

# REUTILIZACIÓN DE OBJETOS EDUCATIVOS PARA EL ESTUDIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

F. GARCÍA-SEVILLA<sup>1</sup>, M. LATORRE<sup>2</sup>, E. LÓPEZ-ALDEA<sup>3</sup>, J. PÉREZ<sup>4</sup>, A. HILARIO<sup>5</sup>,  
S. ACHA<sup>6</sup>, E. SANCRISTOBAL<sup>2</sup>, G. DÍAZ<sup>2</sup> y M. CASTRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Comunicaciones. Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete. Universidad de Castilla-La Mancha. España.*

<sup>2</sup>*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.*

<sup>3</sup>*NIEDAX. España.*

<sup>4</sup>*INDRA. España.*

<sup>5</sup>*Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia. España.*

<sup>6</sup>*Departamento de Tecnología Electrónica. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos. España.*

*En esta comunicación se describen las posibilidades que presenta el uso de los objetos educativos para la enseñanza en general y su aplicación en el estudio de asignaturas experimentales en la enseñanza no presencial, impartidas por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Se define así mismo la metodología desarrollada para permitir, de una forma sencilla, no sólo la clasificación de los materiales realizados con anterioridad sino también la incorporación de otros nuevos.*

## 1. Introducción

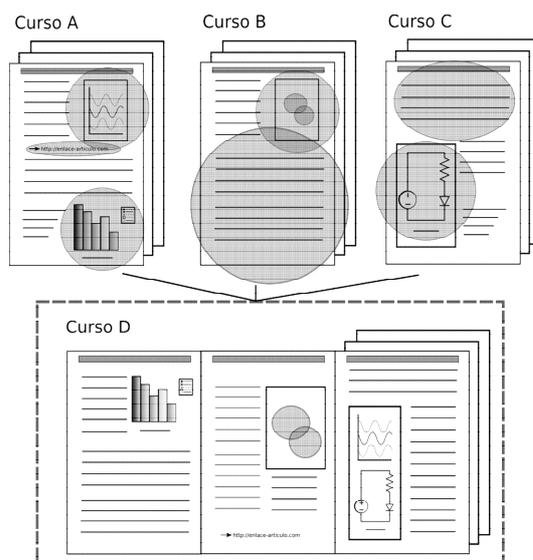
El concepto de objeto educativo (OA) aparece recientemente en la bibliografía [1] y es descrito por Wiley como “Un nuevo tipo de instrucción basada en el computador y fundamentada en el paradigma de la programación orientada a objetos empleada en las ciencias de la computación. Se valora principalmente la creación de componentes (llamados objetos) que puedan ser reutilizados en múltiples contextos de aprendizaje. La idea fundamental que subyace detrás de los objetos educativos es que los diseñadores instruccionales puedan construir pequeños componentes de instrucción (en relación al tamaño que tendría un curso completo) que puedan ser reutilizados en otros contextos diferentes de aprendizaje”.

No existe definición del mismo en la Wikipedia en castellano, aunque en inglés [2] sí está definido en una de sus acepciones más completa como “*A digital, self-contained, reusable entity with a clear learning aim that contains at least three internal changing and editable components: content, instructional activities (learning activities), and context elements. As a complement, the learning object should have an external component of information which helps its identification, storage, and recovery: the metadata*”, traducida por el propio autor como “Una entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. A manera de complemento, los OA han de tener una estructura (externa) de información que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación: los metadatos” tomada la referencia del Blog de Chiappe [3].

Además de esta idea básica, los objetos educativos son vistos generalmente como entidades digitales a las que se puede acceder mediante Internet, esto permite su uso por un gran número de personas simultáneamente en contra de lo que ocurre con otros elementos tradicionales,

como un libro o una cinta de vídeo, que no pueden estar simultáneamente en más de un lugar. Otra posibilidad importante que presentan los objetos educativos es que permiten la colaboración de aquellos que los incorporen en sus cursos, con lo que se facilita la creación y actualización de nuevas versiones de los mismos.

Hoy día existen muchas plataformas de enseñanza virtual, tanto comerciales como de libre distribución e investigación, que buscan, empleando para el diseño de los cursos un modelo basado en objetos educativos (*Learning Object Model*), sistematizar la producción de materiales educativos de calidad que puedan ser reutilizados o intercambiados con otros sistemas y que puedan ser fácilmente actualizados y mantenidos a lo largo del tiempo, (Figura 1).



