

Reutilización de Objetos Educativos para el Estudio de Circuitos Electrónicos

Miguel Latorre, Sergio Martín, *Student Member, IEEE*, Elio San Cristóbal, *Student Member, IEEE*, Francisco García-Sevilla, Eugenio López-Aldea, *Student Member, IEEE*, Julio Pérez, *Associate Member, IEEE*, Adolfo Hilario, *Miembro, IEEE*, Santiago Acha, Gabriel Díaz, *Senior Member, IEEE*, y Manuel Castro, *Fellow, IEEE*

Title—Learning object reutilization applied to the study of Electronic circuits.

Abstract—Education requires a great amount of effort. Authoring high quality learning content is but one of many tasks involved with this continuous process. Learning objects are a new approach to help teachers to reuse and find different contents. Open standards have made possible to achieve this accomplishment. Through digital repositories we can explore collections of resources about a topic of interest without filtering large lists of search results. Later some of them shall be combined in any manner one chooses. DIEEC wants to share here the research to adapt our current Electronics Engineering courses following this methodology.

Index Terms—Learning Objects, Electronics, reutilization, interoperability.

I. INTRODUCCIÓN

LA idea de objeto educativo o de aprendizaje (OA) aparece descrito en torno al año 2000 [1] 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”. Es decir, los autores pueden emplear recursos tales como una imagen o una presentación si están estructurados en forma de objetos.

Su acepción más completa [2] es aquella que los engloba 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”. A partir de esta idea básica, los objetos educativos son vistos generalmente como entidades digitales a las que se puede acceder mediante un simple navegador Web y compartirlos con ciertas condiciones impuestas por el autor en Internet. Esto último da pie a una difusión mayor del conocimiento, facilitando tanto su uso como localización a un gran número de personas simultáneamente. Aquí encontramos la principal diferencia respecto a los soportes tradicionales –si bien aquellos no llegan a ser un sustituto de los mismos en ningún caso–, por ejemplo un libro o una cinta de vídeo, que no pueden estar ubicados en más de un lugar al mismo tiempo.

Si exploramos el mundo de la enseñanza asistida por computador podemos encontrar muchos entornos y plataformas de gestión del aprendizaje (*Learning Management System* o LMS) [3], tanto comerciales como de libre distribución. Estas aplicaciones informáticas permiten la interacción del alumno con el profesor rompiendo las barreras temporales y espaciales. Aplicando un modelo basado en objetos educativos (*Learning Object Model*) a estas herramientas se consigue sistematizar la producción de materiales educativos de calidad. Así pueden ser reutilizados o intercambiados con otras plataformas y actualizarlos fácilmente a lo largo del tiempo. El objetivo es evitar la obsolescencia de los recursos por la desaparición de ciertos formatos específicos.

Para poder conseguir estos objetivos es fundamental la existencia de recomendaciones y estándares ampliamente aceptados que posibiliten la reutilización de los objetos educativos y su interoperabilidad entre diferentes plataformas.

M. Latorre colabora con el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED, C/Juan del Rosal nº 12, 28040, Madrid, España (email: pelaga@gmail.com).

S. Martín, E. San Cristóbal, G. Díaz y M. Castro pertenecen al Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED, C/Juan del Rosal nº 12, 28040, Madrid, España (email: smartin@ieec.uned.es, elio@ieec.uned.es, gdiaz@ieec.uned.es y mcastro@ieec.uned.es).

F. García-Sevilla pertenece al Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Comunicaciones de la UCLM, Av. de España s/n, 02071, Albacete, España (e-mail: Francisco.Garcia@uclm.es).

E. López-Aldea trabaja en NIEDAX, Madrid, España (e-mail: eugeniolopezaldea@gmail.com).

J. Pérez trabaja en Indra Sistemas, Avda. de Bruselas nº 35, 28108, Madrid, España (e-mail: jpmartinez@indra.es).

A. Hilario pertenece al Dep. d'Eng. de Sistemes i Automàtica de la E.P.S. d'Alcoi. Universitat Politècnica de València. Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoi, España (e-mail: ahilario@isa.upv.es).

S. Acha pertenece al Departamento de Ingeniería Electromecánica de la Universidad de Burgos, Avda. de Santander s/n, 09006, Burgos, España (e-mail: seacha@ubu.es).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

Sin embargo, la mera existencia de estándares no es suficiente para los diseñadores de materiales educativos. Se necesitan además ejemplos prácticos y aplicaciones reales que les orienten a la hora de aplicar dicha normativa, como desarrollaremos en este caso.

II. TECNOLOGÍAS DE MARCADO Y ESTANDARIZACIÓN

El libro, aun en la era informática, continúa siendo en las Universidades un elemento fundamental que progresivamente se ha ido complementando con otros recursos audiovisuales e informáticos. Incrementar la calidad de la formación desarrollando cursos más personalizados, conseguir un equilibrio entre esa personalización con la cooperación entre los estudiantes, y, sobre todo, promover la accesibilidad junto a las mejoras tecnológicas han sido retos que han tenido que afrontar todos los educadores. Si no se emplea una tecnología adecuada a estos fines todas las ventajas que pudiese aportar a los cursos desaparecen. La preocupación en la igualdad de oportunidades para poder entrar en esta infraestructura, eliminando las barreras geográficas se hace palpable en las plataformas de enseñanza a distancia. La última generación, denominada eLearning es un paso más en la integración de los distintos avances [4]. Los sistemas de administración del aprendizaje ó LMS ocupan un lugar destacado en los cursos en línea, para facilitar las interacciones entre estudiantes, docentes y materiales.

