multimedia.

El mayor nivel de conocimientos que los alumnos reconocen tener recae en el procesador de textos. Posteriormente, de más a menos conocimiento, se encuentra la hoja de cálculo y el hipertexto. Lo que menos conocen son las bases de datos y las herramientas de dibujo.

F. Estudio con multimedia

Se impartió la unidad didáctica de conducción, para lo cual se elaboró un cuaderno-guía de actividades. Los alumnos tenían que realizar las actividades a la vez que navegaban por el módulo multimedia. El proceso de enseñanza-aprendizaje duró cinco sesiones de clase, en el que se pretendía que el aprendizaje fuese lo más autónomo posible, de forma que los alumnos realizaran las actividades del cuaderno-guía basándose en la observación y manipulación de las simulaciones y en la lectura del texto que las apoya. No obstante, en determinadas cuestiones, el profesor expuso información adicional.

G. Registro de conductas observables

La observación se llevó a cabo en dos sesiones de clase. De ellas resultó que los alumnos apenas preguntaron al profesor y a los compañeros sobre el ordenador, y poco sobre el multimedia y las actividades. Todos utilizaron desde el principio el cuaderno guía y tomaron notas. El ambiente de clase fue muy tranquilo y agradable, bastante individual, silencioso y motivador. Durante las sesiones

los alumnos se centraron en el estudio del multimedia, sólo una vez intervino el profesor para aclaraciones, cuestión que se dio más en la segunda sesión que en la primera.

H. Evaluación de conocimientos

Respecto al aprendizaje de los alumnos, se ha producido un avance de conocimientos sobre las cuestiones de conducción eléctrica. La media de los resultados de los alumnos pasa de 13,0 puntos en el cuestionario inicial, a 36,4 puntos en el final, produciéndose un avance medio de 23,4 puntos (figura 5).

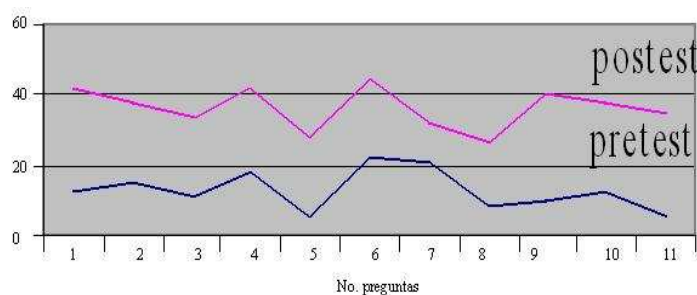


FIGURA 5. Comparación entre los resultados inicial y final de los alumnos.

El avance en conocimientos de los alumnos se ha extendido de forma casi uniforme en todo el grupo. Cabe presumir que la utilización de animaciones interactivas favorece la comprensión y asimilación de los conceptos. En cualquier caso, se ha comprobado que los alumnos pueden aprender de una manera casi autónoma, aunque con la guía del cuaderno de actividades.

En cuanto a los resultados de las distintas preguntas del cuestionario, durante el proceso de aprendizaje, el profesor llevó a cabo explicaciones adicionales a la información facilitada por el multimedia, información que concierne a cinco de las preguntas del cuestionario de evaluación (postest) de conocimientos sobre el tema estudiado.

Las preguntas del cuestionario donde más avance en el aprendizaje se ha producido son las referentes a la relación de la resistencia con longitud, grosor y naturaleza del material, a cálculos numéricos sobre esos conceptos, a la interpretación de una gráfica, a la expresión de la fórmula de la Ley de Joule y a la relación entre temperatura y resistencia de un conductor.

Las cuestiones sobre las que menos avance se ha producido en el aprendizaje son aquellas sobre las que tenían un mayor grado de conocimientos previos.

De acuerdo con los puntos anteriores, se observa que la tendencia de los alumnos es sentirse más seguros poniendo fórmulas, resolviendo cuestiones numéricas e interpretando gráficas, que expresando ideas y conceptos verbalmente de forma cualitativa. No obstante, parece que el uso de animaciones interactivas facilita que comprendan y utilicen los conceptos en la resolución de problemas.

I. Evaluación del multimedia

Aproximadamente la mitad del alumnado considera que el estudio de la conductividad con el multimedia ha resultado en cierto modo interesante, comprensible y atractivo, seguido de un grupo de los alumnos que tienen mejor valoración al respecto. Todos opinan que las animaciones facilitan la comprensión de la conductividad y la mayor parte manifiesta que actúa como si fuera su tutor.