**Figura 1.** Reutilización de objetos de varios cursos para crear otro.

Para poder conseguir estos objetivos es fundamental la existencia de recomendaciones y estándares ampliamente aceptados que permitan la reutilización de los objetos educativos y su intercambio entre diferentes plataformas. Sin embargo, la mera existencia de estándares no es suficiente para los diseñadores de materiales educativos, que necesitan además de ejemplos prácticos y aplicaciones reales que les orienten a la hora de aplicar la normativa para conseguir una adecuada interoperabilidad de los objetos educativos.

## 2. Tecnologías de marcado

Para conseguir que el material educativo esté correctamente diseñado empleando el modelo de objetos educativos es imprescindible que los objetos educativos empleados sean neutros respecto de la pedagogía, contexto y medio de forma que su contenido sea adaptable a las necesidades didácticas de los diferentes escenarios de reutilización.

La forma más eficiente de conseguir esta adaptabilidad es emplear objetos de tamaño pequeño y encapsulados, de forma que permitan una sencilla clasificación y una búsqueda sistemática del contenido de los mismos. Esto se puede conseguir, por ejemplo, haciendo uso de las tecnologías de marcado que poseen inherentemente estas características y facilitan, por tanto, la aplicación del modelo de objetos educativos al dotarlos de la adaptabilidad necesaria. Entre ellas se pueden destacar: Dublin Core, CanCore, SCORM y LOM.

Un factor importante a tener en cuenta es la unidad mínima de objeto a utilizar, si ésta es muy pequeña se eleva el número de objetos haciendo la tarea de catalogación costosa. En este punto hay que resaltar que las herramientas disponibles han ido adoptando dichos estándares de forma gradual, proporcionando a veces un nivel parcial de conformidad (*conformance*).

El modelo LOM se basa en el conjunto de metadatos de Dublín Core (aprox. 2/3 partes más descripciones sobre la enseñanza), éste se emplea en la descripción de contenidos web, especialmente en las bibliotecas digitales. LOM permite realizar la descripción en una estructura jerárquica con una serie de atributos, y, especifica los vocabularios admitidos en cada una de ellas. Consta de nueve categorías principales con 79 elementos, opcionales y repetibles.

Debido a la diversidad de contenidos a los que está orientado el estándar LOM, se hace uso de una parte de ellos para definir de forma adecuada los objetos. En las distintas categorías se encuentran campos como el título y el autor/es del objeto, palabras clave o relacionadas con sus especificaciones técnicas: tamaño, fecha, ubicación, tipo de archivo, entre otros. Un extracto de un fichero XML de etiquetas con este estándar sería el mostrado en la Figura 2, donde se han resaltado dichas categorías.

```

<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOMv1p0">
  <general>
    <title>
      <string xml:lang="es">Filtro paso banda RC pasivo</string>
    </title>
    <description>
      <string>
        Circuito electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal
        y atenúa el paso del resto.
      </string>
    </description>
  </general>
  <lifecycle><!-- versión, autores, ... --></lifecycle>
  <meta-metadata></meta-metadata>
  <technical>
    <format>text/plain</format>
    <location type="URI">http://www.uned.es/oa/filtropasobandaRC.cir</location>
    <otherPlatformRequirements><string language="es">MicroCAP v9.0 ó sup.</string>
    </otherPlatformRequirements>
  </technical>
  <educational>
    <learningResourceType> <value>simulation</value></learningResourceType>
  </educational>
  <rights>
    <!-- información sobre derechos de autor, tipo de licencia y costes del objeto -->
  </rights>
  <relation><!-- vinculación con otros oa: se referencia en un libro, basado en otro, etc. -->
  </relation>
  <annotation><!-- notas adicionales y aclaraciones --></annotation>
  <classification>
    <purpose><value>discipline</value></purpose>
    <taxonpath>
      <taxon>
        <entry><langstring lang="es">Electrónica analógica</langstring></entry>
      </taxon>
    </classification>
  </lom>

