



UNIVERSIDAD
DE
SALAMANCA

DOCTORADO EN PROCESOS DE FORMACIÓN
EN ESPACIOS VIRTUALES

**Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje
como soporte
a un entorno *e-learning***

Trabajo de Grado que presenta:

Dña. Clara López Guzmán

Director:

Dr. D. Francisco José García Peñalvo

2005 Salamanca, España

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por las facilidades que me ha brindado para continuar mi desarrollo académico.

Resumen

La gestión de contenidos en los entornos *e-learning* está generando cambios en diversos sentidos. Entre estos cambios, los contenidos educativos se están construyendo como objetos de aprendizaje y se están recopilando en contenedores, conocidos como Repositorios de Objetos de Aprendizaje, que los organizan y los hacen accesibles para diferentes aplicaciones y perfiles de usuarios. Esto se logra fundamentalmente a través de la comunicación de aplicaciones interoperables y del intercambio de catálogos de metadatos compatibles. Como resultado de las propuestas de importantes grupos de estandarización, se ha dado paso a diferentes tecnologías y métodos de catalogación de recursos digitales, por lo que los proyectos de Repositorios de Objetos de Aprendizaje han ido en aumento.

En este trabajo se hace una revisión a los conceptos básicos, a los estándares y a las especificaciones en desarrollo que se relacionan con la interoperabilidad de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje y que promueven el crecimiento homogéneo del *e-learning*. Con base en dichos estándares y especificaciones, se presenta un modelo conceptual para la interoperabilidad de estos repositorios que permita un mejor flujo y la gestión de los contenidos educativos en un entorno *e-learning*. Asimismo, a través de un caso de estudio se muestra cómo el uso de esquemas estándares de metadatos permiten un intercambio de contenidos entre dos repositorios con distintos objetivos pero con tecnologías flexibles que permiten su comunicación.

Palabras clave: Repositorios de Objetos de Aprendizaje; metadatos; interoperabilidad; estándares y especificaciones *e-learning*.

Abstract

Content management in e-learning is creating changes in many ways. Among these changes, learning content is being transformed to learning objects and stored into containers, known as Learning Object Repositories, where objects are organized and accessible for different applications. This is essentially possible for interoperable applications communication and the interchange of compatible metadata catalogs. Proposals, made by important agencies of standardization, have had as a result different technologies and cataloguing methods for learning resources, and Learning Object Repositories projects are being increasing.

This document presents a review of basic concepts, as well as standards and specifications that are in development, related with both the interoperability of Learning Object Repositories and the homogeneous growing of e-learning. Based on those standards and specifications, it is launched a conceptual model for interoperable repositories that allow better stream and management of learning content into e-learning environments. Also, a case study is exposed to show the possibility, by the use of standardized metadata schemas, of content interchange between repositories with different objectives but with flexible technologies to allow their communication.

