

## Una experiencia educativa sobre conducción usando SUPERCOMET2

<b>Luisa Fernández</b> Dept de Formación CNICE, MEC 28027 Madrid <a href="mailto:lfel0006@ficus.pntic.mec.es">lfel0006@ficus.pntic.mec.es</a>	<b>Miguel Cañizares</b> I.E.S. Juan de la Cierva y Codorniz 30850 Totana (Murcia) <a href="mailto:mcm@juandelacierva.org">mcm@juandelacierva.org</a>	<b>Lucía Amorós</b> Universidad Católica del Maule 3605 Talca (Chile) <a href="mailto:lamoros@ucm.cl">lamoros@ucm.cl</a>	<b>José M. Zamorro</b> Dept de Física Universidad de Murcia 36071 Murcia <a href="mailto:jmz@um.es">jmz@um.es</a>
---	--	--	---

### Resumen

Se presenta la experiencia realizada con alumnos de secundaria del IES Juan de la Cierva y Codornú de Totana (Murcia), con material multimedia desarrollado en el proyecto SUPERCOMET2 para el estudio del electromagnetismo y la superconductividad. En nuestra experiencia, dedicada al estudio del alumnado sobre la conducción eléctrica, se evaluaron diversos aspectos: el conocimiento que tenían los alumnos del medio informático, su valoración del medio empleado, sus conocimientos del tema estudiado antes y después de la actividad, así como también se registraron sus conductas observables en dos de las sesiones de clase.

### 1. Introducción

Es manifiesta la preocupación por la enseñanza de las Ciencias, y en particular de la Física, en el entorno europeo, como muestra 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 Meridional Europeo que dio lugar al lanzamiento del programa "Física en Acción" [2]. Una de las actuaciones emprendidas en dicho entorno para mejorar esta enseñanza ha sido la financiación, por parte de la Comunidad Europea dentro de su programa Leonardo da Vinci, del proyecto SUPERCOMET [3], SUPERCONductivity Multimedia Educational Tool, que se inició en diciembre de 2001. En este proyecto, en el que participaron ocho grupos de cuatro países europeos, Italia, Noruega, Eslovenia y Reino

Unido que finalizó en junio de 2004, se desarrolló un multimedia para el estudio del electromagnetismo y la superconductividad y una guía para el profesorado, todo ello editado en cuatro idiomas.

La dificultad del tema elegido es indudable dado el esfuerzo de abstracción que requiere por parte del alumno 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. Para provocar la curiosidad del estudiante se eligió el tema de la superconductividad que involucra muchos aspectos del electromagnetismo, además se pueden realizar con relativo poco esfuerzo económico algunas experiencias muy llamativas con materiales superconductores como es el caso de la levitación magnética. 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 virtual, acompañada de vídeos si así lo requiere el tema.

Este proyecto ha tenido su continuidad en el proyecto SUPERCOMET2 [5], comenzado en el año 2004 con final en el 2007, igualmente financiado por el programa Leonardo da Vinci. En esta segunda parte el acento se encuentra en la mejora, evaluación y traducción del material a nuevos idiomas, en el participan 40 grupos de 15 países, de los cuales 24 son centros de enseñanza secundaria en los que se realizan pruebas con los materiales desarrollados.

En este trabajo presentamos la experiencia realizada con alumnos de 1º de Bachiller, en el que trabajaron sobre la conducción eléctrica

utilizando los materiales desarrollados en el proyecto.

Los alumnos disponían de una guía detallada de las actividades que debían realizar en cada apartado del capítulo, también realizaron una sesión de prácticas de laboratorio sobre temas relacionados en medio de las sesiones con el multimedia. En el apartado 2 se describe el multimedia utilizado, el CD SUPERCOMET, en el apartado 3 se profundiza en el capítulo de la Conducción, que fue el empleado en nuestra experiencia, y en el 4 se describen los diferentes elementos que formaron parte de la experiencia y se evalúan y analizan los resultados obtenidos.

## 2. La aplicación multimedia

Uno de los objetivos del proyecto ha sido la creación de un material multimedia, denominado SUPERCOMET, que ayude en el proceso de enseñanza del electromagnetismo, dicho material ha sido diseñado como una aplicación de ordenador que combina gráficos, animaciones, 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.