```

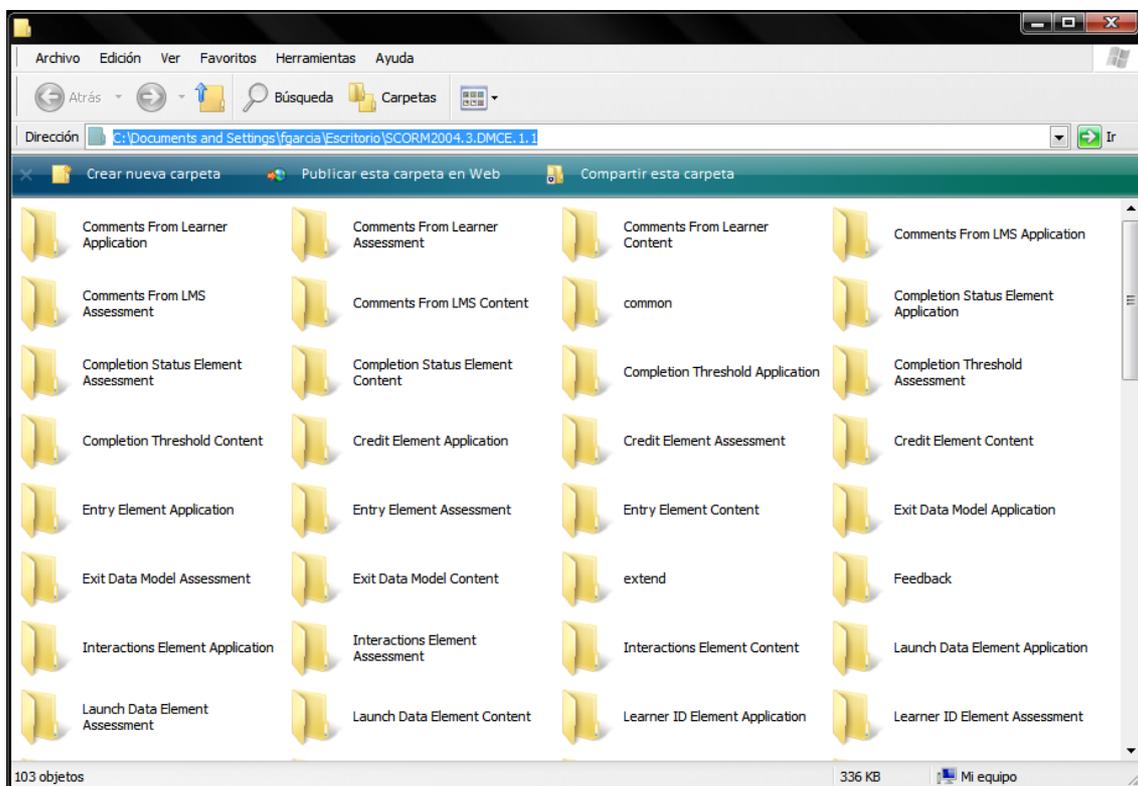
Figura 2. Descripción de etiquetas con categorías.

### 3. Normalización

Aunque, como ya se ha dicho, son muchas las plataformas que compiten por hacerse un hueco en el campo de la enseñanza virtual, las especificaciones de normalización más ampliamente aceptadas del modelado de objetos educativos son las propuestas por *IMS Global Learning Consortium Inc.* en la *IMS Content Packaging* donde se describe con detalle cómo se debe empaquetar el contenido educativo para que pueda ser procesado por otro sistema *e-learning* (conocido como *LMS, Learning Management System*).

Al distribuir una serie de contenidos empaquetados según el *Content Packaging* de *IMS*, se crea un paquete comprimido, generalmente zip, denominado Archivo de Intercambio de Paquetes (*Package Interchange File*, o PIF) con los recursos educativos, los metadatos LOM y un documento fundamental conocido como manifiesto. Este documento es un fichero en formato XML en el que se describe, a dos niveles, la estructura de los contenidos incluidos en el paquete. Por un lado, en el manifiesto se describen cada uno de los recursos del paquete (ficheros HTML, documentos PDF, animaciones en Flash, etc.) y por otro, se describe la organización de dichos recursos, es decir, cómo se estructura el contenido del paquete.