Keywords: Learning Object Repositories; metadata; interoperability; e-learning standards and specifications.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Fundamentación	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Contenido del resto de los capítulos	5
2. LA WEB Y LOS SISTEMAS <i>E-LEARNING</i>	7
2.1. La Web y la educación a distancia	7
2.2. Los entornos e-learning	9
2.3. Sistemas de Administración de Aprendizaje.	11
2.4. Los Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje	13
2.5. Características deseables de los sistemas de gestión de aprendizaje	15
2.6. Entornos integrales e-learning	16
3. OBJETOS DE APRENDIZAJE	19
3.1. Definición	19
3.2. Atributos de los Objetos de Aprendizaje	21
3.3. La granularidad	22
3.4. Reutilización de los Objetos de Aprendizaje	24
3.4.1. Metadatos	25
3.4.2. Normalización de datos	27
3.5. La Web Semántica en el futuro de los OA	29
4. BIBLIOTECAS DIGITALES Y REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE	33
4.1. Las bibliotecas digitales	34
4.1.1. Definición	34
4.1.2. Características funcionales básicas	35
4.1.3. Metadatos en las Bibliotecas Digitales.	36
4.2. Repositorios de Objetos de Aprendizaje	40
4.2.1. Definición	40
4.2.2. Tipos y características principales de los ROA	42
4.2.3. LOM. Estándar de Metadatos para los recursos de contenido en e-learning	46
4.2.4. Iniciativas de ROA	48
4.3. Impacto de los Repositorios en los sistemas e-learning	52
5. ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES PARA <i>E-LEARNING</i>	55
5.1. Diferencia entre estándares y especificaciones	56
5.2. Ventajas del uso de estándares	57
5.3. Cuerpos de especificaciones y de estándares	57
5.4. IMS	59
5.5. SCORM	63
5.6. Aporte de las especificaciones a los ROA	64
6. INTEROPERABILIDAD DE LOS REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE A TRAVÉS DE IMS	67
6.1. IMS Learning Resource Metadata	68
6.2. IMS Content packaging	71
6.3. IMS Digital Repositories Interoperability	73
6.4. IMS Resource List Interoperability	76
6.5. Modelo interoperable basado en especificaciones IMS	79

7. CASO DE ESTUDIO: LA BIBLIOTECA COLECCIONES MEXICANAS Y LA BIBLIOTECA UNIVERSIA DE RECURSOS DE APRENDIZAJE	83
7.1. Planteamiento del caso	83
7.1.1. Descripción de las bibliotecas	84
7.1.2. Objetivo	86
7.2. Proceso	87
7.2.1. Análisis del modelo IMS DE BURA	87
7.2.2. Análisis de los metadatos en CM	87
7.2.3. Análisis de los datos de CM vs. BURA	89
7.2.4. Reglas generales	91
7.2.5. Reglas por grupos	91
7.2.6. Vaciado de datos	96
7.2.7. Verificación de consistencia y compatibilidad	98
7.3. Resultados	98
8. CONCLUSIONES	101
8.1. Contraste de resultados	103
8.2. Trabajo futuro	104
ANEXO A. DUBLÍN CORE QUALIFIED	107
ANEXO B. DESARROLLO DE LAS ESPECIFICACIONES IMS	114
ANEXO C. TABLA DE IMS LRM INFORMATION MODEL	116
ANEXO D. CLASE JAVA CVSCOLMEX	125
ANEXO E. LISTA DE ACRÓNIMOS	132
REFERENCIAS	135

1. Introducción

El uso apropiado de las tecnologías educativas, entendidas como cualquier tecnología que potencia la experiencia del aprendizaje, provee herramientas que con base en las teorías educativas tradicionales promueven un aprendizaje más efectivo, debido a que se facilita la creación de contenidos y la utilización de nuevos medios didácticos para transmitir el conocimiento (Sieber & Andrew, 2003). Contenidos flexibles, fácilmente modificables y con recursos multimedia hacen la experiencia del aprendizaje mucho más rica y dinámica. Asimismo, a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se abren vías alternas para la interacción entre profesores y alumnos.

Con la integración de programas educativos bien estructurados, contenidos digitales y aplicaciones basadas en las TIC, se crean nuevos entornos de aprendizaje en los que es posible la comunicación, acción e interacción social de los agentes educativos (García & Marín, 2002). Estos entornos han dado origen a una opción más en las modalidades de educación a distancia conocida como *e-learning*. El *e-learning* hace uso de la tecnología y de los servicios de Internet para llevar a cabo procesos de formación y capacitación.