Siguiendo estos criterios, el material educativo sólo estará correctamente diseñado según el modelo de objetos educativos cuando sea neutro respecto de la pedagogía, contexto y medio. De este modo su contenido será adaptable a las necesidades didácticas de los diferentes escenarios de reutilización. La forma más eficiente de conseguir esta adaptabilidad es emplear objetos de reducido tamaño y encapsulados. Esto permite una sencilla clasificación y búsqueda sistemática del contenido almacenado en los mismos. Las tecnologías de marcado poseen estas características y facilitan, por tanto, la aplicación del modelo de objetos educativos al dotarlos de dicha propiedad.

Su núcleo son los *metadatos* (Tabla 1), descripciones estructuradas en base a un formato conocido. Serían el equivalente al código de barras aplicado a los recursos educativos. Mediante su lectura e interpretación con un programa o dispositivo destinado a tal propósito la persona interesada conocerá las características del recurso al cual está asociado: título, fecha de creación, etc. Así identificaríamos directamente una obra concreta en cualquier plataforma sin necesidad de abrir el archivo que la contiene (hay que destacar que dicha información hasta ahora no estaba disponible). Entre los estándares educativos los más destacados son Dublín Core [5] e IEEE LOM [6].

Cruzar las barreras, bien sean técnicas (metadatos publicados en distintos formatos o transmitidos en otros protocolos), lingüísticas (múltiples idiomas), sociales (los metadatos los usan alumnos y profesores) o culturales (titulaciones académicas no equivalentes entre los países),

entre distintos contextos de información constituye la *interoperabilidad*. Tal es el propósito fundamental de esta cualidad muy deseada en los metadatos. Por otra parte, esta elusiva característica no sólo se valora conseguirla en la manipulación sobre los metadatos, ya que también interesa con los OOA y los LMS.

TABLA I
DESCRIPCIÓN DE UN RECURSO CODIFICADA EN LOM XML

```
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOMv1p0">
  <general>
    <title>
      <string xml:lang="es">Sumador paralelo con acarreo mixto.</string>
    </title>
    <description>
      <string>
        Dispositivo lógico combinacional formado por varios sumadores totales
        conectados en cascada.
      </string>
    </description>
  </general>
  <lifecycle><!-- versión, autores, ... --></lifecycle>
  <meta-metadata>LOMv1.0</meta-metadata>
  <technical>
    <format>text/plain</format>
    <location>http://www.uned.es/oa/07cv0_08xe.opj</location>
    <otherPlatformRequirements>OrCAD v9.1 ó sup.</string>
  </otherPlatformRequirements>
  </technical>
  <educational>
    <learningResourceType>
      <value>simulation</value>
    </learningResourceType>
    <context><value>higher education</value></context>
    <typicalAgeRange><string>18,19</string></typicalAgeRange>
  </educational>
  <rights>Reconocimiento del autor:
  http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es
  </rights>
  <relation><!-- vínculo con otros oa: basado en otro, etc. -->
  </relation>
  <annotation><!-- anotaciones adicionales --></annotation>
  <classification>
    <purpose><value>discipline</value></purpose>
    <taxonpath>
      <taxon>Universidad Nacional de Educación a Distancia</taxon>
      <taxon>62 Ingeniería Industrial Especialidad Electrónica</taxon>
      <taxon>Electrónica digital 2043</taxon>
    </classification>
  </lom>
```

El modelo LOM se basa en el conjunto de elementos de Dublín Core (aprox. 2/3 partes más descriptores sobre la enseñanza), éste se emplea en la descripción de contenidos Web, especialmente en las bibliotecas digitales. Consta de nueve categorías principales con 79 elementos, opcionales y repetibles. Dada la necesidad de gestionar la información en muchos formatos diferentes, desde archivos de texto a meta etiquetas HTML, se plasma un modelo inicial abstracto en un formato específico: el medio de enlace o *binding*. Saber cómo expresar las descripciones de los recursos es la primera decisión a tomar cuando se vaya a crear una colección de OA. Inicialmente el IEEE LTSC estudió tres posibles candidatos, finalmente reducidos a dos: el lenguaje de marcas ampliable

(XML - P1484.12.3), y el marco de descripción de recursos (RDF - P1484.12.4). La primera de ellas está muy extendida pues permite realizar la descripción en una estructura jerárquica con una serie de atributos, y, especifica los vocabularios admitidos en cada una de ellas.