Los significados positivos que dan al multimedia atienden a: la buena imagen de la aplicación, la interactividad, es interesante, muy manejable y de sencilla utilidad., fácil de comprender, permite la comprensión de contextos, contenido resumido, explicativo, dispone de muchas animaciones y es de calidad.

Los significados negativos que plantean los alumnos respecto al multimedia se refieren a que algunos apartados están incompletos de información y no terminan de explicar varios conceptos. Además, faltan ejercicios, numéricos y/o prácticos, se carece de una guía de trabajo personal y se carece de sonido y/o *feedback* sonoro.

J. Imagen

Coincidiendo con [32] a la hora de presentar contenido multimedia el modo de presentar el texto escrito y la imagen (gráficos, dibujos y fotografías) resulta interesante. En este sentido, el trabajo con imagen transmite dos mensajes superpuestos: a) Un mensaje semántico (significado) y b) Un mensaje estético, que además de sugerir tiene valores emocionales o sensoriales. El mensaje estético generalmente contiene signos connotativos y el mensaje semántico, signos denotativos.

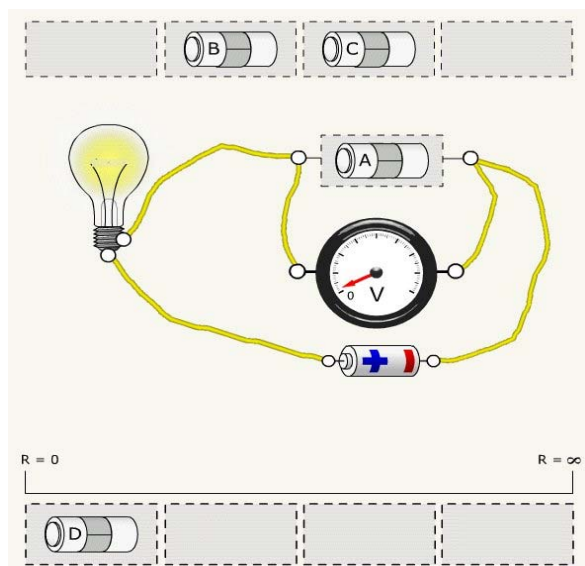


FIGURA 6. Resistencia. A través de la animación, se investiga la resistencia de cuatro elementos mediante una bombilla, un voltímetro y una pila.

El multimedia introduce nombres asociados a los diferentes tipos de materiales según la facilidad que presentan para el movimiento de las cargas eléctricas, aislantes, semiconductores, conductores y superconductores. Los colores, palabras destacadas y/o en negrita también han sido consideradas. Además el texto escrito es breve, utilizando frases cortas, con gramática sencilla.

En [33] se reconoce la función de anclaje y de relevo en la relación texto escrito-imagen. La función de anclaje determina el significado de la imagen reduciendo la polisemia que le es propia. Por su parte, cuando el texto escrito asume la función de relevo, entonces la imagen actúa como un elemento fundamental y el texto escrito lo hace como un elemento secundario. Por poner un ejemplo, si pensamos en los libros de texto tradicionales, esta relación se invierte, ya que la imagen asume un rol secundario con respecto al texto escrito. Este hecho, como se aprecia en las figuras 1 y 6, no se da en el multimedia SUPERCOMET.

K. Trabajo en colaboración

Para [8] Vygotsky y Piaget se sitúan dentro de lo que se consideran las teorías de la reestructuración. Dichas teorías asumen que tanto el estudio del aprendizaje como el de la formación de conceptos debe considerarse desde su campo global, rechazando aquellas ideas donde los conceptos quedan definidos por listas de rasgos o atributos y las interpretaciones de la realidad se construyen a partir de los conocimientos anteriores. El aprendizaje implica reestructurar las teorías propias (estructuras de conocimiento), progresando desde una estructura más simple a otra más abstracta y compleja. Las teorías de la reestructuración implican: a) aprendizaje progresivo, al ir de lo simple a lo más abstracto, b) aprendizaje global, importancia de lo cuantitativo y cualitativo, puesto que se aprende de la realidad como un todo dotado de una estructura o significación, c) importancia de la actividad del sujeto, aprendiendo a hacer y d) siendo la motivación intrínseca el motor del aprendizaje.