Dentro de los entornos *e-learning* participan individuos con distintos intereses y objetivos, sistemas informáticos con funciones diversas y tecnologías heterogéneas, así como contenidos con características, objetivos y formatos de todo tipo. Un reto para el sector está siendo lo que técnicamente se conoce como interoperabilidad, esto es, entornos o sistemas de diferentes desarrolladores, para distintas aplicaciones y contenidos diversos que trabajan juntos en sistemas distribuidos de aprendizaje. Referente a los contenidos, como parte de la interoperabilidad se busca que sean portables, reutilizables e intercambiables entre aplicaciones, esto ha dado origen a los llamados objetos de aprendizaje (OA), éstos son contenidos con un tamaño y características tales que se vuelven fácilmente manejables para los sistemas de un entorno *e-learning*.

Una actividad natural en el campo de los OA está siendo el concentrarlos o recopilarlos en contenedores que los organicen y los mantengan disponibles para diferentes usos. Estos contenedores se conocen como Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) y

están formando redes para que, además de facilitar la reutilización, los recursos se vuelvan ubicuos, es decir, que quién busca información o contenidos educativos no se preocupe por la fuente y menos aún por su ubicación física. Esto se logra fundamentalmente a través de la comunicación de las aplicaciones interoperables y del intercambio de catálogos compatibles u homogéneos.

Recientemente, se han realizado importantes esfuerzos para desarrollar tecnologías que faciliten la localización y catalogación de los objetos de aprendizaje (OKNL, 2001), a través de la combinación de las TIC con metodologías de catalogación bibliotecaria. Como resultado, diversas propuestas de estandarización han aparecido y el crecimiento de los proyectos de ROA ha ido en aumento.

Para la gestión de OA los estándares principalmente están cubriendo el desarrollo de esquemas de metadatos, que son grupos de descriptores de las características principales de un recurso a fin de tener una catalogación apropiada, que facilite la localización y administración de los contenidos educativos dispersos en la Red o de aquéllos que están concentrados en repositorios de diversos tipos. También se está cubriendo el empaquetamiento para poder intercambiar y mover los recursos entre distintas aplicaciones. Todos estos esfuerzos se encaminan a tener sistemas interoperables que funciones de forma integrada con el resto de los sistemas que componen un entorno *e-learning*.

La estandarización del *e-learning* es una tarea en la que participan organizaciones y empresas a través de distintas iniciativas de importante auge y que están desarrollando tanto estándares como especificaciones para un crecimiento más homogéneo del sector. Los estándares, al ser normas reguladas por un procedimiento formal, están a cargo de los organismos internacionales que están facultados para emitirlos y las especificaciones se emiten por consorcios o grupos como *IMS Learning Consortium Inc.* (IMS, 2004), de la que se puede decir que hoy día es la iniciativa más completa en el desarrollo de especificaciones para la estandarización del *e-learning*. Dentro de esta iniciativa hay especificaciones particulares para la estandarización de la descripción e intercambio de recursos, así como para, la interoperabilidad de los repositorios de contenidos digitales.

Al tenor de lo anteriormente expuesto, este trabajo aporta la propuesta de un modelo conceptual para un ROA, basado en las propuestas de estandarización del sector, que sirva como soporte para la gestión de los contenidos en entornos integrales *e-learning*. La idea principal es que los contenidos tengan un gestor que los facilite para las diversas aplicaciones y tareas en los que se les requieren, para uso de los agentes del proceso

educativo o agentes informáticos que los procesen.

Con la intención de se ubique de forma más precisa el contexto de este trabajo y su alcance, a continuación se presentan las ideas que fundamentan el interés de la investigación realizada, se exponen formalmente los objetivos que este trabajo persigue y se hace una descripción general del contenido del documento.

1.1. Fundamentación

Los contenidos digitales, su acceso y disponibilidad son factores clave para el desarrollo y mejor desempeño de los entornos *e-learning* (Pujol, 2005). La falta de una correcta organización y de una herramienta apropiada para la gestión de contenidos genera problemas o deficiencias en la construcción de los materiales de cursos y en la recopilación de los recursos de apoyo. Los recursos se extravían, se duplica el trabajo y se pierde tiempo en su búsqueda.

