

APRENDIZAJE CONCEPTUAL DE LAS CIENCIAS: CON LA INTERACTIVIDAD HACIA LA INTERCULTURALIDAD

Miguel Celdrán Gallego/ Ernesto Martín Rodríguez/ José Miguel Zamarro Minguell/ Lucía Amorós Poveda

mceldran@um.es, ernesto@um.es, jmz@um.es, lamoros@um.es

CoLoS

Departamento de Física. Universidad de Murcia. España

Resumen:

CoLoS es el acrónimo que responde a “*Conceptual Learning of Science*”, que traducido del inglés significa aprendizaje conceptual de las ciencias. CoLoS, para favorecer el aprendizaje, utiliza tres recursos: páginas web, objetos de aprendizaje y herramientas de autor. Entre los trabajos que desarrolla nos centramos en el proyecto “Laboratorio Remoto” describiendo sus posibilidades. Desde la realización de experimentos en línea, se asumen estas ventajas y se reconoce la importancia de la interactividad dentro entorno de trabajo. Finalmente se reconoce que tanto la creación como la interpretación del código está sujeta a la impronta cultural afectando a la comprensión de la información especialmente importante dentro de contextos educativos por lo que hay que hacer frente a la existencia de grupos interculturales de alumnos.

Palabras clave: TICs, interactividad, interculturalidad

Abstract:

CoLoS is the acronym that refers “*Conceptual Learning of Sciences*”. CoLoS improves learning with tree main resources: websites, learning objects and authoring tools. Among the jobs that CoLoS developes we focus this paper inside “Remote laboratory” project, describing its capabilities. From the experiments done on-line, these benefits are assumed and we recognizes the importance of interactivity in the on-line environment. Finally it is recognized that both the creation and understanding of the code is subject of cultural imprint affecting the meaning of information, particularly important in educational contexts. Intercultural groups of estudents must be considered.

Keywords: ICTs, interactivity, interculturalism

1. Sobre el Aprendizaje Conceptual de las Ciencias.

Posada (2002) atendiendo a la necesidad de un modelo integrador de enseñanza-aprendizaje incide en la memoria, distinguiendo entre memoria semántica significativa, semántica rutinaria y memoria episódica. Reconoce que no todos los estudiantes consiguen modificar dentro del aula sus concepciones del mundo, y si lo hacen cerca del momento del examen, más adelante vuelven a sus concepciones alternativas, por lo que el modelo de cambio conceptual presenta problemas. Zamarro, Núñez, Molina y Martín

(2006) hablan de promover una educación activa en el campo de las ciencias ante un momento en el que estudiarla sufre un progresivo deterioro que afecta tanto a todos los niveles de la educación secundaria como a los primeros niveles de la educación universitaria.

Pozo y Gómez Crespo (1998) reconocen tres tipos principales de contenidos curriculares verbales: los datos o hechos, los conceptos y los principios. Para comprender un dato o hecho hace falta utilizar un concepto. El uso de un concepto implica relacionar unos datos en el interior de una red de significados y ello dará la explicación de por qué se produce y las consecuencias que tiene lo que se produce. Los principios presentan un gran nivel de abstracción y son conceptos muy generales; pueden identificarse los principios estructurantes de una disciplina y los principios específicos. Hasta la fecha la memorización de datos o hechos no garantiza la comprensión de un concepto. Para comprender unos hechos hay que remitirse a la comprensión del concepto y cuando se llega a esa comprensión se retienen datos al tiempo que se memorizan mayor cantidad de ellos. El aprendizaje significativo (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Posada, 2002) y los conocimientos previos (Pozo y Gómez Crespo, 1998) llevan a la comprensión de los conceptos. Desde los principios de la enseñanza de la física Esquembre (2004) identifica que el aprendizaje se rige por el constructivismo, el contexto, el cambio, el individuo en sí mismo y el aprendizaje a través de interacciones sociales (principio de aprendizaje social).

Prendes (1994) señaló hace años que el hipermedia se caracteriza por la rapidez con que se accede a la información y la posibilidad de ofrecerla agrupada e interconectada. La manera natural de asociar e intuir favorece el aprendizaje activo y centra el punto de mira en las representaciones icónicas y otras representaciones simbólicas. En este sentido, las tecnologías avanzadas combinan la interactividad técnica ante la posibilidad de conectar la red de redes de ordenadores que soportan código audiovisual, con la interactividad cognitiva ante la posibilidad de conectar con ideas de otros para la madurez de las ideas propias (Prendes, 1995, 2004). Hutchins (2000) utilizó el término "cognición distribuida". Christian y Belloni (2001), Esquembre (2004) y Esquembre, Martín, Christian y Belloni (2004) hablan de *interactive engagement* (involucrarse interactivamente).

La cognición distribuida favorece la comprensión de la organización de los sistemas cognitivos humanos al estudiar los procesos cognitivos para ser interpretados desde su vínculo con la memoria (Hutchins, 2000). Así que, puesto que la meta es llegar a comprender desde la mente, y desde la sociedad a la que pertenecemos, el modo en que se aprende en términos de propagación y transformación de las representaciones mentales, las redes de ordenadores ofrecen interesantes posibilidades tanto de aprendizaje como de seguimiento, evidencia, registro y evaluación de dicho aprendizaje. Christian y Belloni (2001), Esquembre (2004) y Esquembre y Martín et al. (2004) deteniéndose en las posibilidades de la simulación, abordan el término entendiendo a aquellos métodos que, al menos en parte, han sido diseñados para promover una comprensión conceptual sobre la base de actividades que involucran interactivamente al estudiante. El *Interactive Engagement* (IE) proporciona información inmediata a los estudiantes a través de la discusión

tanto con los compañeros como con los instructores.