SUPERCOMET contiene cinco módulos autoconsistentes, y un conjunto de útiles recursos de navegación, enseñanza e información. Los citados módulos son:

1. Magnetismo.
2. Inducción electromagnética.
3. Conducción eléctrica.
4. Introducción a la superconductividad.
5. Historia de la superconductividad.

Típicamente cada pantalla del multimedia consta de una animación, como se muestra en la figura 1, con una presentación clara y atractiva que ocupa la mayor parte de la misma, dispone de controles situados en la parte inferior izquierda que permiten al usuario interactuar con la animación y realizar diversas experiencias, también en algunos casos 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 motiva al estudiante con algunas cuestiones.

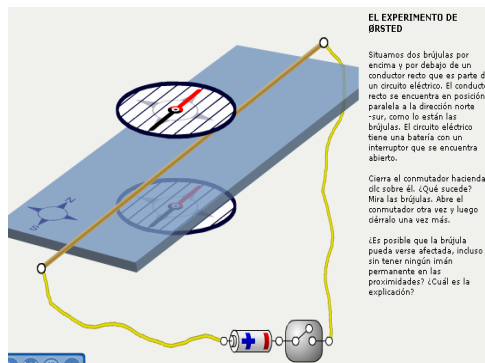


Figura 1. Pantalla típica del multimedia

En la parte superior derecha aparece el título del capítulo en el que se está trabajando y un menú desplegable desde el que se tiene acceso a algunas utilidades como ayuda sobre las características del multimedia, un glosario sobre los términos más importantes, respuestas a las preguntas más frecuentes, una guía de recursos y una guía para el profesor.

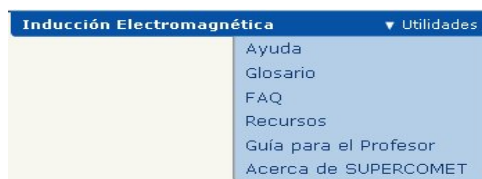


Figura 2. Menu con utilidades

## 3. Conducción

El capítulo que hemos utilizado con nuestros alumnos es el correspondiente al Módulo 3 del multimedia SUPERCOMET: Conducción eléctrica, este Módulo consta de 31 animaciones. Del trabajo de los estudiantes con dicho módulo cabe esperar que estos sean capaces de:

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

Y describir:

- La relación entre la energía cinética de la red (temperatura del material) y la resistencia.
- Las diferencias entre corriente continua y alterna en términos de portadores de cargas y el campo eléctrico.
- Las relaciones entre voltaje, corriente y resistencia (ley de Ohm).
- Las relaciones entre resistencia, sección transversal, longitud y resistividad del material.

El multimedia comienza introduciendo el concepto de corriente eléctrica utilizando animaciones en las que se muestra el modelo de partículas portadoras de corriente como gases ideales, en sucesivas páginas introduce los diferentes 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.

Una animación nos invita a comprobar la resistencia de cuatro elementos investigando la intensidad que pasa por la bombilla según el brillo de la misma.

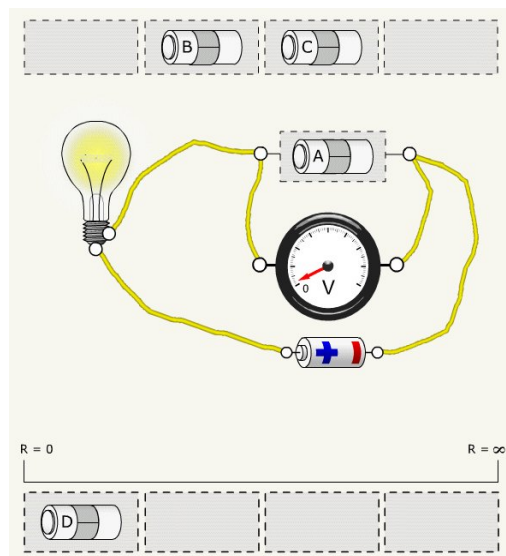


Figura 3. Animación para investigar resistencia de cuatro elementos mediante una bombilla, un voltímetro y una pila.