Como ya se indicó en [34, 35, 36, 21] las orientaciones centradas en el currículum democrático y el proceso de enseñanza-aprendizaje para la comprensión destacan la importancia del aprendizaje colaborativo, la toma de decisiones conjunta, el razonamiento, la indagación y la experimentación. Los nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje favorecen metodologías activas y participativas. Ello se ve afectado ante espacios de código digital propios de las redes informáticas, las aplicaciones informáticas multimedia y las herramientas de comunicación nuevas que se obtienen paulatinamente con el avance tecnológico.

SUPERCOMET se ajustaría a dos familias de modelos siguiendo el trabajo de [37], de un lado a los modelos sociales y, de otro, a la familia de modelos de procesamiento de información. Si bien son modelos tradicionales resultan de utilidad salvando la distancia entre estos y los componentes técnicos que acompañan a

las herramientas telemáticas. En otras palabras, tanto en el caso de plataformas integradas (BSCW, HYPERSESSION, MOODLE o FLE3, por citar algunas) como herramientas de comunicación (correo electrónico, foros de debate, chats, webquest, weblogs o aplicaciones multimedia con mayor o menor grado de interactividad) es viable compartir pensamientos con el resto del grupo así como espacios de trabajo común. SUPERCOMET implica un documento multicódigo, con posibilidad de ser revisado, anotando respuestas, observando qué sucede ante una determinada toma de decisión o viendo qué sucede ante la modificación de una simulación. Estas modificaciones y/u observaciones pueden ser tanto individuales como en colectivas. En este sentido, los modelos sociales permiten la construcción de comunidades de aprendizaje de tal forma que el trabajo conjunto lleva a generar una energía colectiva o “sinergia”.

Atendiendo a [37], en el modelo de investigación grupal se reconocen como bases teóricas de partida el aprendizaje colaborativo, preparando al estudiante a participar en una acción colectiva activa e integradora. El alumnado definiría problemas y exploraría perspectivas distintas. Los estudiantes estudian juntos con el fin de dominar la información, las ideas y las habilidades. De este modo se lleva a cabo un desarrollo de competencias, además de intelectuales, en el campo social. El profesorado, organiza el proceso grupal, genera disciplina, ayuda a encontrar y organizar la información, asegura el mantenimiento de la actividad así como el discurso vigoroso.

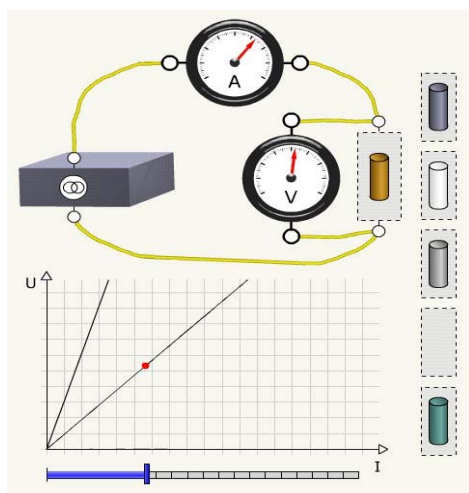


FIGURA 7. Modelo de aprendizaje por descubrimiento. Estudio con animación de la relación entre la corriente que circula por un objeto y la caída de tensión entre sus extremos.

Las características de este modelo son: la indagación cooperativa de problemas sociales y académicos, la generación de una organización social dentro de la cual es posible valerse de otros modelos y la validez para cualquier edad. Volviendo a la animación (ver figura 6) se

considera que ésta invita a comprobar la resistencia de cuatro elementos investigando la intensidad que pasa por la bombilla según el brillo de la misma. Las pantallas siguientes llevan, mediante animaciones de complejidad creciente, a una visión microscópica de la corriente eléctrica partiendo del modelo atómico del Litio. Una nueva animación investiga cuantitativamente las relaciones entre intensidad y voltaje para un conjunto de cinco muestras.

En cuanto a los modelos de procesamiento de la información estos consisten en estimular la percepción de problemas, generar soluciones, la elaboración de conceptos, el desarrollo de un lenguaje que permita transmitirlos, proporcionar información y conceptos, verificar hipótesis y promover el pensamiento creativo [37]. Como ejemplo se ofrece la figura 7. En particular, en el modelo de aprendizaje por descubrimiento, cuyo mayor antecedente podría ser Suchman, se estimula el impulso innato del ser humano para comprender el mundo y organizar la información. De este modo se da importancia, no al fin o al producto de aprendizaje, sino al proceso que le ha llevado hasta ese fin.

La realización de la experiencia lleva a enunciar la “Ley de Ohm” realizando algunas consideraciones. En este sentido, la “Ley” dirige a los estudiantes a proponer la nomenclatura de “Regla de Ohm” que quizás se ajusta mejor a la realidad.