En este sentido, Casamayor, Amandí y Campo (2009) se detienen en el entorno de aprendizaje colaborativo como favorecedor de herramientas para actuar e interactuar en grupo asignando tareas. La comunicación verbal queda registrada y el profesor puede detectar los conflictos y actuar en consecuencia. Eow, Ali, Mahmud y Baki (2010) inciden en la creatividad como entidad importante del desarrollo humano estudiando los juegos por ordenador como herramienta habitual en la generación de hoy. Investigaron diferentes estrategias pedagógicas para determinar la percepción creativa de los estudiantes. Utilizando un grupo de tratamiento y un grupo de control apreciaron un incremento significativo del 71.82 a un nivel de significación del 0.5 con respecto a grupo de control que obtuvo una puntuación de 50,49. Atendieron principalmente a la percepción creativa utilizando un índice, y los cuestionarios tipo test Sam sobre autoestima y WKOPAY para el autoconcepto. Midieron la sensibilidad ambiental, también considerada por Gómez y Crespo (1998) y Posada (2002). Eow et al. además atendieron a la iniciativa, el autoreforzo, el intelecto, la individualidad de la obra, la aceptación de la autoridad, la confianza en sí mismo, la curiosidad, la conciencia hacia los demás así como la imaginación disciplinada. Pozo y Gómez Crespo (1998) reconocen la importancia de las actitudes y Posada (2002) incide en la importancia de los factores emotivos.

De Kerckhove (2003) recuerda que la cognición debe ser vista como fenómeno distribuido ya que supera el límite de la persona singular para hacer necesaria la comprensión de su ambiente, de su interacción social con los otros y de la cultura propia. La ley de la conectividad o *webness* (De Kerckhove, 1997, 2003) se traslada al campo de la imagen y del código digital reconociendo, entre otras características, la importancia de la velocidad, la versatilidad (interoperabilidad), la transparencia y la complejidad de la comunicación. Brünner (2003) indica que la inteligencia no está sólo en la cabeza de las personas, sino que es distribuida al operar apoyándose en todo tipo de objetos externos a ella pero que forman parte del “armamento intelectual del individuo” (pp.125). Por todo ello, el proceso de enseñanza- aprendizaje pasa a considerarse distribuido, ya que tiene en cuenta el contexto en sentido general ante las posibilidades que la sociedad de la información ofrece aportando más posibilidades comunicativas, de mente a mente. Las nuevas tecnologías enriquecen el modelo tradicional (Brünner, 2003).

El laboratorio remoto es un ejemplo que ofrece herramientas sencillas que muestran ecuaciones matemáticas desde caminos comprensibles. En esta línea, hay proyectos clásicos dentro de CoLoS. En EEUU *El Museo de Física* y el *Castillo de Cálculo* (Iskander, Corey, Jones, Jameson y Balcells, 1995) como un acceso a la simulación y al modelado asumiendo la capacidad interactiva ante cambios de variables, observación de soluciones a tiempo real o simulación de experimentos famosos e importantes. En Noruega, *Superlab* en 1998 mantuvo las mismas ideas ampliándose este trabajo dentro de Supercomet. Las actuales websites de Supercomet 2 y los materiales de MOSEM² se encuentran en esta línea.

En España se trata de estimular el aprendizaje activo a través del proyecto *Laboratorio Remoto* de la Universidad de Murcia (proyecto 01881/CV/98; Proyecto Comenius, H-Sci, 2003) con enlaces disponibles en <http://colos.inf.um.es/rlab/> y <http://colos.inf.um.es/comenius/>. Además, nuevos desarrollos fueron elaborados en los años 2007 y 2008 en colaboración con la Universidad de Educación a Distancia (UNED, España). La física computacional y el modelado ofrece a los estudiantes nuevos caminos con nuevas formas de comprensión, descripción, explicación y predicción de fenómenos físicos (CoLos.org, 2009).

1.1. CoLoS

CoLoS es el acrónimo que responde a “**Conceptual Learning of Science**”, que traducido del inglés significa “Aprendizaje Conceptual de las Ciencias”. CoLoS es una asociación de equipos de investigación que promueve el desarrollo de métodos innovadores de enseñanza en ciencia y tecnología. CoLoS se caracteriza por centrarse en: a) el aprendizaje y la comprensión de los conceptos fundamentales en la ciencia; b) la integración de métodos cuantitativos con comprensiones cualitativas e intuitivas; c) la simulación y disposición de material en red hacia los usuarios.

Los antecedentes sobre las acciones de CoLoS se remontan a 1991 siguiendo el wiki disponible en <http://www.colos.org/>. Los miembros actuales pertenecen a los países de Inglaterra, Alemania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Taiwan, EEUU y Rusia, si bien hay colaboraciones a través de proyectos donde se cuenta con más de quince países, generalmente europeos (CoLoS, 2009). Las áreas de interés así como los recursos disponibles para profesores y estudiantes están recogidos en la tabla 1 pero también a través de enlaces desde el wiki dirigiéndose al menú de la izquierda dentro de “áreas de interés”.