Los sistemas de repositorios son la infraestructura clave para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de todo tipo de contenido digital (ADL, 2002). Contar con herramientas como los ROA facilitan el mantenimiento, acceso y redistribución de los recursos educativos que se hacen disponibles públicamente o a una comunidad en particular, dando un soporte fundamental para tener los contenidos que se requieran a menor costo y con menos esfuerzos individuales e institucionales.

Ante estos planteamientos, se considera que la investigación sobre ROA tiene relevancia para las aplicaciones de la tecnología en el ámbito educativo y la inquietud por la presentación de este trabajo surge por tres ideas fundamentales:

1. La inminente necesidad de la construcción de herramientas basadas en estándares para dar a los entornos *e-learning* acceso a contenidos educativos de forma homogénea y organizada.
2. Que dentro de los entornos *e-learning* las aplicaciones se comuniquen y se logre la interoperabilidad, para lograr con esto sistemas más eficientes que hagan mejor uso de la tecnología, y esto repercuta en beneficios institucionales, así como en facilitar las actividades que profesores, alumnos y demás agentes involucrados en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
3. Por la necesidad de difundir los estándares y las especificaciones *e-learning* que están en desarrollo y proponer aplicaciones que los incluyan a fin de fomentar su uso y agilizar su expansión dentro del sector.

Estas ideas dan origen a la propuesta de que los ROA, que hacen uso de estándares y especificaciones del sector educativo, sean un soporte fundamental para la operación de sistemas integrales *e-learning*.

Esta investigación es de interés para las comunidades que utilizan y gestionan recursos, además de aquéllas que desarrollan repositorios, principalmente del sector educativo. Aunque la necesidad de investigar este tema surge a raíz de otras investigaciones relacionadas con la tecnología web aplicada a la educación, a través del grupo de investigación AWEG (*Adaptative Web Engineering Group*) de la Universidad de Salamanca. En este grupo se realizan investigaciones sobre el uso de tecnología web y de los estándares *e-learning*, en temas como plataformas y objetos de aprendizaje (Rego, Moreira & Peñalvo, 2005), diseño instruccional adaptativo (Berlanga & García, 2005) y gestión del conocimiento (Morales, García, Rego, Moreira & Barbosa, 2005), entre otros. Para estas investigaciones, resulta necesario contar con almacenes de contenidos de los que puedan extraer recursos que cumplan con características para ser reutilizados y transformados para sus aplicaciones particulares.

1.2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es:

- Definir cómo los Repositorios de Objetos de Aprendizaje pueden ser una herramienta para proveer contenidos educativos a los entornos *e-learning* y, a partir de éstos, se expandan los servicios y se mejoren las funciones.

Para llegar a este objetivo general se hace el planteamiento de los siguientes objetivos particulares:

- Identificar las características que definen a un Repositorio de Objetos de Aprendizaje y a sus contenidos.

Se considera importante diferenciar a este tipo de repositorios de otras herramientas que también almacenan y gestionan recursos digitales, para poder comprender su impacto en el sector educativo, la problemática que tienen y el contexto en el que se utilizan.

- Analizar las iniciativas propuestas y los proyectos en desarrollo sobre Repositorios de Objetos de Aprendizaje.

Es necesario conocer los trabajos que se han llevado a cabo en esta materia, identificar en qué estado se encuentran y saber sobre qué componentes del *e-learning* se están realizando los avances más significativos.

-
- Definir un modelo conceptual para la interoperabilidad de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje con diferentes componentes de un entorno *e-learning*.

Para una mejor gestión de los contenidos, resulta de interés que los repositorios sirvan como proveedores y conectores entre distintas aplicaciones. Además, que los repositorios funjan como nodos centrales para la distribución de recursos. Un modelo conceptual dejará ver cómo se logran estas funciones.

- Comprobar que el uso de estándares facilita la reutilización de recursos entre colecciones de contenidos digitales.