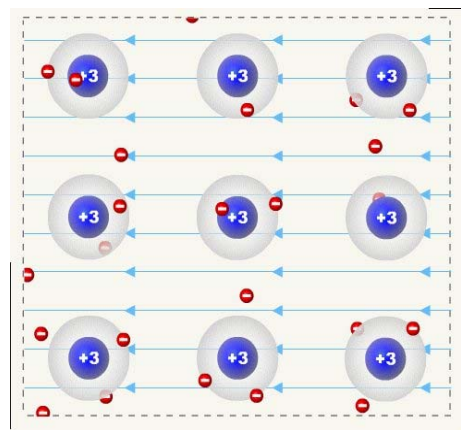


FIGURA 8. Visión microscópica de la Ley de Ohm.

Una nueva animación regresa a la visión microscópica del material. De este modo se permite visualizar un modelo microscópico de la “Ley de Ohm”. En la figura 8 se aprecia la red de átomos de Litio con dos electrones ligados y uno de conducción. Se muestran las líneas de campo eléctrico cuya intensidad se puede controlar y así investigar su relación con la velocidad de arrastre de los electrones de conducción y el número de ellos que atraviesan la sección.

Varias animaciones ilustran cómo depende la resistencia de un objeto con la longitud, la sección y la resistividad del mismo. Una serie de experiencias, entonces, llevan a enunciar la Ley de Joule (figura 9).

El módulo concluye con una animación en la que se muestra la conducción en líquidos, la electrolisis (ver figura 10). Hasta ahora se había trabajado con materiales sólidos por lo que los portadores de carga han sido únicamente cargas negativas, los electrones. En esta simulación se visualiza la conducción en un líquido en el que existen iones positivos y negativos moviéndose en sentidos opuestos pero contribuyendo ambos a la corriente, que por convención lleva el sentido de las cargas positivas.

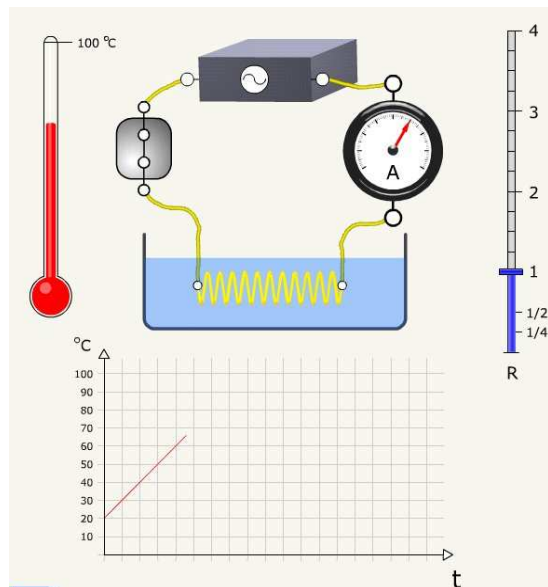


FIGURA 9. Ley de Joule. Se puede variar la resistencia sumergida en un líquido cuya temperatura medimos, podemos constatar cómo si duplicamos la resistencia la misma temperatura se alcanza en la mitad de tiempo y si duplicamos la intensidad se calienta cuatro veces más rápido.

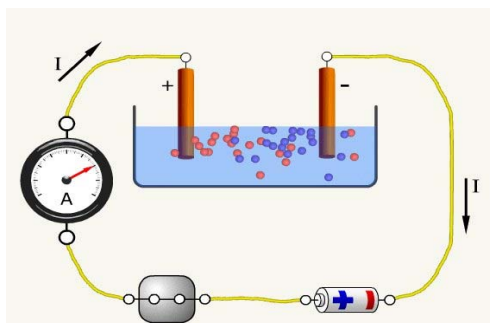


FIGURA 10. Electrolisis.

IV. CONCLUSIONES

Los alumnos disponen de buen nivel de conocimientos y manejo del ordenador y de las principales herramientas y *software* que se vienen utilizando en la actualidad.

Tras la experiencia se comprobó que los alumnos habían adquirido un aprendizaje significativo sobre el tema estudiado. Dada la metodología de enseñanza desarrollada

y la valoración del alumnado sobre el multimedia, la incorporación de este material al proceso de enseñanza y de aprendizaje se ha visto favorecida ante la comprensión y asimilación de los conceptos tratados.