Debido a la diversidad de contenidos a los que está orientado, en muchas ocasiones se hace uso de una parte de ellos o se añaden nuevos para definir de forma adecuada los objetos según el sistema educativo vigente, (Fig. 1). Además se redactan guías de buenas prácticas con el fin de evitar errores ya comprobados y establecer un acuerdo común en la estructura de las descripciones –identificadores numéricos, elementos prescindibles, etc.–. Tal selección de elementos se denomina *perfil de aplicación*, siendo LOM-es [7] y CanCORE [8] claros exponentes en sus correspondientes países. Erik Duval resumió en una frase su definición [9]: “un perfil de aplicación combina y adapta elementos de metadatos, de modo que reúnan los requisitos específicos para un contexto particular”. En las distintas categorías se encuentran campos como la licencia de autor, nivel académico del destinatario o sus especificaciones técnicas: tamaño, fecha, ubicación, tipo de archivo, entre otros.

Una *instancia* XML o descripción sobre algún recurso en particular con este estándar presenta un aspecto parecido al mostrado en la Tabla 1, donde se han resaltado las categorías. Si se tienen que describir colecciones numerosas de recursos resulta inviable generar las instancias a mano una por una, por lo que en la realidad se parte de plantillas de validación, esquemas de definición XSD, con los cuales automatizar todo el proceso.

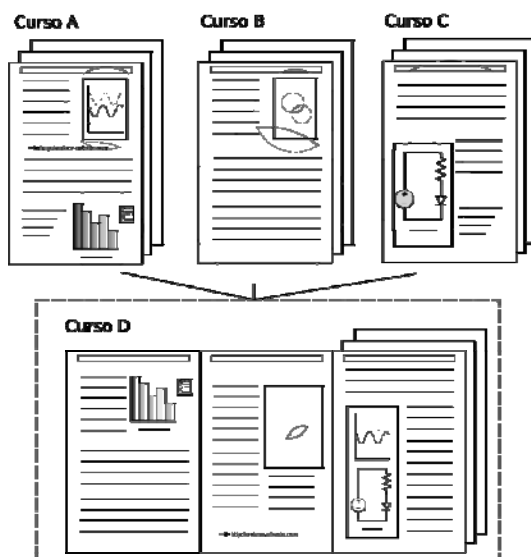


Fig. 1. Reutilización de objetos de varios cursos para crear otro.

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 [10] – [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 inicial consistió en catalogar esta serie de colecciones 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. En este caso los esquemáticos de circuitos eléctricos, tutoriales de uso de los simuladores y presentaciones en Flash de las distintas asignaturas serían los recursos originales que una vez descritos pasarían a convertirse en objetos.

A partir de la pareja recurso-descripción (OA) se podrán construir bloques mayores de contenido. En este planteamiento un curso completo pasa a ser un conjunto de objetos agrupados mutuamente –siendo también el resultado un objeto–. Sin embargo, surgen dos inconvenientes. El primero es el límite impuesto por la velocidad de transferencia en las redes de comunicaciones, y por otro lado, la dificultad de manejar muchos archivos. Por lo tanto, se requiere un método con el cual reunir varios objetos en unidades de mayor tamaño.

III. INTEROPERABILIDAD Y OBJETOS DE APRENDIZAJE.

En la *IMS Content Packaging* se indica con detalle cómo se debe empaquetar el contenido educativo para que pueda ser utilizado entre distintos LMS o herramientas de autoría conformes al mismo, resolviendo todos los problemas anteriores. Conseguir la interoperabilidad entre ellas es posible porque usan especificaciones de normalización ampliamente aceptadas del modelado de objetos educativos.

Al distribuir una serie de contenidos empaquetados según este estándar, 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 componente fundamental conocido como manifiesto. Este archivo es otro documento 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 y por otro la organización de dichos recursos, en resumen, el orden de visualización.

Un ejemplo de uso muy extendido sobre *IMS Content Packaging* es la propuesta SCORM® (*Sharable Content Object Reference Model*) [12] realizada por la iniciativa ADL (*Advanced Distributed Learning*) del Departamento de Defensa de Estados Unidos, (Fig. 2). La motivación que llevó a diseñar dicho formato de empaquetado fue disponer de una serie de estándares técnicos para la distribución eficiente de contenidos educativos entre múltiples aplicaciones, entornos y

productos, así como facilitar su uso y descubrimiento. No se trata sólo de importar-exportar ejercicios, presentaciones, tutoriales, etc. entre varios LMS sino poder utilizarlos en el mayor número de programas posible usando un tipo de archivo común a todos ellos.

Precisamente éste es uno de los motivos por los que se ha abordado la tarea de clasificar y convertir en 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. Si los instructores tienen colecciones de recursos a su disposición accesibles con esta tecnología, se aumenta considerablemente la difusión de sus trabajos y reducimos el tiempo empleado para crear nuevos contenidos.