Un ejemplo de uso y adaptación concreta del *IMS Content Packaging* es la propuesta SCORM<sup>®</sup> (*Sharable Content Object Reference Model*) realizada por la iniciativa ADL (*Advanced Distributed Learning*) del Departamento de Defensa de Estados Unidos. Como se aprecia en la Figura 3, tener en cuenta todas las especificaciones de esta propuesta puede ser mucho más laborioso que diseñar desde cero el material instruccional sin emplear el modelo de objetos educativos. Precisamente éste es uno de los motivos por los que se ha abordado la tarea de clasificar y reorganizar como objetos educativos todo el material desarrollado hasta la fecha por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.



**Figura 3.** Estructura de directorios (parcial) correspondiente a la especificación SCORM<sup>®</sup> 2004.3.

## 4. Material disponible

En el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia se viene desarrollando por parte del grupo de trabajo CAEE desde hace ya varios años diverso material educativo [4] – [11], destinado fundamentalmente a la formación de los alumnos de la UNED (por ejemplo en la educación no presencial).

Todo este material cuenta, además del soporte habitual en papel, con gran cantidad de documentos, ejemplos de simulación, problemas resueltos, aplicaciones multimedia, manuales, etc. en soporte electrónico. Estos materiales no están organizados como un todo sino que cada uno de ellos está diseñado de manera individual, en función del objetivo del mismo y del público concreto al que iban dedicados.

El trabajo que se está elaborando actualmente es catalogar todo el material disponible y desarrollar las aplicaciones informáticas necesarias para generar, empleando un lenguaje de marcado como XML, los objetos educativos con las características adecuadas para su posible reutilización en cualquier curso de enseñanza virtual (*e-learning*).

Toda esta información se almacenará en un repositorio de objetos educativos con el fin de hacerlos accesibles a los usuarios, (Figura 4), facilitando su consulta tanto a alumnos como a instructores. Utilizando el estándar actual LOM se trata de mejorar la búsqueda y reutilización de dichos recursos.