La tabla 1 se presta a dos interpretaciones que describen la labor de CoLoS desde el aprendizaje conceptual de las ciencias. De un lado, las ciencias pueden ser interpretadas como áreas de interés entendiendo por ellas a ciencias como la Física o la Química, la Informática o la Ingeniería. También abarca a la Inteligencia Artificial o al Aprendizaje Soportado por Ordenador, también conocido como Enseñanza Asistida por Ordenador. En el caso de esta última, el aprendizaje de Modellus 4 implica el conocimiento de un programa que permite el modelado de ecuaciones matemáticas. De otro lado, la segunda interpretación refleja lo que el aprendizaje de las ciencias es utilizando recursos para la enseñanza de la ciencias. CoLoS, para favorecer el aprendizaje, utiliza 3 recursos: a) páginas web, b) objetos de aprendizaje y c) herramientas de autor:

Tabla 1: Áreas de interés. Basada en www.colos.org (2009)		
Física	Physlets	Página web Physics Applets: pequeños applets de Java diseñados para la educación científica. Ayuda en el uso de Physlets en la enseñanza
	Física Open Source	Colección de recursos curriculares que involucra a los estudiantes de Física, Informática y Modelos Computacionales
	Java-XYZ	Para configurar y visualizar simulaciones de física en tres dimensiones. El usuario puede colocar las partículas dentro de un cubo dando masa y carga además de otras especificaciones. Permite observar gráficamente estados futuros de acuerdo a las leyes de la física
Química	Web Virtual (Oxford, UK)	Contenedor: Experimentos virtuales, video clips, y cursos en línea.
Informática	Applets educativos	Señales y procesamiento de imagen, sistemas operativos y evaluación por sistemas computacionales
Ingeniería eléctrica	Jacob	Objetos de construcción Java: partículas basadas en herramientas de simulación para la construcción y la conducción virtual de los experimentos desde tópicos de electricidad y magnetismo
	CLOC	Circuitos de Aprendizaje Conceptual " <i>Conceptual Learning of Circuits</i> ": Simulación de diferencias actuales y potenciales en circuitos eléctricos simples
Aprendizaje soportado por ordenador	Ejs	Easy Java Simulations : Simulaciones con Java sencillas Modelado y herramientas de autor diseñadas para la creación de simulaciones por ordenador Dirigidas a profesores y estudiantes de ciencias no expertos
	Modellus	Modelado interactivo con matemáticas
Inteligencia artificial	Applets escritos utilizando Ejs Áreas: Algoritmos genéticos, Redes neuronales artificiales, Mapas de Auto- Organización	

a) CoLoS utiliza las páginas web como repositorios con un mayor o menor grado de interactividad como sucede con la web de Química con enlaces a cursos o vídeos en la

Universidad de Oxford, pero también páginas interactivas como la de Physlets pensada para ayudar en el uso de Physlets dirigidos a la educación científica.

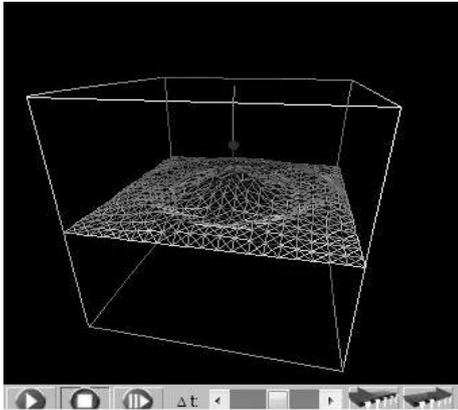
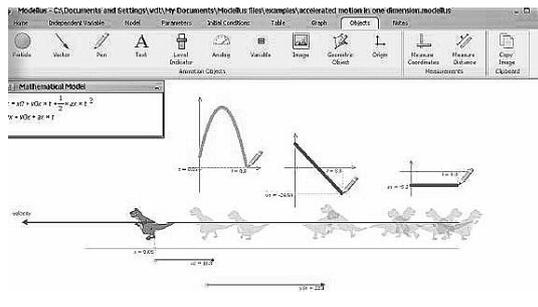
b) Los objetos de aprendizaje pueden ser colecciones "*open source*" (del inglés, recursos abiertos) y que involucran a los estudiantes. En CoLoS los objetos de aprendizaje son herramientas de simulación sobre partículas, circuitos o applets de diverso tipo (Jacob, CLOC, applets escritos utilizando Ejs, señales, sistemas o incluso evaluaciones por sistemas computacionales).

c) Las herramientas de autor ofrecen gráficamente representaciones ya sea en tres dimensiones (Java-XYZ y Ejs) ya sea en dos dimensiones (Modellus 4). Estas herramientas aportan a su creador la posibilidad de añadir acciones como sucede en el Java-XYZ donde el usuario coloca partículas dentro de un cubo identificando la masa u otras especificaciones. Permiten tanto la elaboración de simulación como el modelado.

La tabla 2 se centra en la interactividad utilizando un ejemplo con Java-XYZ y un ejemplo con el programa Modellus 4. En el ejemplo se ofrece una vista en tres dimensiones del experimento de simulación con el programa Java-XYZ (ver columna de la izquierda). Este programa ayuda a evitar conceptos erróneos que son inducidos por la introducción temprana del cuerpo rígido y el

usuario puede cambiar su punto de vista en cualquier momento. En el ejemplo b (ver columna de la derecha) se trabaja con matemáticas. El dinosaurio Dino está en movimiento arrastrando los vectores correspondientes permitiendo un modelado interactivo (Modellus, 2008).

Tabla 2: Interactividad. Ejemplos con herramientas de autor

 <p>a) Ejemplo con Java-XYZ</p>	 <p>b) Ejemplo con Modellus 4</p>
--	---

1. 2. Laboratorio remoto

El proyecto “Laboratorio Remoto” fue una investigación financiada por la Comunidad Autónoma de Murcia (España). La Fundación Séneca patrocinó este trabajo entre los años 2000-2001 y anteriormente el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de los fondos europeos FEDER 1FD 1997-1803 “Fisi-Net: Desarrollo de Aplicaciones y Uso de Servicios Telemáticos para la incorporación de las Nuevas Tecnologías para la educación de la Física”. Los proyectos proponían un laboratorio en línea para realizar prácticas. En este sentido, los ordenadores con conexión en línea ofrecen la posibilidad de imitar una asamblea real y este fue el centro del trabajo con estudiantes de entre 17 y 20 años. El grupo de estudiantes se encontraba dentro de la formación profesional y/o los primeros años de la universidad, si bien con la posibilidad futura de un aprendizaje continuo en la línea de la enseñanza de las ciencias y el aprendizaje de la Física. En ese tiempo, las bases del proyecto “Laboratorio Remoto” reconocían que este espacio de trabajo era una innovación en el campo de la educación. Se prestó especial atención tanto al diseño como a la construcción desde el estudio de las ventajas y los inconvenientes que este espacio podría suponer tanto en la enseñanza como en el aprendizaje asumiendo con similar interés: a) el diseño educativo, b) la elaboración de un espacio docente y c) el contenido en Física.