Las nueve páginas siguientes nos llevan, mediante animaciones de complejidad creciente, a una visión microscópica de la corriente eléctrica partiendo del modelo atómico del Litio. Una nueva animación nos permite investigar cuantitativamente las relaciones entre intensidad y voltaje para un conjunto de cinco muestras.

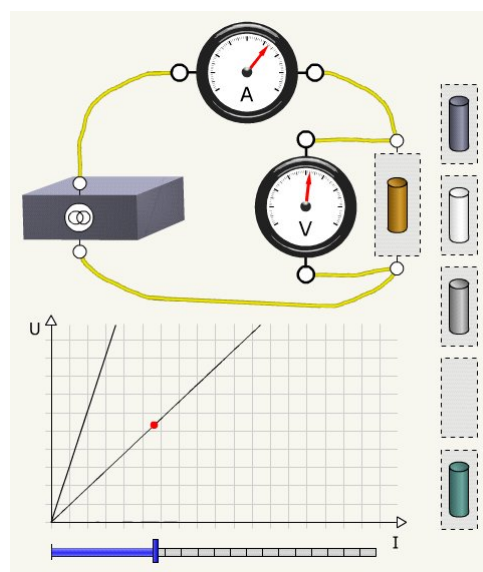


Figura 4. Animación que permite estudiar la relación entre la corriente que circula por un objeto y la caída de tensión entre sus extremos.

La realización de la experiencia virtual nos lleva a enunciar la “Ley de Ohm” realizando algunas consideraciones sobre la misma lo que nos lleva a proponer la nomenclatura de “Regla de Ohm” que quizás se ajuste mejor a la realidad.

Una nueva animación regresa a la visión microscópica del material y nos permite visualizar un modelo microscópico de la ley de Ohm. En ella se puede apreciar 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.

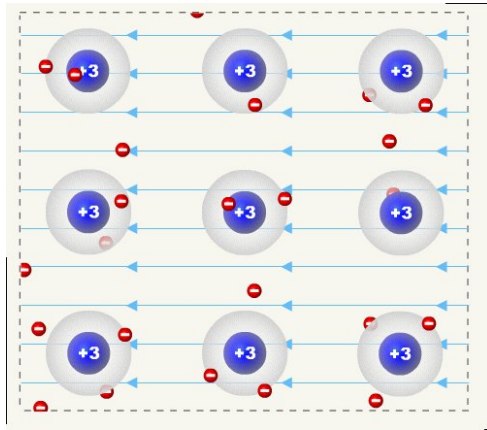


Figura 5. Visión microscópica de la ley de Ohm.

Varias animaciones ilustran cómo depende la resistencia de un objeto con la longitud, la sección y la resistividad del mismo.

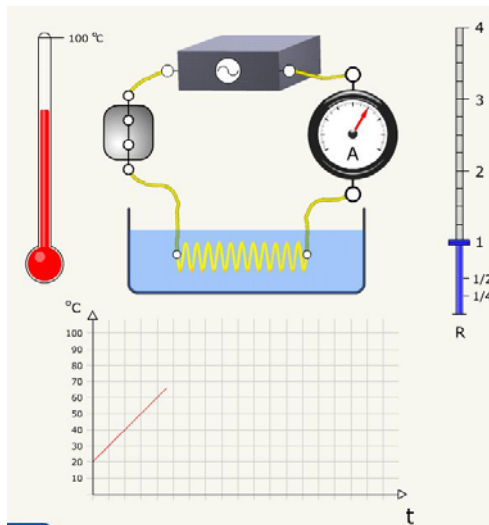


Figura 6. Ley de Joule.

Una serie de experiencias nos llevan a enunciar la ley de Joule. Podemos 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.

El capítulo concluye con una animación en la que se muestra la conducción en líquidos, la

electrolisis. Hasta ahora se había trabajado con materiales sólidos por lo que los portadores de carga han sido únicamente cargas negativas, los electrones. En esta experiencia 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.