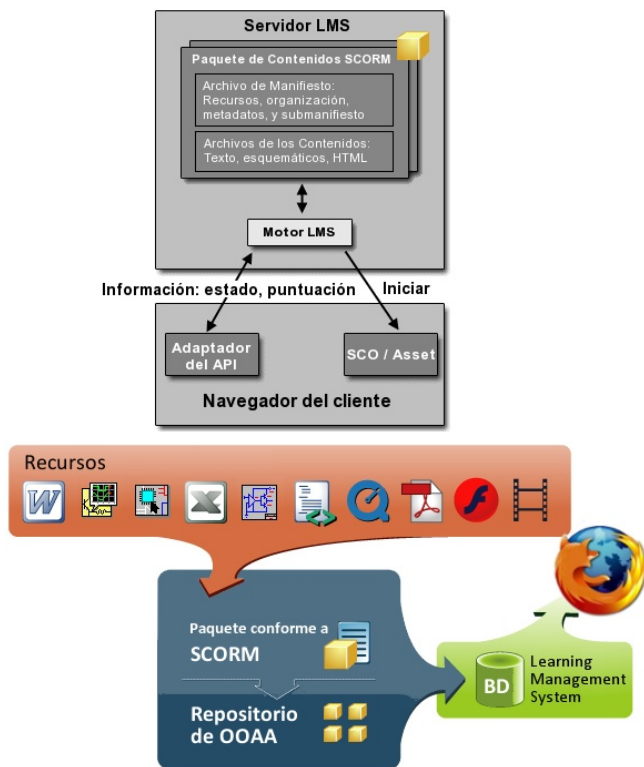


Fig. 2. Sistemas de aprendizaje (LMS) y relación con paquetes SCORM.

Varias versiones de esta especificación han ido apareciendo, añadiendo nuevas funcionalidades o corrigiendo los errores detectados en su implementación. SCORM consta de un entorno de ejecución, un modelo de metadatos y un modelo de la estructura de los cursos denominado modelo de agregación de contenidos, en el cual estos se crean a partir de objetos de aprendizaje llamados objetos de contenido compatible (*Shareable Content Objects*) [13]. Los SCOs son una forma estándar de OA, es decir unidades independientes de aprendizaje. En este contexto –para el propósito específico de SCORM– los LMS se definen como cualquier sistema que contenga la información del estudiante, pueda ejecutar y comunicarse con los SCOs, e interprete la secuencia de ejecución de los mismos.

En la práctica un paquete está formado por varias páginas HTML enriquecidas con diversos elementos interactivos tales como applets Java, cuestionarios, videos, imágenes, exámenes, etc. Con ellas y el sistema de comunicación con el LMS un profesor podrá realizar un seguimiento del alumno conforme vaya terminando las distintas secciones de un curso cargado en la plataforma de aprendizaje o personalizar su aspecto de acuerdo a sus necesidades específicas (medio de visualización, nivel de dificultad, etc.). El nombre del estudiante, la valoración final o cuánto tiempo ha dedicado a un SCO serían otros ejemplos de la información que se transmite automáticamente a un LMS cuando se realiza un curso SCORM, (Fig. 3).

Tanto organismos y responsables de contenido están en la obligación de cumplir la legislación vigente en materia de accesibilidad y que, al mismo tiempo, la accesibilidad a este contenido (aunque cumpla los estándares establecidos por el W3C) no esté supeditada a la adquisición por parte del usuario de recursos adicionales –hardware o software–, más bien que suponga un acceso transparente e inmediato, independiente de la plataforma, lugar o idioma que se esté empleando. La idea fundamental es abrir los cursos desde una sola aplicación, el navegador Web, el cual sea autónomo por completo de los requisitos tanto de los programas instalados como del sistema donde se ejecute (Linux, Mac, Windows, etc.).

Aunque no se ha mencionado explícitamente, ya existen



Fig. 3. Aspecto de un curso SCORM sobre Electrónica.

aplicaciones para la autoría de OAs que empaquetan los recursos del instructor. A partir de un documento creado con un procesador de textos lo exportaremos a páginas Web sin intervención alguna sobre la codificación del estándar. Los estándares están destinados a los desarrolladores que programan las herramientas de autoría, no para los usuarios finales. De hecho, su uso debe ser completamente transparente para los usuarios [14]. En otras palabras, implica que los educadores crean los cursos sin necesidad de conocer los detalles técnicos explicados hasta este momento sobre la especificación (LOM, Dublín Core, XML, etc.), de manera análoga a cuando una persona desea navegar por Internet no analiza previamente el protocolo TCP/IP.

En consonancia con lo anterior distintas empresas ponen a disposición del sector académico diversas aplicaciones orientadas a la autoría de objetos. En el panorama actual la

presencia de numerosas alternativas libres, bien sean comerciales o gratuitas, da al educador muchas opciones donde elegir [15]. Por ello este es el momento más apropiado para estudiarlas con detenimiento y seleccionar aquellas que tiendan a mejorar, fortalecer y consolidar el trabajo de los docentes con los estudiantes. Se insiste en este punto que la nueva metodología creación del OA > empaquetado > LMS no implica reescribir los materiales desde cero o descartar los preparados hasta ahora (libros de texto, unidades didácticas) sino adaptarlos para facilitar su integración en los nuevos sistemas de aprendizaje (Fig. 4).

IV. REPOSITARIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE.

Los repositorios institucionales son un fenómeno emergente que abarca desde la educación primaria hasta la superior [16]. El objetivo de ellos es formar una red en la cual los proveedores de recursos educativos se pongan en contacto con los usuarios, pero, no resulta fácil acometer dicha tarea. Por este motivo han nacido redes temáticas como EdReNe [17], en las cuales distintos miembros del segmento educativo y desarrolladores intercambian experiencias, consejos, soluciones o prácticas en la estructuración, organización y funcionalidad de los repositorios. Algunos ejemplos son el proyecto español Agrega [18] o la red de contenidos sobre arquitectura MACE [19].