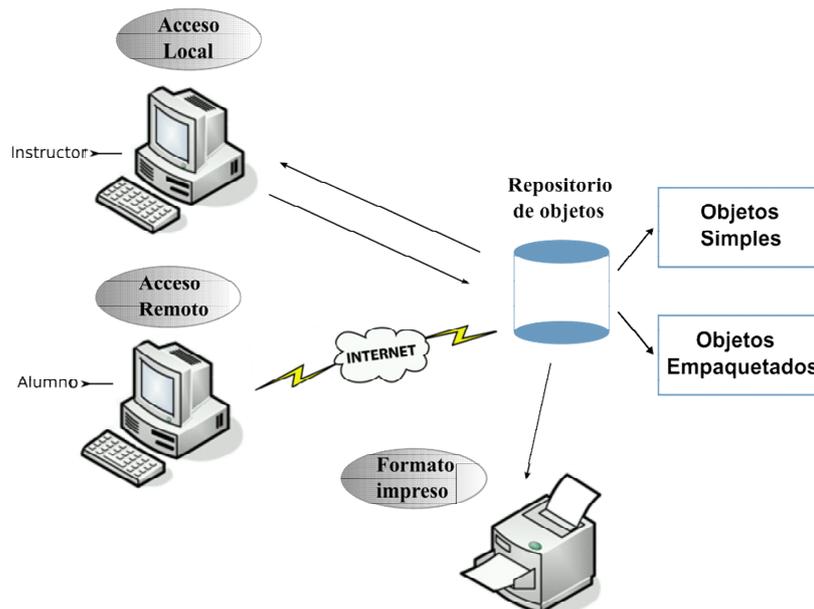


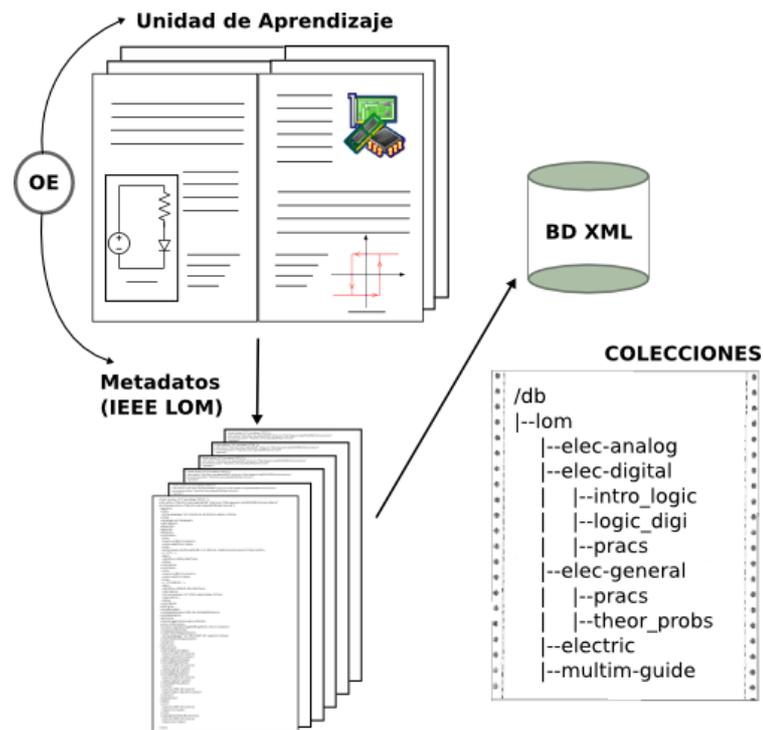
Figura 4. Funcionalidad de un repositorio de objetos educativos

## 5. Diseño del repositorio

En Electrónica podríamos considerar al circuito eléctrico como el equivalente del objeto educativo aunque, desde luego, siempre es posible encontrar elementos todavía más pequeños, en función del punto de vista considerado en el análisis. No obstante, el número de elementos que se obtendrían consideramos objetos educativos muy pequeños haría que el sistema fuera muy poco útil y manejable. Por tanto, es necesario, aunque no necesariamente sencillo, buscar un punto de equilibrio entre el tamaño y el número de los objetos educativos obtenidos.

Uno de los problemas principales a la hora de trabajar con los objetos de aprendizaje, es que las bases de datos relacionales (basadas en una tabla de filas y columnas) no se pueden emplear en este contexto y es necesario recurrir a bases de datos capaces de procesar ficheros XML nativos para manejar información que está repartida en diferentes documentos. Por este motivo, las primeras publicaciones sobre el modelo de objetos de aprendizaje fueron muy escasas y difíciles debido a la poca oferta y elevado coste de las plataformas de aprendizaje (*e-learning*) existentes. Afortunadamente esta situación ha cambiado y actualmente existe una amplia oferta [12] de productos comerciales y aplicaciones desarrolladas por instituciones educativas o sin ánimo de lucro.

La aplicación Web desarrollada emplea eXist para el manejo de la base de datos. eXist es una aplicación de código abierto (bajo licencia GNU LGPL) orientada a la búsqueda y almacenamiento de ficheros XML desarrollada inicialmente por Wolfgang Meier. Es posible utilizar cualquier explorador de páginas web como interfaz entre el usuario y el servidor Jetty escrito en Java™. La puesta en funcionamiento del servidor es muy sencilla y rápida y únicamente requiere de la ejecución de un fichero script que se realiza en tan solo unos minutos. Los documentos usados en el sistema se agrupan en colecciones bajo una raíz principal formando lo que se conoce usualmente como jerarquía (Figura 5). Además las herramientas incluidas con la aplicación permiten al administrador del sistema el control de los usuarios y establecer los permisos de acceso a cada uno de los documentos.



**Figura 5.** Estructura de la base de datos

Gracias a que se dispone, en muy poco tiempo, de un entorno para el manejo de objetos de aprendizaje con una extensa documentación es posible concentrar los esfuerzos en la tarea más complicada y difícil: la creación de los metadatos asociados a cada actividad y la validación de los mismos. Inicialmente se comenzó utilizando los listados incluidos en los apéndices de los libros de texto que se han referenciado en el apartado anterior, con enlaces a los ejercicios agrupados por categorías pero este modelo no era factible debido a la gran cantidad de actividades involucradas (más de mil) y, por tanto, el considerable aumento del tiempo necesario en la realización de búsquedas.