Con respecto a los materiales debe dedicarse tiempo a completar apartados atendiendo a la explicación conceptual. Conviene incorporar ejercicios, numéricos y/o prácticos, así como una guía de trabajo personal. Atendiendo al audiovisual, el multimedia carece de sonido y/o *feedback* sonoro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al proyecto de investigación SUPERCOMET 2 (Leonardo Da Vinci, EU). Lucía Amorós agradece el apoyo al proyecto 2006-IE-13, del Servicio de Voluntariado Europeo.

REFERENCIAS

- [1] ESA, CERN and ESO launch "Physics on Stage". *CERN Bulletin* 11/2000, <http://bullarchive.web.cern.ch/bullarchive/0011/art2/> Consultado el 13 de marzo de 2005.
- [2] Engström, V., Fossheim, K., Smiseth, J., Čepič, M., Planinšič, G., Ramšak, A., Raeder, H., Bodsberg, K., Husberg, C. A., Ciappareli, S., *The SUPERCOMET Project – animating electricity and magnetism for upper secondary school*. V: E. Mechlová (ur.). Teaching and learning physics in new contexts: proceedings, Ostrava: University of Ostrava, 149-150 (2004).
- [3] McLuhan, M., *Comprender los medios de comunicación. Las extensiones del ser humano*. Barcelona: Paidós. *Understanding Media. The Extensions of Man*, (The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1996).
- [4] Zamarro, J. M., Fernández, L. Ma., Amorós, L. y Esquembre, F., *SUPERCOMET 2: Superconductivity to motivate students to learn electromagnetism*, en 3rd. International Conference on Hands-on Science, Braga, (2006).
- [5] Fernández, L. Amorós, L., Esquembre, F., Martínez, F., Prendes, Ma., Zamarro, J. M., *Integración de nuevos conocimientos en el currículum a través del multimedia*, EDUTEC 2006, Actas del IX Congreso Edutec: La educación en entornos virtuales: calidad y efectividad en el e-learning, Gerona, (2006).
- [6] Fernández, L., Riosco, M., Zamarro, J. M., Jirón, O., Esquembre, P., Martínez, F., Arellano, R., Soto, H., Amorós, L. y San Martín, V., *Aproximación hacia herramientas de evaluación de aprendizajes*, Congreso ON-LINE Observatorio para la CiberSociedad: Conocimiento Abierto, Sociedad Libre (2006). <http://www.cibersociedad.net/congres2006/gts/comunicacio.php?id=1052> Consultado el 3 de diciembre de 2006
- [7] Fernández, L. M., Zamarro, J. M., Esquembre, F. y Amorós, L., *SUPERCOMET 2: Una iniciativa europea para la enseñanza de la Física*, EDUTEC 2005. Formación