No tiene sentido encontrar un objeto individual aislado en la red de redes habiendo descrito previamente con detalle su contenido. Un repositorio no es más que el conjunto de herramientas que permiten trabajar con los objetos, es decir, encontrarlos, editar sus metadatos y guardarlos, todo ello a través de un interfaz Web gráfico completamente intuitivo. LOM sólo son capaces de utilizarlo aquellos LMS con los cuales es compatible, lo cual significa que deben incluir medios de edición en la Web para introducir campos de metadatos. La mayoría de las ocasiones se accede a los metadatos LOM de forma indirecta, como por ejemplo páginas Web renderizadas, para una mejor consulta.

Toda esta información se almacena en el repositorio de objetos educativos con el fin de hacerlos accesibles a los usuarios y máquinas especializadas, facilitando su consulta tanto a alumnos como a instructores. Utilizando el estándar LOM se trata de mejorar la búsqueda y reutilización de dichos recursos. Atendiendo a su temática en concreto o según su disciplina, como por ejemplo “ejercicios sobre trigonometría” se podrá obtener un listado reducido más manejable que la consulta página a página en cada una de las fuentes escritas.

No debemos asociarlo a un gestor de contenidos donde se etiquetan los mensajes en categorías, tampoco con LMS, ni mucho menos con un buscador (los metadatos son el medio para un fin: encontrar y no tener que buscar las “cosas” correctas).

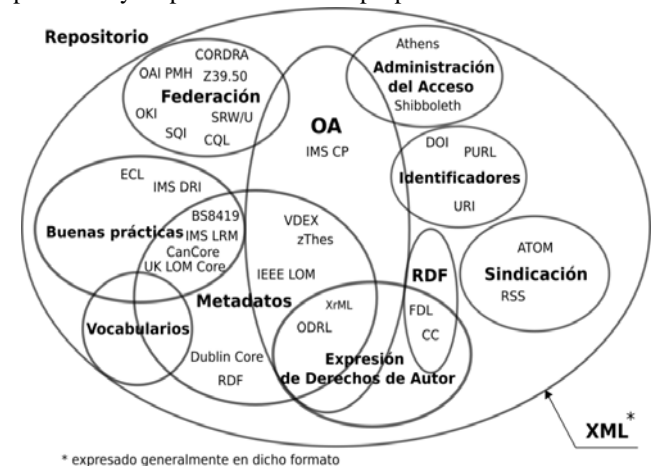
Estos contenedores hacen accesible toda la información sobre los requisitos técnicos, académicos, permisos de licencia y relaciones con otros objetos para su uso o copia. Lo más habitual en los repositorios es que no guarden físicamente el

objeto. En lugar de ello, contienen el registro de metadatos y apuntan a una ubicación con los recursos del OA [20].

Así como el etiquetado de un objeto se encuentra completamente definido por el modelo LOM, la comunicación entre diferentes colecciones de objetos también ha de cumplir unos requisitos. De este modo, tanto los recursos educativos como la descripción de los mismos puede compartirse entre distintas instituciones educativas. Esta operación es posible mediante diferentes tecnologías, destacando entre ellas el protocolo OAI-PMH [21] promovido por la iniciativa Open Access. Si nos centramos en su utilidad este formato se puede comparar con RSS, el sistema de transmisión de noticias. Este último proporciona un resumen de las novedades publicadas en una página Web (noticias, cambios recientes) mientras que aquel facilita la incluida en los objetos de aprendizaje.

La sensibilidad existente en los derechos de autor es un tema de actualidad que afecta en gran medida al campo académico, por esta razón no es posible la definición de un sistema de intercambio de material de enseñanza sin delimitar claramente las condiciones de uso. La iniciativa de acceso abierto pretende poner a libre disposición la producción académica que se genera en las universidades de todo el mundo. La única restricción que se impone para la reproducción y distribución de contenidos digitales en este contexto es otorgar a los autores el control sobre la integridad de su trabajo, además del derecho a ser apropiadamente reconocidos y citados.

El protocolo OAI-PMH proporciona la herramienta para realizar el intercambio de información, es decir, los metadatos. El sistema de funcionamiento es sencillo: partiendo desde puntos centralizados (proveedores de servicio) se pueden realizar búsquedas conjuntas sobre los metadatos de todos aquellos repositorios asociados (proveedores de datos). Según este modelo, un repositorio o almacén digital es un servidor accesible en la red que puede procesar las peticiones de este protocolo y responder de forma apropiada.



* expresado generalmente en dicho formato
Fig. 4. Componentes involucrados en un repositorio digital.

Esta infraestructura supone ofrecer a buscadores como Google o Yahoo! los medios necesarios para encontrar grandes cantidades de materiales educativos que de otro modo no seríamos capaces de localizar. Otra consecuencia

importante es la evolución del modo de interactuar con los computadores conocida como escritorio semántico [22]. Ahora vivimos en un mundo de archivos donde invertimos gran cantidad de tiempo buscando y organizando nuestra información. Estas tareas deberán desaparecer y acciones como “mostrar actividades sobre Electrónica Digital del día 2 de Mayo de este año” serán realizables de forma instantánea valiéndonos inconscientemente de los metadatos guardados en los computadores, del mismo modo que con los objetos educativos.