En la base de datos se pueden almacenar no sólo los datos sino también los metadatos (aunque también sería posible almacenar únicamente estos últimos). Otra ventaja que presenta el sistema desarrollado es la posibilidad de acceder a los elementos almacenados directamente, es decir, sin necesidad de la interfaz gráfica desarrollada. Esto es posible gracias a que los documentos almacenados no se han encapsulado (como ocurriría, por ejemplo, en caso de haber empleado SCORM que exige que los metadatos incluidos en el manifiesto de un paquete cumplan tanto el modelo de datos -o jerarquía- como el esquema XML [13]). En nuestro caso, los descriptores almacenados pueden ser utilizados posteriormente para crear nuevos paquetes que cumplan con los estándares deseados, lo que permite, sin ninguna complicación adicional, integrar nuevos ejercicios o documentos dentro de una plataforma de aprendizaje ya existente.

Las instancias de los metadatos asociadas a los objetos se han validado respecto al esquema simplificado IEEE 1484.12.3. Esta elección es la más apropiada, ya que es necesario verificar la conformidad con el estándar para poder empaquetar y almacenar posteriormente los documentos en los gestores de contenidos (LMS).

## 6. Diseño de la interfaz

Para la mayoría de los usuarios, los motores de búsqueda son el punto de partida para navegar por las páginas web disponibles en la red mundial, por lo que si una persona desea buscar información relevante lo primero que hace es echar mano de alguno de los buscadores disponibles. Estos buscadores son el nexo de unión entre los agentes educativos (estudiantes y profesores) y la ingente cantidad de información, la mayor parte de las veces dispersa y desorganizada, accesible mediante internet.

Por tanto, un simple formulario (Figura 6) con un campo en el que se introduzca la información a buscar, es más que suficiente para actuar como interfaz entre el usuario y el sistema subyacente, que es totalmente transparente para él. Además, gracias a que esta aplicación de navegación (Figura 7) se ha escrito en Java, su uso es prácticamente independiente de la plataforma en la que se vaya a utilizar.



Figura 6. Interfaz entre el usuario y el repositorio

Previamente, ha sido necesario almacenar los metadatos en la base de datos del repositorio en formato XHTML, empleando para ello dos tecnologías diferentes: por un lado XQuery, un lenguaje de consultas con semántica similar a SQL pero destinado a examinar colecciones de datos en XML, y por otro XPath, que permite generar expresiones XML para analizar y procesar documentos XML. Con el uso de estas dos tecnologías es posible obtener los elementos o atributos XML deseados, del mismo modo que se haría trabajando sobre bases de datos relacionales. Una vez obtenida la información, esta se muestra en la pantalla, con el formato y apariencia deseados por el usuario, gracias al empleo de hojas de estilo.