Se especula mucho sobre los beneficios del uso de estándares pero hay pocos casos prácticos documentados que lo comprueben, por ellos, resulta de interés hacer la exposición de aplicaciones que han experimentado estos beneficios, principalmente en el rubro de reutilización.

El desarrollo de este trabajo supone el contenido necesario para llevar al cumplimiento de éstos objetivos.

1.3. Contenido del resto de los capítulos

Para llegar a los objetivos planteados, este documento hace una revisión a los conceptos básicos para el entendimiento del *e-learning*, de los objetos de aprendizaje, de los repositorios y de los estándares y las especificaciones *e-learning*, para después, con el conocimiento de estos temas, realizar la propuesta de un modelo conceptual para Repositorios de Objetos de Aprendizaje y, finalmente, hacer la exposición de un caso de estudio. El documento está organizado en ocho capítulos, un apartado con las referencias utilizadas en el texto y cuatro anexos.

Para introducir el contexto en el que operan los ROA, en el capítulo dos se expone cómo la Web se ha introducido como un medio de educación a distancia que ha derivado en los entornos *e-learning*. También se tratan las plataformas de aprendizaje y los sistemas de administración de contenidos que son herramientas fundamentales para la operación del *e-learning* y que requieren a los ROA para la gestión de los contenidos educativos.

En el capítulo tres se describen los recursos que los ROA contienen, que son los Objetos de Aprendizaje, dándose su definición, sus principales características y un breve esbozo de su aplicación dentro de la Web Semántica.

Una vez descrito el contexto *e-learning* y los objetos de aprendizaje, en el capítulo cuatro se describen las bibliotecas digitales y los Repositorios de Objetos de

Aprendizaje como entidades en las que se alojan los recursos, siendo las primeras de carácter general y, los segundos, de aplicación específica para aplicaciones en entornos educativos. Se presentan los esquemas de metadatos que están dominando en cada uno y también se hace una reflexión sobre el impacto que los ROA tienen dentro del *e-learning*.

En el capítulo cinco se trata el tema de los estándares y las especificaciones que se están imponiendo en el sector educativo. Se detallan los grupos que están desarrollando estas iniciativas. Asimismo, se resaltan las aportaciones que estas especificaciones tienen para la construcción de ROA.

En el capítulo seis se hace una revisión de las especificaciones IMS que se relacionan con la interoperabilidad de los ROA. Como resultado de esta revisión, se propone un modelo conceptual de la integración de estas especificaciones para lograr la interoperabilidad de los ROA en un entorno *e-learning*.

En el capítulo siete, se presenta un caso de estudio sobre la migración de una biblioteca digital hacia un repositorio de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de un estándar de metadatos recursos electrónicos (Dublin Core) a un estándar de metadatos de objetos de aprendizaje (IMS Metadata), y, en el capítulo ocho, se presentan las conclusiones de este trabajo.

La parte final de este documento está conformada por cinco anexos. En el Anexo A se detalla el esquema de metadatos de Dublin Core en su versión *qualified*. En el Anexo B, se presenta una tabla con el avance cronológico de la evolución de las especificaciones IMS. El Anexo C contiene una tabla para el llenado de los metadatos de la especificación IMS. El Anexo D incluye la el código de la clase java que se utilizó en el caso de estudio. Finalmente, en el Anexo E presenta una lista de los acrónimos utilizados en este documento, a fin de facilitar al lector ubicar los significados de éstos.

2. La Web y los sistemas *e-learning*

Un componente clave para que la tecnología Internet haya penetrado fácil y rápidamente en todos los sectores se debe a la *World Wide Web* (WWW o Web) (Berners-Lee, 2000), un medio de difusión y comunicación abierto, flexible y de tecnología muy simple, que ha dado origen a un amplio espectro de aplicaciones como el comercio electrónico, negocios y entretenimiento en línea, por mencionar algunos.