Entre las tecnologías asociadas al intercambio de información entre distintos repositorios (Fig. 5) se distinguen las ya expuestas sobre metadatos (representación, empaquetado, buenas prácticas), sistemas de identificadores únicos para los recursos en la red (URI, DOI, PURL), métodos de encapsulación y transmisión de los metadatos para los recolectores de información o búsqueda federada (OAI-PMH, SQI, OKI), y, de control de acceso a plataformas de pago o zonas restringidas a ciertos colectivos (inicio de sesión único: Athens, Shibboleth, OpenID).

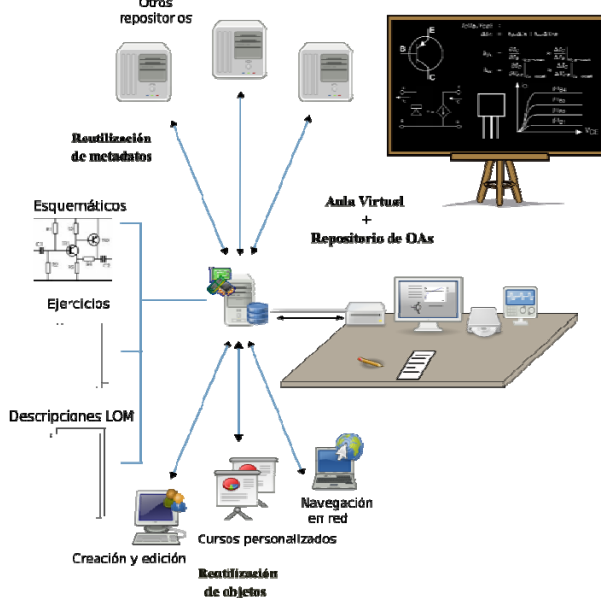


Fig. 5. Repositorios digitales. Ciclo de vida de un OA.

La interconexión de los repositorios mediante las capacidades que ofrecen los sistemas de búsqueda federada se realiza a través de alianzas entre distintas organizaciones. Ariadne en Europa, la americana MERLOT o la japonesa NIME son algunos de los miembros del consorcio internacional GLOBE [23], el cual garantiza el acceso a esta red distribuida cumpliendo unos estándares de calidad. Su función es ayudar a los interesados a localizar más recursos con cierta relevancia desde una sola ubicación. Este es el destino final al que tratan de sumarse los repositorios institucionales.

V. CONCLUSIONES

El uso de un modelo de objetos educativos en el diseño de sistemas de enseñanza virtual 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. 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 agradecen al Ministerio Español de Ciencia e Innovación su apoyo mediante el proyecto RedOBER - Proyecto TSI2007-31091-E Objetos Educativos Reutilizables (para el EEES en las especialidades de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

REFERENCIAS

- [1] D. Wiley, "The Instructional Use of Learning Objects". URL con último acceso el 10/02/2009. <http://www.reusability.org/read/>
- [2] A. Chiappe. "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>.
- [3] Gonzáles Sánchez, S. R. "Revisión de plataformas de entorno de aprendizaje". IX Encuentro Internacional Virtual Educa, Zaragoza, 2008.
- [4] García Peñalvo, F. J., "Introducción al eLearning", en García Peñalvo, F. J. (et al., Eds.), Profesionales emergentes: especialista en eLearning, Clay Formación Internacional, 2006.
- [5] Dublin Core. "The Dublin Core: A Simple Content Description Model for Electronic Resources" (1999); <http://purl.oclc.org/dc/Links>
- [6] Duval, E. et al., IEEE LTSC, (2002); <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [7] Canabal Barreiro M., Sarasa Cabezuelo A. et al. "LOM-ES: Un perfil de aplicación de LOM", *Proceedings del V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables*, SPDECE 2008, Salamanca 20-21 Octubre 2008.
- [8] Friesen, N. et al. "CanCore Guidelines for the Implementation of Learning Object Metadata" (IEEE 1484.12.1-2002)", Consultada en Febrero 2009.
- [9] Duval, E., Smith, N. et al. "Application Profiles for Learning". *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, ICALT 2006, Kerkrade, The Netherlands, pp. 242-246, IEEE Computer Society, 2006.
- [10] Castro M. et al. "Electrónica General: Teoría, Problemas y Simulación". Ed. UNED (2005).
- [11] Castro M. et al. "Guía Avanzada para la Simulación de Circuitos con Objetos Educativos". Ed. UNED (2008).
- [12] Advanced Distributed Learning (ADL). 2004. SCORM 2004 3th Edition. Sharable Content Object Reference Model Download. Consultada en Enero del 2009: <http://www.adlnet.gov/downloads/DownloadPage.aspx?ID=237>
- [13] Fallon, C. y Brown, S. "E-learning Standards: A Guide to Purchasing, Developing, and Deploying Standards-conformant E-learning". CRC Press (2003).
- [14] López, C. "Reflexiones sobre los Estándares en e-Learning". eCampus UNIACC, 2006. Consultado en enero de 2009: http://webct.uniacc.cl/Textos/tecnologia/clara_lopez/clara.htm
- [15] Hart, J. "Top 100 Tools for Learning 2008", Centre for Learning & Performance Technologies (C4LPT), Wincanton, UK. Consultada en Febrero 2009: <http://c4lpt.co.uk/recommended/top100.html>