Los desafíos se centraron en la variable espacio-tiempo dentro de un contexto de enseñanza, la velocidad de transmisión y el código de transmisión. Después de ello, el proyecto siguió desarrollándose por CoLoS en la Universidad de Murcia como socio de la ONG internacional *Hands-On Science* (Hsci, 2003). Desde la Universidad de Murcia se han desarrollado trabajos en varias líneas relacionados con el tema que nos ocupa. Entre otros, se ha prestando atención al desarrollo de conceptos (Manzanera, Sánchez, Núñez, Molina y Zamarro,

2006; Fernández, Cañizares, Amorós y Zamarro, 2010), los entornos de aprendizaje colaborativo integrándolos en laboratorios remotos (Martínez-Carreras y Gómez-Skarmeta, 2008), la interactividad en la enseñanza de la física (Esquembre, 2004; Esquembre, Martín, et. al, 2004; Zamarro et. al., 2006), la colaboración, simulación y modelado (Martín, Zamarro y Celdrán, 2006; Núñez, Molina, Zamarro y Martín, 2006).

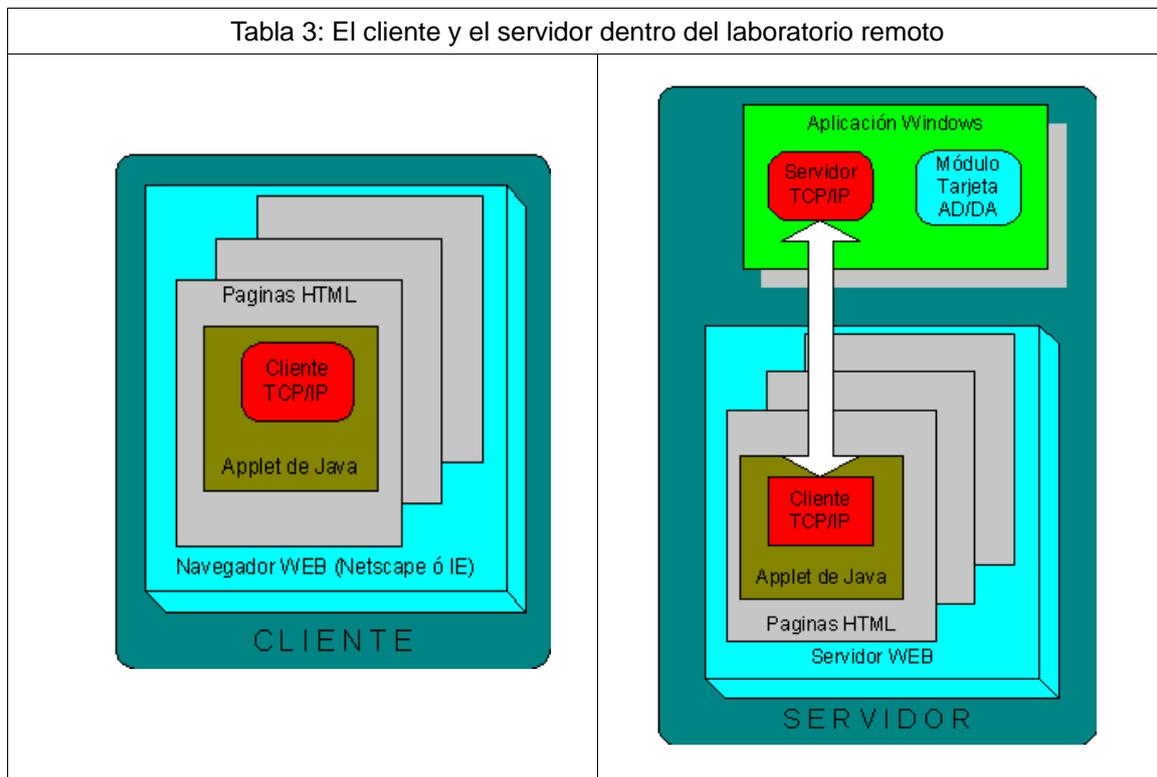
También se ha puesto atención en las consideraciones sobre diseño de medios, recursos y metodologías de enseñanza (Esquembre, 2004; Esquembre, Martín et. al., 2004; Zamarro, Fernández, Amorós y Esquembre, 2006; Martínez, Fernández, Amorós, Esquembre y Zamarro; 2010). El laboratorio remoto está al día de hoy disponible en inglés y español en la web <http://colos.inf.um.es/r/lab/>.

1.2.1. La idea

La idea consiste en realizar experimentos sin necesidad de estar presentes en un laboratorio, asumiendo estas ventajas y posibilidades. Con ello se consigue crear un **laboratorio remoto de electrónica** a través de Internet, para lo cual se utiliza una arquitectura cliente/servidor.

1.2.2. El Sr. Cliente y el Sr. Servidor

En una arquitectura como la del laboratorio remoto hay dos señores que son el señor cliente y el señor servidor. Ambos son absolutamente necesarios y no pueden estar el uno sin el otro. En la tabla 3 (derecha) se pueden ver las *tripas* del cliente.