El sector educativo ha encontrado en esta tecnología un excelente medio para romper con las limitantes geográficas y temporales que los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje conllevan, su adopción y uso ha sido amplio, lo que ha permitido un desarrollo rápido y consistente en el que la Web ha ido tomando distintas formas dentro de los procesos educativos. Como medio para la difusión de información ha facilitado la creación y el acceso a más contenidos y como infraestructura para impartir educación a distancia, la Web ha dado origen a un modelo conocido como *e-learning*, del se habla en los siguientes apartados. Primero, se expone un panorama general de cómo la Web ha dado nuevas posibilidades a la educación a distancia; luego se da la definición de los entornos *e-learning* para centrar al lector en el contexto de este trabajo; se especificarán algunos sistemas que intervienen en estos entornos, como los Sistemas de Administración de Aprendizaje y los Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje, se tratarán también las características deseables de éstos y se terminará el capítulo con la definición de lo que se considera un entorno integral *e-learning*, sobre el cual los ROA tendrán su principal campo de operación.

2.1. La Web y la educación a distancia

La educación a distancia ha tenido un proceso de evolución a la par con las tecnologías que rápidamente han ido surgiendo en las últimas décadas, en este sentido Mena (2004) afirma que “en realidad la educación a distancia ha tenido siempre una íntima relación con la tecnología sobre todo con la que la sociedad consideraba hegemónica en cada momento”. Medios como la radio, la televisión, las grabaciones sonoras, el vídeo, el teléfono y, más recientemente, los diferentes servicios de Internet han hecho de la educación a distancia una alternativa para quienes por limitantes geográficas,

ocupacionales o físicas no pueden asistir a los cursos en escuelas presenciales tradicionales.

La Web se ha introducido rápidamente como un recurso de apoyo, de extensión o de sustitución a los esquemas tradicionales de enseñanza presencial o a distancia. La aplicación de las tecnologías Web ha dado origen incluso a aplicaciones dinámicas que permiten la generación de cursos apegados a las necesidades particulares de cada estudiante y a las posibilidades tecnológicas y de contenidos de la Web (Vassileva, 1997). Aggarwal & Bento (2003) sugieren tres formas en las que la Web participa en un proceso de enseñanza-aprendizaje:

1. *Web para el almacenamiento, disseminación y recuperación de información.* La Web es un importante apoyo para el acceso a contenidos de los sistemas de enseñanza tradicional. Los alumnos pueden consultar información o tener acceso a los contenidos de clase en la Web aunque toda la instrucción se lleva a cabo de manera presencial.
2. *Web para enseñanza en dos medios (mixta).* Muchas instituciones educativas están optando por impartir una parte de la instrucción presencial y otra parte a través de la Web, esto es lo que se conoce como aprendizaje mixto (*blended learning*).
3. *Aprendizaje Basado en Web.* Consiste en llevar a cabo todo el proceso educativo a través de la Web, prescindiendo por completo de cualquier componente de la enseñanza presencial tradicional.

Con mayor o menor penetración en cada uno de los modelos, la tecnología Web se impone como la tendencia en el desarrollo de sistemas educativos apoyados por las TIC, una importante aportación de estas tecnologías a la educación a distancia clásica es la incorporación de los conceptos de formación síncrona y asíncrona (Marcelo, Puente, Ballesteros & Palazón, 2002).

En la formación síncrona se establece una relación temporal como la que comúnmente se tienen en un curso en un aula tradicional, en el que los participantes deben coincidir en un mismo instante de tiempo, como es el caso de las aulas de videoconferencia de una sola vía en la que la comunicación se establece sólo del ponente al receptor, lo cual facilita y abarata el servicio; o videoconferencias de dos canales en las que el ponente o profesor y los alumnos interactúan en tiempo real, pero con el inconveniente de altos costos y poca masificación (Romero & Rubio, 2004). En la formación asíncrona los asistentes no necesariamente tienen concurrencia temporal, pueden acceder al sistema

cuando les sea conveniente, para consultar los materiales y para participar en las diversas actividades programadas. En ambos casos, el lugar desde el que los asistentes participen es irrelevante.