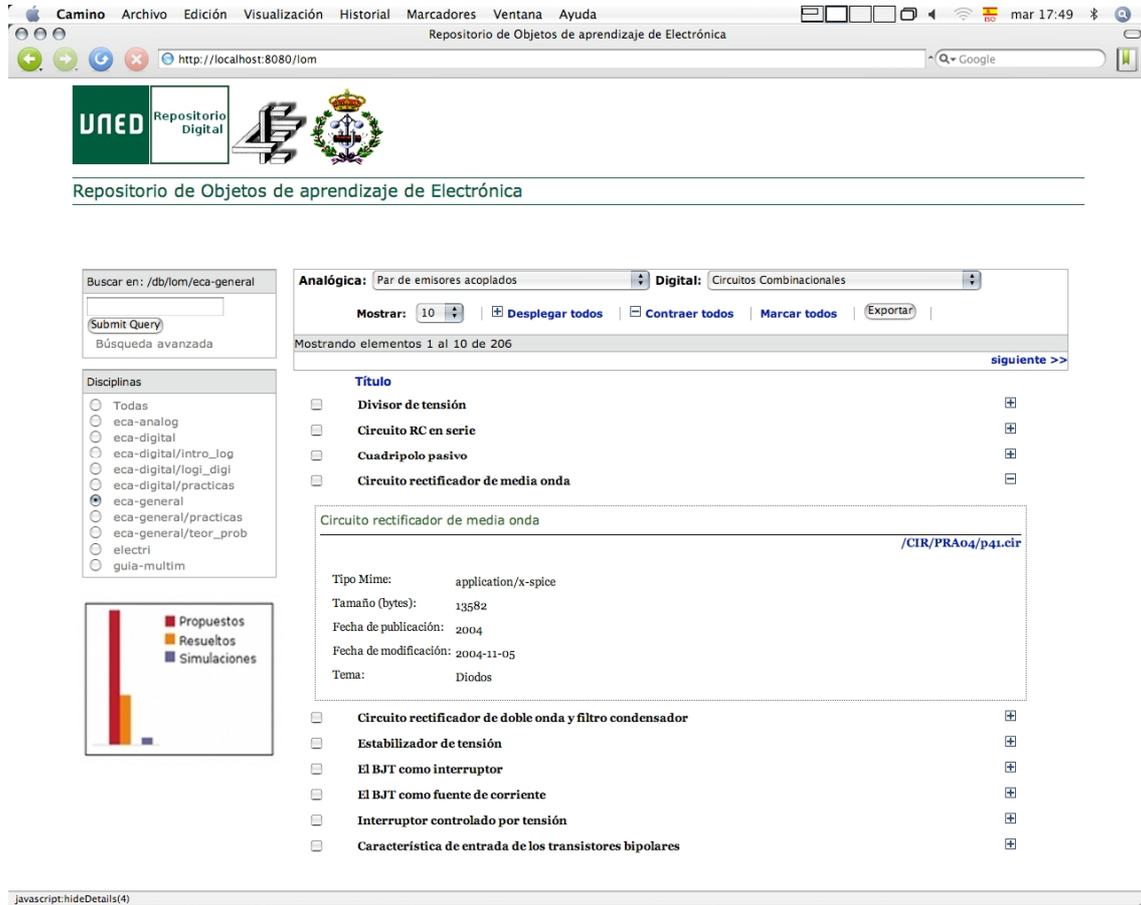


Figura 7. Resultados de una búsqueda

El siguiente párrafo muestra, como ejemplo, la consulta realizada para obtener los metadatos asociados al fichero opamp.xml:

```
xquery version "1.0";
declare namespace
  lom = "http://ltsc.ieee.org/xsd/LOMv1p0";
let
  $title := document("opamp.xml")/lom/general/title/string
return
<html>
<h1>$title</h1>
</html>
```

El uso de XML permite al sistema exportar la información a otros formatos o medios de visualización sin necesidad de reescribir completamente los ficheros originales para cada caso.

## 7. Reutilización de contenidos. Nuevos materiales

Una vez creado el repositorio con los materiales que se han descrito y gracias a la interfaz diseñada que permite localizar los documentos y materiales de forma rápida y eficiente es posible, reutilizando estos materiales (Figura 8), crear con facilidad nuevos materiales que se adapten a las necesidades específicas del curso que se quiere diseñar o de los alumnos a los que va destinado.

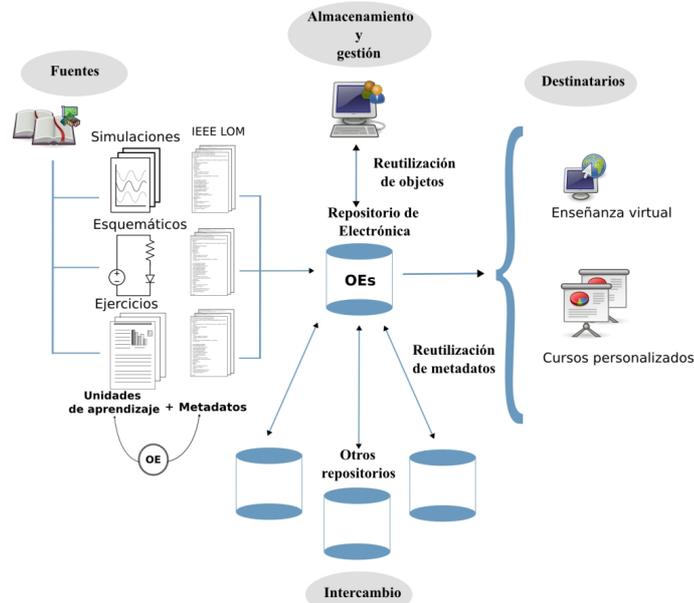


Figura 8. Reutilización de metadatos y contenidos

Empleando la facilidad de ampliación que permite el sistema descrito se ha iniciado el desarrollo de un sistema (Figura 9) que permita utilizar este repositorio en la preparación y realización de las prácticas de laboratorio de las asignaturas relacionadas con el área de Tecnología Electrónica impartidas por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED.