Con un navegador de Internet (Netscape ó Microsoft Internet Explorer) se entra al servidor Web y después al laboratorio remoto. Estas páginas contienen los applets de Java que controlan los experimentos. En la figura de la izquierda se pueden ver las *tripas* del señor servidor, reconociendo a su hija y a su hijo: (a) la aplicación Windows y (b) el servidor Web. De un lado, la aplicación Windows es el programa principal. Sirve para el control de la tarjeta de adquisición de datos y como servidor TCP/IP para procesar las peticiones que realizan los clientes. De otro lado, el servidor Web contiene las páginas HTML que a su vez contienen las explicaciones pertinentes respecto al experimento que se va a realizar así como el applet (programa Java) de control del experimento.

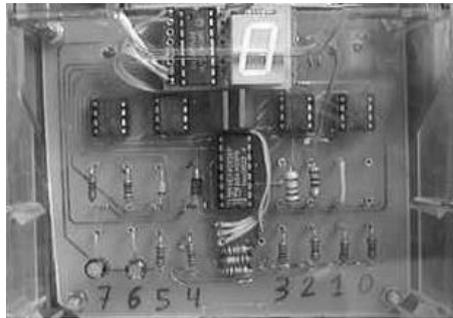
El laboratorio remoto ofrece en una página web con enlaces la documentación desarrollada dentro del proyecto: sobre componentes principales de este proyecto, idea desde la que parte, tarjeta de adquisición de datos, placa de experimentos que ha sido construida artesanalmente, programa (*software*) desarrollado, protocolo de comunicación que se utiliza, dos experimentos desarrollados, la última información con la que se trabaja y enlaces relacionados tanto con el propio laboratorio remoto, como con sensores y controles remotos. La página finaliza con un apartado de agradecimientos y dos direcciones de correo electrónico para establecer contacto si se precisa.

2. Con la interactividad.

Poniendo el punto de mira en la enseñanza de las Ciencias y considerando la actual sociedad basada en las tecnologías de la información y de la comunicación, las consideraciones culturales deben estudiarse estableciendo una fuerte relación con el término de interactividad en favor del reconocimiento de uno mismo. Así, cuando se trata la comunicación humana, la información es entendida como significado. El significado se encuentra en las personas, en nosotros mismos como receptores. En este sentido, atendiendo al medio utilizado, Martínez (2000) reconoce que los medios imponen el código y sus condiciones, y esas condiciones necesitan ser interpretadas bajo una convención si se quiere hablar de información. Así pues, tanto la creación como la interpretación del código está sujeta a la impronta cultural afectando a la comprensión de la información especialmente importante dentro de contextos educativos.

Hoy en día, coincidiendo con Martínez (2004), la interculturalidad es reconocida como una herramienta tanto para profesores como para estudiantes. El contenido de la web "Laboratorio Remoto" es multimedia al poner a disposición del usuario elementos visuales como ejemplos y tutoriales mezclando texto escrito, dibujo, esquemas, gráficos y fotografía digital. En la foto 1 el LED de 7 segmentos controlado por un IC indica el número del experimento a elegir. La fotografía 2 muestra con más detalle una parte de la placa de experimentos artesanal centrándose en el experimento 0 a 3, mientras que el detalle de la fotografía 3 se centra en los experimentos 4 a 7.

Foto 1: Placa de experimentos



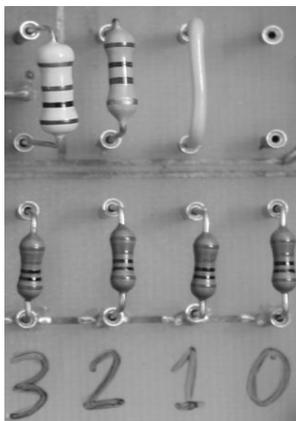
Por Miguel Celdrán Gallego

<http://colos.inf.um.es/r/lab/images/expboard.jpg>

En la foto 1 se ha utilizado una tarjeta DAS08/Jr-AO. Como se trata de una tarjeta muy sencilla se potencia con un *hardware* adicional, en este caso se han utilizado unos circuitos operacionales y un multiplexor. Los circuitos operacionales consiguen una mayor corriente de salida. Gracias al multiplexor se realizan más de un experimento con una sola salida analógica de la tarjeta de adquisición de datos. El CI operacional proporciona aproximadamente unos 250 mA de salida (hay otros operacionales que pueden dar más de 1A) y el multiplexor, que controlado por las salidas digitales de la tarjeta, permite conectar hasta 8 experimentos por cada salida analógica de la tarjeta.

En la fotografía 2 se muestra un circuito abierto (experimento 0) y otro cerrado (1) así como las resistencias con menor número de ohmios (experimento 2) o mayor número de ohmios (experimento 3). En la foto 3 se advierten diodos (experimento 4 y 5) y circuitos RC con menor o mayor resistencia (experimentos 6 y 7).