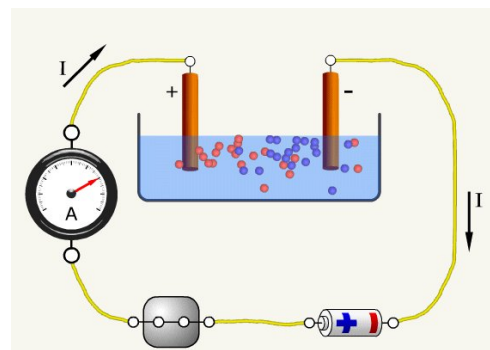


Figura 7. Electrolisis.

#### 4. La experiencia

Se ha llevado a cabo con once alumnos de primer curso de Física de Bachillerato Internacional del I.E.S. Juan de la Cierva y Codorniu de Totana, Murcia.

La muestra de alumnos sobre la que se ha realizado la experiencia se caracteriza con los siguientes datos:

- Once alumnos (todos varones).
- Extracción social media.
- Motivación académica 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 once alumnos ha sido de 6,5 puntos. Tan solo tres de ellos han obtenido calificaciones inferiores a 5 puntos.

#### 4.1. Diseño de la experiencia

La experiencia ha sido realizada a partir de la unidad didáctica sobre conducción eléctrica [5] utilizando el material multimedia de SUPERCOMET.

Se diseñó de acuerdo a los siguientes instrumentos de evaluación [1]:

- Cuestionario de actitudes y conocimiento acerca del medio informático.
- Cuestionario de evaluación previo de conocimientos sobre el tema a estudiar, conducción.
- Trabajo del alumnado con el material multimedia.
- Registro de conductas observables.
- Cuestionario de evaluación posterior de conocimientos sobre el tema estudiado.
- Cuestionario de evaluación del multimedia SUPERCOMET por parte del alumnado.

Dichos instrumentos de recogida de información se aplicaron conforme al cronograma que detallamos a continuación:

DÍAS DE CLASE	INSTRUMENTOS	ESTUDIO CON EL MULTIMEDIA
16, martes	Evaluación de actitudes y conocimiento acerca del medio informático	
17, miércoles	Evaluación de contenidos -pretest-	
18, jueves		Trabajo del alumnado con el material multimedia
19, viernes	Observación	
19, viernes	Observación	
23, martes		
24, miércoles		
25, jueves	Evaluación de contenidos -postest-	
26, viernes	Evaluación del multimedia por parte del alumnado  Evaluación SUEPERCOMET	

Tabla 1. Cronograma de la experiencia.

#### 4.2. Actitudes del alumnado hacia el medio informático

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, messenger, escuchar música, ver DVD y navegar por Internet.

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.

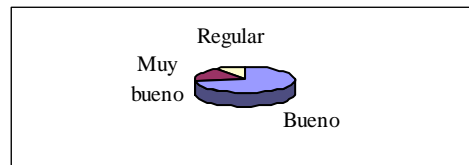


Figura 8. Dominio del ordenador como herramienta de trabajo.

El aspecto visto anteriormente puede estar relacionado 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.

Todos los alumnos conocen las herramientas de: procesador de texto, hojas de cálculo, programas de dibujo y videojuegos; en cambio, las herramientas más alumnos desconocen son: bases de datos, programas de simulaciones, tutoriales, hipertextos y multimedia.

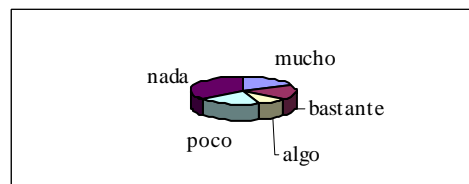


Figura 9. Conocimiento sobre multimedia.

El mayor nivel de conocimientos de los alumnos, de más a menos, es sobre: procesador de texto, hoja de cálculo, hipertexto, base de datos y herramienta de dibujo.

#### 4.3. Trabajo del alumnado con el material multimedia

Se impartió la unidad didáctica de conducción, para lo cual se elaboró un cuaderno-guía de actividades, que los alumnos tenían que realizar a la vez que navegaban por las simulaciones. El proceso de enseñanza duró 5 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 animaciones informáticas y en la lectura del texto que las apoya. No obstante, en determinadas cuestiones, el profesor expuso información adicional.