- [16] Garduño V., R. "Objetos de aprendizaje en la educación virtual: una aproximación en bibliotecología", Investigación Bibliotecológica, No. 041, 2006.
- [17] Educational Repositories Network. Consultado en Enero 2009: <http://edrene.org/>
- [18] Ehlers, U-D., Carneiro, R. et al. "Entornos de aprendizaje personales", eLearning Papers, nº9 Julio 2008, pp
- [19] Canabal Barreiro M., Sarasa Cabezuelo A. et al. "Agrega: Plataforma de Objetos digitales educativos", *Post-Proceedings del IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables*, SPDECE 2007, Bilbao 19-21 Septiembre 2007.
- [20] Stefaner, M. et al. "MACE – Enriching Architectural Learning Objects for Experience Multiplication", In: Duval, E., Klamma, R., & Wolpers, M. (eds.) EC-TEL 2007. LNCS 4753; Berlin, Heidelberg: Springer; pp. 322-336. 2007.
- [21] Downes, S. "Design and Reusability of Learning Objects in an Academic Context: A New Economy of Education?", US Distance Learning Association Journal, 17 (1), 3-22, 2003.
- [22] Lagoze, C. et al. "The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting - Version 2.0", 2002. Consultada en: <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html>
- [23] Sauermaann, L. et al. "The Semantic Desktop as a foundation for PIM research". In Proceedings of the Personal Information Management Workshop, CHI 2008.



Miguel Latorre. Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electrónica Industrial, por la UNED y estudiante de Ciencias Físicas en la misma Universidad. Colabora en temas de investigación y docencia con el Departamento de Ingeniería Electrónica, y de Control de la UNED. Ha impartido charlas en seminarios y conferencias, así como ha presentado artículos en congresos y revistas especializadas.

Sergio Martín. Ingeniero Superior de Informática, Especialidad Aplicaciones y Sistemas Distribuidos, por la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M). Actualmente cursando estudios de doctorado en el área de Tecnología Educativa del departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control (DIEEC) de la UNED. Ha participado desde 2002 en proyectos de investigación tanto nacionales como internacionales en dicho departamento, relacionados con movilidad e inteligencia ambiental, localización y redes inalámbricas, así como en proyectos relacionados con "e-learning" y nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza. Así mismo, ha publicado más de medio centenar de artículos en revistas y conferencias tanto nacionales como internacionales. Es miembro de la Sociedad de Educación de IEEE y Student Member del IEEE.



Elio San Cristóbal. Ingeniero Informático, especialidad en Ingeniería del Software, por la Universidad Pontificia de Salamanca (UPS) e Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas por la misma Universidad. Ha realizado los estudios de doctorado en el Área de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la ETSII de la UNED. Ha trabajado para el Instituto Universitario de Educación a Distancia de la UNED. Actualmente está trabajando para el Centro de Servicios Informáticos de la UNED. Ha colaborado en varias publicaciones y libros: Seguridad en las Comunicaciones y en la Información, Diseño y Desarrollo Multimedia Herramientas de Autor, Materiales para la integración de adultos con discapacidades en el mercado laboral. Es miembro de la Sociedad de Educación de IEEE y Student Member del IEEE.



Francisco García-Sevilla. Ingeniero Industrial, especialidad Electrónica y Automática, por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) e Ingeniero Técnico Industrial, especialidad electricidad con intensificación en máquinas eléctricas, por la Escuela Universitaria Politécnica de Albacete de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM).

Ha realizado los estudios de doctorado en el Área de Tecnología Electrónica del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la ETSII de la UNED.

Actualmente es Titular de Escuela Universitaria en el área de Tecnología Electrónica de la Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete de la UCLM y Subdirector de Convergencia Europea de dicha escuela. Ha sido secretario del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Comunicaciones de la UCLM. Participa en proyectos de investigación nacionales y regionales y ha publicado diversos artículos en congresos y revistas internacionales en temas de simulación de sistemas electrónicos y biomédicos y b-Learning.



Eugenio López. Ingeniero Industrial y Diplomado en Estudios Avanzados en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Actualmente finalizando su Tesis Doctoral en el área de Tecnología Educativa del departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control (DIEEC) de la UNED. Ha participado desde 2004 en proyectos de investigación y publicado en varias revistas y congresos tanto nacionales como internacionales en dicho departamento. Ha trabajado en empresas del sector eléctrico y electrónico desde 2004, Siemens, Indra y actualmente es Director Gerente en España y Portugal de Niedax Kleinhuis Iberica. Es miembro de la Sociedad de Educación de IEEE y Student Member del IEEE.