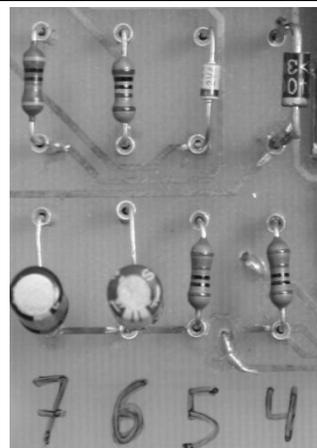
Foto 2: Placa de experimentos 0 a 3. Detalle



Por Miguel Celdrán Gallego

<http://colos.inf.um.es/r/lab/images/exp0a3.jpg>

Foto 3: Placa de experimentos 4 a 7. Detalle

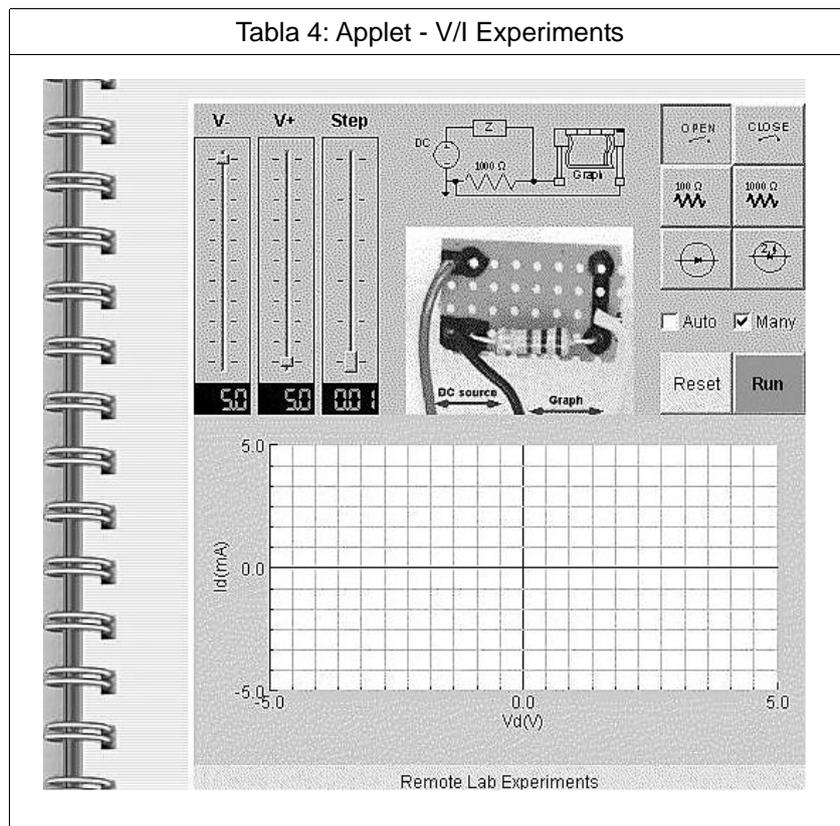


Por Miguel Celdrán Gallego

<http://colos.inf.um.es/r/lab/images/exp4a7.jpg>

La tabla 4 muestra una aplicación particular, centrada en el applet del experimento V/I disponible en <http://colos.inf.um.es/r/lab/en/AppletVI.htm>. La aplicación versa sobre la obtención de las características I/V de un dispositivo eléctrico. Hay disponible un esquema de los experimentos y un tutorial donde revisar conceptos de interés que tienen que ver con las características de los elementos de un circuito. Para controlar el experimento hay que pulsar un botón que lanzará un applet para llevar a efecto este control, obtener más información sobre el funcionamiento del applet o directamente ejecutarlo.

Desde el punto de vista de la comunicación, Salomon (1979) identifica dos sistemas dentro del campo de la instrucción y los medios. Estos sistemas son los medios en sí mismos y el sistema cognitivo. Ambos necesitan ser estudiados porque la adquisición del conocimiento está mediada por funciones cognitivas simbólicas, el *input* o entrada del medio, y finalmente el sistema simbólico utilizado en el entorno. En la línea de ofrecer respuestas individuales ante necesidades individuales Martínez (2000) consideró los siguientes criterios: 1) El medio ofrece posibilidades de emisión y recepción; 2) El medio vence las variables espacio y tiempo; 3) El medio necesita un sistema de codificación especialmente único; 4) El medio contiene estética; 5) En el proceso de enseñanza, la intención de utilizar un medio se dirige hacia el apoyo para promover la comunicación.



3. Hacia la interculturalidad.

Tomando los trabajos de Wood, Landry & Bloomfield (2006) y James (2007) la interculturalidad es un proceso de interacciones y de intercambio de ideas. James (2007) reconoce en ella el sentido de aprendizaje. Por su parte, en el

año europeo del diálogo intercultural, el Consejo de Europa atendió al mantenimiento del intercambio de puntos de vista de forma abierta y respetuosa entre las personas y los grupos de diferente etnia, cultura, religión y lengua (Consejo de Europa, 2008).

Siguiendo en detalle estas tres aportaciones se ha elaborado la tabla 5 sobre el término “interculturalidad”. Las dos primeras acepciones se refieren a la interculturalidad en tanto que concepto en sí mismo, mientras que la tercera aportación se resuelve sobre la base del diálogo. Todas las aportaciones coinciden en que la interculturalidad se relaciona con las diferencias culturales e implica una labor mutua, ya sea refiriéndose al aprendizaje mutuo (Wood, Landry y Bloomfield, 2006), al respeto mutuo (James, 2007) o a la comprensión mutua del diálogo (Consejo de Europa, 2008).

Atendiendo a la tabla 5, la interactividad debe ser estudiada como una consideración importante en la línea de escuchar y comprender dentro de un diálogo común entre las personas que poseen tanto características similares como diferentes. El intercambio de ideas necesita crear procesos, con acuerdos pero también con desacuerdos, tendentes a la mejora de la igualdad más que de la desigualdad, al tiempo que trabajar atendiendo a todas las sociedades dialogando juntos. En este sentido, James (2007) reconoce que hay un debate sobre la interculturalidad dentro y fuera de los círculos políticos con nombres influyentes como Bhikhu Parekh, Paul Gilroy, Avtar Brah, Amartya Sen y Miles Hewstone.