- del profesorado y Nuevas Tecnologías. Santo Domingo, (2006). <<http://www.ciedhumano.org/edutecNo25.pdf>> Consultado el 14 de abril de 2006
- [8] Estebaranz, A., *Didáctica e innovación curricular*, (Universidad de Sevilla, Sevilla, 1994).
- [9] Mateo, J., *La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas*, (ICE-Horsori, Barcelona, 2000).
- [10] Pérez, A. I., Modelos contemporáneos de evaluación, En Gimeno, J. y Pérez Gómez, A. *La enseñanza: su teoría y su práctica*, (2a ed). (Akal/ Universitaria, Madrid, 1985) p. 426-449.
- [11] Stufflebeam, D. L. y Shikfield, A. J., *Evaluación sistemática. Guía teórica y práctica*, (Centro de Publicaciones del MEC y Piados Ibérica, 1987).
- [12] Cabero, J., La evaluación de medios audiovisuales y materiales de enseñanza, en CABERO, J. (ed.), Bartolomé, A., Cebrian, M., Duarte, A., Martínez, F., Salinas, J. *Tecnología Educativa*, Síntesis, 1999).
- [13] Martínez, F., ¿A dónde vamos con los medios?, en Cabero, J., Martínez, F. y Salinas, J. (coords). *Medios Audiovisuales y Nuevas Tecnologías para la Formación en el S. XXI*, (DM, Murcia, 2000).
- [14] De Pablos, J. (1991). La evaluación educativa de los medios instruccionales, en *Enseñanza. Anuario Interuniversitario de didáctica*, 9. Salamanca: Universidad de Salamanca. p. 9-18.
- [15] De Pablos, J., La evaluación de materiales de enseñanza, en Colás, M^a P. y Rebollo, M^a A. *Evaluación de programas. Una guía práctica*, (Kronos, Sevilla, 1993).
- [16] Crook, CH., *Ordenadores y aprendizaje colaborativo*. Madrid: MEC y Morata. p. 16. *Computers and the collaborative experience of learning*, (Routledge, London, 1998).
- [17] Cabero, J., *Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza*, (Paidós, Barcelona, 2001).
- [18] Prendes, M^a P., *La imagen didáctica: Análisis descriptivo y evaluativo*, Tesis doctoral. Universidad de Murcia. Inédita (1994).
- [19] González, M^a T. y Escudero, J. M., *Innovación Educativa: Teorías y procesos de desarrollo*, (Humanitas, Barcelona, 1987).
- [20] Squires, D. y McDougall, A., *Cómo elegir y utilizar software educativo*, (2a ed). (Morata, Madrid, 2001). *Choosing and using educational software. A teacher's guide*. [n. l.]: Taylor & Francis (1994).
- [21] Amorós, L., *Evaluación de hipermedia en la enseñanza*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. Inédita (2004).
- [22] Salinas, J., Hipertexto e hipermedia en la enseñanza universitaria". *Píxel- Bit. Revista de Medios y Educación*, (1994). 1. <<http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n1/n1art/art12.htm>> Consultado el 14 de abril de 2006.
- [23] Bartolomé, A. R., Multimedia distribuidos, en Cabero, J., Bartolomé, A., Marqués, P., Martínez, F. y Salinas, J. *Medios audiovisuales y nuevas tecnologías para la formación en el siglo XXI*, (DM, Murcia, 1999). p. 151-159.
- [24] Del Moral, Ma. E., *MECOE: diseño pedagógico y técnico de un soporte hipermedia para el uso de los recursos audiovisuales*, en Gallego, C. M^a y Alonso, D. J. (ed.). *La informática en la práctica docente*. Tomo I. (UNED, Madrid, 2000) p. 445-460.
- [25] Del Moral, Ma. E., Herranz, R. y Alba, C., MECOE: una herramienta hipermedia para la formación del profesorado sobre la exploración de los *mass media*, en Pérez Pérez, R. (coord). *Redes multimedia y diseños virtuales*, (Universidad de Oviedo, Oviedo, 2000) p. 578-590.
- [26] Yacci, M., *Interactivity Demystified: A Structural Definition for Distance Education and Intelligent Computer- Based Instruction*, Educational Technology, July-August, 5-16, (2000).
- [27] Prendes, M^a P., *Hipertexto, hipermedios y multimedios: un universo educativo*, en Ortega, P. y Martínez, F. *Educación y Nuevas Tecnologías*, (CajaMurcia, Obra Social, Murcia, 1994) p. 183-192.
- [28] Prendes, M^a P. y Solano, I. M^a, Multimedia, en Pérez Pérez, R. (coord). *Redes multimedia y diseños virtuales*, (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, Oviedo, 2000).
- [29] Martínez, F., Prendes, M^a P. y Solano, I. M^a, *Diseño y evaluación de Multimedia para la formación*, [Área de Formación y Desarrollo Profesional de la Caja de Ahorros del Mediterráneo, Murcia, 2001] Inédito.
- [30] Díaz, P., Catenazzi, N. y Aedo, I., *De la multimedia a la hipermedia*, (RA-MA Editorial, Madrid, 1996).
- [31] Tolhurst, D., *Hypertext, Hipermedia, Multimedia Defined?*, *Educational Technology XXXV*, 21-26 (1995).
- [32] Gallego, D. L. Y Alonso, C. Ma. (Eds.), *Multimedia*, (UNED, Madrid, 1997).
- [33] Prendes, M^a P., *El lenguaje de la imagen*, (Diego Marín, Murcia, 1998).
- [34] MacDonald, B., La evaluación y el control de la educación, en Gimeno, J. y Pérez Gómez, A. *La enseñanza: su teoría y su práctica*, 2a ed. (Akal/ Universitaria, Madrid, 1985) p. 467-478.
- [35] Darling-Hammond, L., *El derecho de aprender. Crear buenas escuelas para todos*, (Ariel Educación, Barcelona, 2001) p. 145-202.
- [36] Guarro, A., *Currículum y democracia*, (Octaedro, Barcelona, 2002).
- [37] Joyce, B., Weil, M. y Calhoun, E., *Modelos de enseñanza*, (Gedisa, Barcelona, 2002). *Models of teaching*. [s.l.]: (Allyn & Bacon, a Pearson Education Company, 1992).