#### 4.4. Registro de conductas observables

La observación se llevó a cabo en dos sesiones de clase. Concluimos que:

- Los alumnos apenas preguntaron al profesor y a los compañeros sobre el ordenador, y poco sobre el multimedia y las actividades que están realizando.
- Todos utilizaron, desde el principio, el cuaderno guía y toman notas.
- El ambiente de clase fue muy tranquilo y agradable, y bastante individual, silencioso y motivador.
- Durante las sesiones de clase, los alumnos estuvieron centrados en su interacción con el material. Tan sólo en alguna ocasión intervino el profesor para aclaraciones y/o explicaciones al grupo clase, cuestión que se dio más en la segunda sesión que en la primera.

#### 4.5. Evaluación conocimientos

Respecto al aprendizaje de los alumnos, se ha producido un claro 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 por tanto un avance medio de 23,4 puntos.

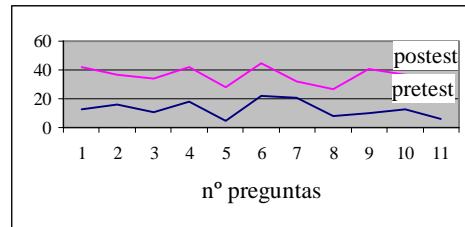


Figura 10. Comparación entre los resultados inicial y final de los alumnos.

- El avance en conocimientos de los alumnos se ha extendido de forma casi uniforme en todos ellos.
- Al no disponer de resultados de un grupo de control al que se haya impartido la misma unidad didáctica, durante el mismo tiempo, pero sin el uso del material multimedia de SUPERCOMET, resulta difícil discernir el grado de responsabilidad que tiene dicho material en el aprendizaje de los alumnos. Cabe presumir que la utilización de animaciones interactivas favorece la comprensión y asimilación de los conceptos. En cualquier caso, si 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, es relevante destacar que, 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 posterior 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.

#### 4.6. Evaluación del SUPERCOMET

En torno a la mitad del alumnado considera que el estudio de la conductividad con el multimedia SUPERCOMET le 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.

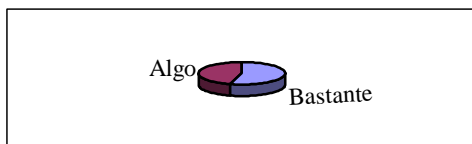


Figura 11. Las animaciones facilitan la comprensión de la conductividad

Los significados positivos que dan los alumnos al multimedia atienden a:

- Buena imagen.
- Interactivo.
- Interesante.
- Muy manejable y de sencilla utilidad.
- Fácil de comprender.
- Permite la comprensión de contextos.
- Contenido resumido.
- Explicativo.
- Dispone de muchas animaciones y de calidad.

Los significados negativos que plantean los alumnos respecto al multimedia son:

- Algunos apartado está incompletos de información y no termina de explicar varios conceptos.
- Faltan ejercicios, numéricos y/o prácticos.
- Carece de una guía de trabajo personal.
- Carece de sonido y/o feedback sonoro.

#### 5. 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 SUPERCOMET, la incorporación de este material al proceso e-a favorece en gran medida la comprensión y asimilación de los conceptos que trata.

#### Referencias

- [1] Amorós, L. (2004). Evaluación de hipermedia en la enseñanza. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. Inédita.
- [2] ESA, CERN and ESO launch "Physics on Stage". CERN Bulletin 11/2000; 13 March 2000  
[http://bullarchive.web.cern.ch/bullarchive/0011/art2/Text\\_E.html](http://bullarchive.web.cern.ch/bullarchive/0011/art2/Text_E.html)
- [3] Vegard Engstrøm, et al. The SUPERCOMET Project: animating electricity and magnetism for upper secondary school. 9th Workshop on Multimedia in Physics Teaching and Learning. Graz, 2004
- [4] Zamarro, J.M.; Amorós, L., Fernández, L.M., y Esquembre, F (2006): SUPERCOMET 2: Una iniciativa europea para la enseñanza de la Física. EDUTEC 2005. Formación del profesorado y Nuevas Tecnologías. Santo Domingo (República Dominicana).
- [5] Zamarro J.M., Fernández L.M., Amorós L., Esquembre F. SUPERCOMET2: Superconductivity to motivate students to learn electromagnetism. 3rd International Conference on Hands-on Science, Braga, Portugal, September 2006