Tabla 5: Interculturalidad	
Wood, Landry y Bloomfield (2006:2)	<ul style="list-style-type: none"> - Relevancia de la interacción y el intercambio de ideas entre los diferentes grupos culturales - Transformación del espacio público, instituciones y cultura cívica - Participación activa de las culturas - Conflicto como proceso inevitable y creativo - Crecimiento y aprendizaje mutuo - Competencia intercultural: obtención de habilidades que permitan la interacción entre diferentes personas independientemente de sus orígenes
James, M. (2007:2)	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso dinámico - Personas de diferentes culturas interactúan para aprender y cuestionar su propia cultura y la de los otros - Con el tiempo, puede llevar a un cambio cultural - Requiere de respeto mutuo y reconocimiento de los derechos humanos - Reconoce las desigualdades en el trabajo y la importancia de eliminar estas Desigualdades
Consejo de Europa (2008: 10-11)	<ul style="list-style-type: none"> - Diálogo como intercambio abierto y respetuoso, basado en la comprensión mutua, entre individuos y grupos de etnia, religión, lengua, cultura y patrimonio diferente - Funciona en todos los niveles: entre sociedades, entre las sociedades de Europa y entre Europa y el resto del mundo

James (2007) dentro del contexto anglosajón, muestra su pensamiento acerca de la interculturalidad en la línea de la multiculturalidad interactiva, la cultura de la convivencia, la identidad y el contacto como muestras profundas a la hora de aprender juntos.

Un ejemplo práctico se advierte en la foto 4 con un equipo de trabajo unido por un interés común: la superconductividad. La foto 4 fue tomada dentro de la feria de Lorca (Murcia), celebrada en febrero de 2006 y denominada TodoCiencia. Los interesados acudían a la mesa de experimentos. El experimento que se desarrolla trabaja con el nitrógeno líquido y su efecto sobre un cuerpo sorprende a todos mientras dialogan alrededor de lo que está sucediendo. El experimento se graba a través de una cámara web (parte inferior derecha de la fotografía 4) mientras los jóvenes atienden al fenómeno de la levitación investigando acerca de la certeza de este fenómeno por observación y tacto.

Foto 4: Observando la levitación de un imán bañado por nitrógeno líquido



Por Luisa M. Fernández López

Para concluir, si bien sería conveniente trabajar los términos multiculturalidad-multiculturalismo, así como interculturalidad-interculturalismo, se deja para otro trabajo las diferencias y similitudes de ambos términos vinculados al campo de las ciencias sociales. No obstante, desde el trabajo de Wood, Landry y Bloomfield (2006) se reconocen matices distintos entre los términos interculturalidad y multiculturalidad. Para ellos la multiculturalidad protege la diversidad y la celebra teniendo en cuenta las lenguas minoritarias, las religiones y las prácticas culturales de acuerdo con los derechos, con la legislación. Sin embargo, este enfoque ha sido cuestionado, particularmente a nivel local, ya que las distintas comunidades cultural y espacialmente muestran “vidas paralelas”. En otras palabras, la multiculturalidad reconoce a las minorías alienándolas y dirigiéndolas a entornos externos a la tolerancia. Por su parte, sin abandonar por completo el multiculturalismo, la interculturalidad enfatiza la interacción y el intercambio de ideas entre los diferentes grupos culturales. Se va más allá de la igualdad de oportunidades y el respeto a las diferencias llegando a la transformación del espacio público, las instituciones y la cultura cívica.

4. Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a Joaquín Herrero y Aurelio Arenas por su inestimable ayuda en todo lo referente a la parte electrónica que se ha desarrollado. Agradecemos la financiación por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto FEDER 1FD 1997-1803 Fisi-Net: Desarrollo de Aplicaciones y Utilización de Servicios Telemáticos para la Incorporación de las Nuevas Tecnologías a la Enseñanza de la Física. Así mismo agradecemos la financiación por parte de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia Programa Séneca a través del proyecto: 01881/CV/98 así como el soporte de la Fundación Cheshire Ireland, en los condados de Wicklow y Kildare.

Referencias bibliográficas

- BRÜNNER, J. J. (2004). [2003]. *Educación e Internet ¿la próxima revolución?*. 1ª reimp. Santiago: Fondo de Cultura Económica.
- CASAMAYOR, A., AMANDI, A. & CAMPO, M. (2009). Intelligent assistance for teachers in collaborative e-learning environments. *Computers & Education*, 53(4), 1147-1154.
- CHRISTIAN, W. & BELLONI, M. (2001). *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*. New Jersey: Prentice Hall.
- CoLoS. (2009). Conceptual Learning of Sciences. (<http://www.colos.org/>) (14-06-09).
- COUNCIL OF EUROPE. (2008). *White Paper on Intercultural Dialogue. Living Together As Equals in Dignity*. Strasbourg, France: European Commission. (http://www.interculturaldialogue2008.eu/fileadmin/downloads/resources/White_Paper_final_revised_EN.pdf) (09-06-09).
- EOW, Y.L., ALI, W.Z. Bte.w, MAHMUD, R. bt. & BAKI, R. (2010). Computers games development and appreciative learning approach in enhancing students' creative perception. *Computers & Education*, 54(1), 146-161.
- ESQUEMBRE, F. (2004). *Creación de Simulaciones Interactivas en Java. Aplicación a la Enseñanza de la Física*. Madrid: Pearson.
- ESQUEMBRE, F., MARTÍN, E., CHRISTIAN, W. & BELLONI, M. (2004). *Fislets. Enseñanza de la Física con material Interactivo*. Madrid: Pearson.
- FERNÁNDEZ, L. M., CAÑIZARES, M., AMORÓS, L. & ZAMARRO, J.M. (2010). Conducción eléctrica: Una experiencia considerando imagen y trabajo colaborativo en la enseñanza. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 4, 1; 109-117. (http://www.journal.lapen.org.mx/jan10/LAJPE_229_Lucia_Amoros_preprint_cor_f.pdf) (19-04-10).
- HSci. (2003). Hands on Sciences. 110157-CP-1-2003-1-PT-COMENIUS-C3. (<http://www.hsci.info/index.html>) (23-05-09).
- HUTCHINS, E. (2000). *Distributed Cognition*. (<http://eclectic.ss.uci.edu/~drwhite/Anthro179a/DistributedCognition.pdf>) (5/18/00).
- ISKANDER, M. F., COREY, J., JONES, A., JAMESON, R. & BALCELLS, A. (1995). *Interactive Multimedia Lessons for Education*. Utah, USA: CAEME

Center. (<http://fie-conference.org/fie95/3a2/3a21/3a21.htm>) (23-05-09).