Julio Pérez. Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) especialidad Electricidad, intensificación Electrónica y Automática e Ingeniero Técnico Industrial por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (EUITI) de León, especialidad Electrónica, Regulación y Automatismos. Está en posesión del Diploma de Estudios Avanzados de Doctorado (Suficiencia Investigadora) en Sistemas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED.

Ha obtenido el Premio Extraordinario Fin de Carrera otorgado por el Consejo Social de la UNED al mejor expediente académico de la promoción. Ha obtenido el Premio a los mejores Materiales Didácticos en Ciencias Experimentales del Consejo Social de la UNED en los años 1997 y 1999.

Actualmente es Director de Estrategia Tecnológica en Indra Sistemas. Ha sido Gerente de Tecnología en Everis.

Es colaborador del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, ETSII de la UNED. Ha trabajado como Profesor de Informática Aplicada en el C.E.A. de Burgos, y como Ingeniero de Mantenimiento y control de los sistemas electrónicos, informáticos y de telecomunicación en ENDESA. Es autor de numeros libros, artículos y material multimedia dentro de sus líneas de investigación en revistas y congresos, así como ponente en cursos y conferencias, tanto nacionales como internacionales.

Es miembro Associate del IEEE. Es Vice-Presidente de la Plataforma española de Internet del Futuro (es.Internet). Representa a Indra en el Comité de Innovación de la Asociación Española de Empresas de Consultoría.



Adolfo Hilario. Ingeniero Industrial, especialidad Electrónica y Automática, por la Universidad Nacional de Educación a Distancia e Ingeniero Técnico Industrial en Electrónica Industrial por la Universidad Politécnica de Valencia. Se encuentra en posesión del Diploma de Estudios Avanzados del programa de doctorado Automática e Informática Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Ha obtenido el Tercer Premio Nacional de Terminación de Estudios de Ingeniería Técnica Industrial en 1991. Ha obtenido el Premio a los mejores Materiales Didácticos en Ciencias Experimentales del Consejo Social de la UNED en 1999

Actualmente es Profesor Titular de Escuela Universitaria en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Politécnica de Valencia, Campus de Alcoy.

Ha formado parte del Departamento de I+D en el área de Regulación y Control de Aguas de Alicante.

Es miembro del IEEE.



Santiago Acha. Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED, especialidad Electrónica y Automática e Ingeniero Técnico en Electricidad por la Escuela Universitaria Politécnica de

Valladolid, especialidad Electrónica Industrial. Ha obtenido el Premio a los mejores Materiales Didácticos en Ciencias

Experimentales del Consejo Social de la UNED en 1999.

Actualmente es Profesor Titular del departamento de Electricidad y Electrónica en el C.I.F.P. Simón de Colonia de Burgos y Profesor Asociado en el Área de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Electromecánica de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos.



Gabriel Díaz nació en Madrid, España. Es Licenciado y Doctor en Ciencias Físicas por la UAM (Universidad Autónoma de Madrid) desde 1983 y 1988 respectivamente. Ha trabajado durante 15 años para diferentes compañías del mundo de las Tecnologías de la Información, desde Digital Equipment Corporation hasta ADSO, su propia compañía. Desde 2006 es Profesor en el Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Control de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia). Actualmente sus actividades investigadoras están ligadas a la Seguridad Informática en sistemas de procesos de control, gestión de servicios TI y varias aproximaciones diferentes a los usos de las TIC para la mejora de la formación superior en las universidades.



Manuel Castro. Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) e Ingeniero Industrial, especialidad Electricidad, intensificación Electrónica y Automática, por la misma Escuela. Ha obtenido el Premio Extraordinario de Doctorado de la UPM así como el Premio Viesgo 1988 a la Tesis Doctoral por la aportación a la Investigación Científica sobre Aplicaciones de la Electricidad en los

Procesos Industriales. Ha obtenido el Premio a los mejores Materiales Didácticos en Ciencias Experimentales del Consejo Social de la UNED en los años 1997 y 1999. Ha recibido el premio a la "Innovative Excellence in Teaching, Learning & Technology" del "Center for the Advancement of Teaching and Learning" del año 2001. Actualmente es Catedrático de Universidad del área de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, ETSII de la UNED y Director del Departamento. Ha sido Vicerrector de Nuevas Tecnologías de la UNED, así como Subdirector de Investigación, y Subdirector de Gestión Académica de la ETSII de la UNED y Director del Centro de Servicios Informáticos de la UNED. Participa en numerosos proyectos de investigación como investigador, coordinador y director y publica en revistas y congresos, tanto nacionales e internacionales. Publica igualmente libros y material investigación multimedia dentro de sus líneas de investigación y docencia, así como realiza programas de radio, televisión, etc. Ha trabajado cinco años como Ingeniero de Sistemas en Digital Equipment Corporation. Pertenece al comité organizador de los congresos internacionales y nacionales IEEE FIE, CIES-ISES, TAEE y SAAEI, así como es revisor y presidente de mesa. Es miembro Fellow del IEEE, miembro del Administration Committee (AdCOM) de la Sociedad de Educación del IEEE y Fundador y Pasado-Presidente del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE. Es Vice-Presidente del Consejo de Dirección de ISES España.