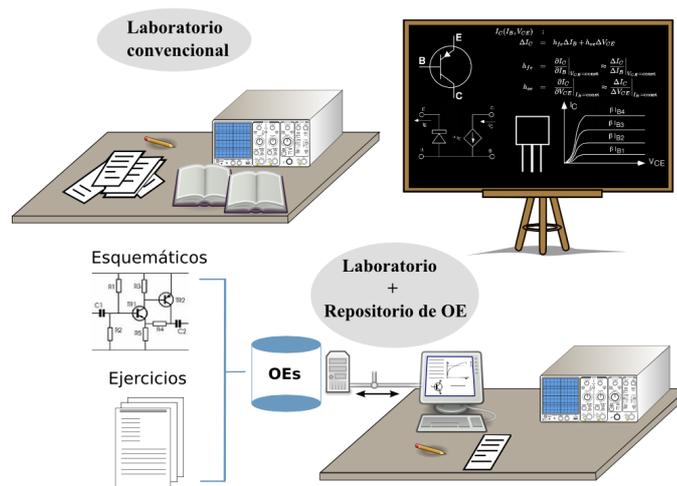


Figura 9. Empleo de OE en la realización de las prácticas de laboratorio

## 8. Conclusiones

El uso de un modelo de objetos educativos en el diseño de sistemas de enseñanza virtual, como ya se ha comentado, se está imponiendo tanto en las plataformas comerciales como en las de investigación. El problema más importante sobre el que se está comenzando a trabajar es reorganizar, hasta donde sea posible, todos los materiales desarrollados hasta el momento por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED para que, siguiendo la filosofía de los objetos educativos, sean reutilizables en cualquier curso que se desee.

Para ello se deberán desarrollar, partiendo de los estándares existentes, las herramientas informáticas necesarias para permitir automatizar, el proceso de creación de objetos educativos a partir, tanto de los materiales ya existentes como de los que se creen en un futuro, empleando lenguajes de marcado tales como el XML.

Los beneficios que estas herramientas reportarán al colectivo docente están fuera de toda duda aunque, no obstante, la dificultad del proceso radica en conseguir que, además de cumplir con los estándares, sean de fácil manejo para el usuario final.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Ciencia y Educación de España y al Plan Nacional Español de I+D+I 2004-2007 el apoyo en el proyecto TSI2005-08225-C07-03 "MOSAICLearning: Aprendizaje móvil y electrónico, de código abierto, basado en estándares, seguro, contextual, personalizado y colaborativo".

## Referencias

- [1] D. Wiley. *The Instructional Use of Learning Objects*. URL con último acceso el 8/11/2007. <http://www.reusability.org/read/>
- [2] Wikipedia. URL con último acceso el 8/11/2007. <http://en.wikipedia.org/>
- [3] A. Chiappe. Blog con definición de *Learning Objects*, URL con último acceso el 8/11/2007. <http://andreschiappe.blogspot.com/2007/09/que-es-un-objeto-de-aprendizaje-what-is.html#links>
- [4] M. Castro y otros. *Electrónica General: Teoría, Problemas y Simulación*. Ed. UNED (2005).
- [5] S. Acha y otros. *Electrónica Digital. Introducción a la Lógica Digital. Teoría, Problemas y Simulación. 2ª edición*. Ed. RA-MA (2007).
- [6] S. Acha y otros. *Electrónica Digital. Lógica Digital Integrada. Teoría, Problemas y Simulación*. Ed. RA-MA (2006).
- [7] M. Castro y otros. *Electrónica General: Prácticas y Simulación*. Ed. UNED (2005).
- [8] F. García-Sevilla y otros. *Electrónica Digital: Prácticas y Simulación*. Ed. UNED (2006).
- [9] J. Pérez y otros. *Electrónica Analógica. 2ª edición*. Ed. RA-MA (2007).
- [10] M. Castro y otros. *Guía Multimedia para la Simulación de Circuitos*. Ed. UNED (2003).
- [11] M. Castro y otros. *Guía Avanzada para la Simulación de Circuitos con Objetos Educativos*. Ed. UNED (2008).
- [12] XML DB Products. URL con último acceso el 02/02/2008. <http://www.rpbouret.com/xml/XMLDatabaseProds.htm>.
- [13] Claude Ostyn, Simplified LOM Schema. URL con último acceso el 8/02/2008. <http://www.ostyn.com/standards/scorm/samples/simplerlomschemadoc.htm>