JAMES, M. (2007). *Interculturalism: Theory and policy*. London: The Baring Foundation. (<http://www.coventry.ac.uk/researchnet/external/content/1/c4/48/75/v1207323340/user/interculturalism.pdf>) (09-06-09).

KERCKHOVE, D. de. (1999) [1997]. *Inteligencias en conexión*. Barcelona: Gedisa. *Connected intelligence. The arrival of the web society*. Somerville House Books Limited.

KERCKHOVE, D. de. (2003?). Per un nuovo modelo pedagogico. Documento electrónico. (01-06-03). Acceso interno.

MANZANERA, T., SÁNCHEZ-LACASA, J., NÚÑEZ, M. J., MOLINA-CUBEROS, G. J. & ZAMARRO, J. M. (2006). A Pedagogical Approximation to the Problem of the Structure of the Asteroid Belt between Mars and Jupiter. En M.F. PEREIRA DA CUNHA MARTINS COSTA (Dir.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Hands-on Science. Science Education and Sustainable Development*. Braga: HSCI2006; 67-71.

MARTÍN, E., ZAMARRO, J.M. & CELDRÁN, M. (2006). Recoil Project and Colab Modelling Tool. En M. PEREIRA (Dir.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Hands-on Science. Science Education and Sustainable Development*. Braga: HSCI2006; 100.

MARTÍNEZ, F. (2000). ¿A dónde vamos con los medios?. En J. CABERO, F. MARTÍNEZ & J. SALINAS (Coords.). *Medios Audiovisuales y Nuevas Tecnologías para la Formación en el S. XXI*. Murcia: DM.

MARTÍNEZ, F. (2004). *Alicia en el país de las tecnologías*. En F. MARTÍNEZ & M. P. PRENDES, *Nuevas Tecnologías y Educación*. Madrid. Pearson. 195-204.

MARTÍNEZ, F., FERNÁNDEZ, L. M., AMORÓS, L., ESQUEMBRE, F. & ZAMARRO, J. M. (2010). Teacher Guide and Seminar: experience in Physics Education. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 4, 1; 174-180. (http://www.journal.lapen.org.mx/jan10/LAJPE_230_Lucia_Amoros_preprint_corr_f.pdf) (19-04-10).

MARTÍNEZ-CARRERAS, M. A. & GÓMEZ-SKARMETA, A. (2008). Towards interoperability: a wrapper model for integrating remote laboratories in a collaborative discovery learning environment. *Software-Practice and Experience*, 38; 1601-1620. (<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/117943167/PDFSTART>) (19-04-10).

MODELLUS 4. (2008). Tutorial. (<http://modellus.fct.unl.pt/>) (http://modellus.fct.unl.pt/file.php/1/2008_Modellus_4.01_Flyer_UK.pdf) (14-06-09).

NUÑEZ, M. J., MOLINA, G. J., ZAMARRO, J. M. & MARTÍN, E. (2006). Introducing Computer Assisted Modelling In The Physics Curriculum: Learning PhYsics by Building Simulations. En M. PEREIRA (Dir.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Hands-on Science. Science Education and Sustainable Development*. Braga: HSCI2006; 100.

PRENDES, M. P. (1994). Hipertexto, hipermedios y multimedios: un universo educativo. En P. ORTEGA & F. MARTÍNEZ SÁNCHEZ, *Educación y Nuevas Tecnologías*. Murcia: CajaMurcia, Obra Social. p. 183- 192.

PRENDES, M. P. (1995). Redes de cable y enseñanza. En J. CABERO & F. MARTÍNEZ, *Nuevos canales de comunicación en la enseñanza*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.

PRENDES, M. P. (2004). 2001: una odisea en el ciberespacio. En F. MARTÍNEZ & M. P. PRENDES, *Nuevas Tecnologías y Educación*. Madrid: Pearson. 171-194.

POSADA, J. M. de. (2002). Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 2; 92-113. (<http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/Numero2/Art4.pdf>) (16-04-10).

POZO, J. I. & GÓMEZ CRESPO, M. A. (2006) [1998]. *Aprender y enseñar ciencia*. (5ª ed.). Madrid: Morata.

SALOMON, G. (1994) [1979]. *Interaction of media, Cognition, and Learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

WOOD, P., LANDRY, CH. & BLOOMFIELD, J. (2006). *How can we unlock the potential of cultural diversity in cities?*. York, UK: Joseph Rowntree Foundation. (<http://www.jrf.org.uk/sites/files/jrf/1950.pdf>) (09-06-09).

ZAMARRO, J. M., FERNÁNDEZ, L. M., AMORÓS, L. & ESQUEMBRE, F. (2006). SUPERCOMET2: Superconductivity to Motivate Students to Learn Electromagnetism. En M. PEREIRA (Dir.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Hands-on Science. Science Education and Sustainable Development*. Braga: HSCI2006; 445.

ZAMARRO, J. M., NÚÑEZ, M. J., MOLINA, G. & MARTÍN, E. (2006). *Hands on Mind. Aprender Construyendo*. Murcia: Departamento de Física-Universidad de Murcia.