A pesar de que el aporte de las TIC ha sido la interacción a distancia en tiempo real, en la práctica el modelo más socorrido es el asíncrono y lo más común es encontrar sistemas con herramientas que permiten ambos tipos de comunicación. Por ejemplo se puede mencionar a los campus virtuales que dan la posibilidad de acceder a materiales y conexión con los profesores por e-mail, en los sistemas más básicos, o por emulaciones de campus presenciales con funciones más sofisticadas como: foros, debates, bibliotecas digitales, matrícula y consultas, entre otras (Romero & Rubio, 2004).

Sin lugar a dudas, la Web ha permitido que las posibilidades de educación, a ciertos niveles y con aplicaciones muy específicas, se masifiquen y se globalicen haciendo posible que aplicaciones relativamente sencillas puedan ser utilizadas por individuos dispersos geográficamente y abriendo un nuevo espacio cultural, educativo e incluso comercial, conocido como *e-learning*.

2.2. Los entornos *e-learning*

Actualmente, la modalidad más innovadora de la educación a distancia basada en Web son los sistemas o entornos *e-learning*, que hacen uso de los servicios y facilidades de Internet para hacer posible el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es importante delimitar el concepto de *e-learning* que se adoptará en este documento ya que diferentes autores lo definen de muy diversas formas, según la idiosincrasia y el ámbito de aplicación en el que se está utilizando.

Si se toma como referencia la raíz de la palabra, *e-learning* se traduce como “aprendizaje electrónico”, y como tal, en su concepto más amplio puede comprender cualquier actividad educativa que utilice medios electrónicos para realizar todo o parte del proceso formativo. En el glosario de términos de la *American Society of Training and Development* (Kaplan-Leiserson, s/f) se encuentra la siguiente definición:

“E-learning (*electronic learning*): Término que cubre un amplio grupo de aplicaciones y procesos, tales como aprendizaje basado en Web, aprendizaje basado en computadora, aulas virtuales y colaboración digital. Incluye entrega de contenidos vía Internet, intranet/extranet, audio y videograbaciones, transmisiones satelitales, TV interactiva, CD-ROM y más”.

Ésta es una definición que abre el rango del *e-learning* prácticamente a cualquier

proceso relacionado con educación y tecnologías. Sin embargo, otros autores acotan más el alcance del *e-learning* reduciéndolo exclusivamente al ámbito de Internet, como Rosenberg (2001) que lo define como:

“... el uso de tecnologías Internet para la entrega de un amplio rango de soluciones que mejoran el conocimiento y el rendimiento. Está basado en tres criterios fundamentales:

1. El *e-Learning* trabaja en red, lo que lo hace capaz de ser instantáneamente actualizado, almacenado, recuperado, distribuido y permite compartir instrucción o información.
2. Es entregado al usuario final a través del uso de ordenadores utilizando tecnología estándar de Internet.
3. Se enfoca en la visión más amplia del aprendizaje que van más allá de los paradigmas tradicionales de capacitación”.

Para fines de este trabajo se tomará el enfoque de esta última definición como la más apropiada ya que el estudio que se haga sobre los componentes y los estándares estarán acotados al ámbito Internet, específicamente a la tecnología Web.

La impartición de un curso también puede llevarse a cabo de forma combinada, con una parte basada en *e-learning* y otra en los métodos tradicionales, dándose lo que se conoce como *blended learning* (Thorne, 2003). De esta una flexible combinación en la que los cursos se imparten de forma mixta, muchas organizaciones están extrayendo beneficios para los alumnos y para las organizaciones. El *e-learning* no viene a desplazar a los modelos tradicionales, si no que es un medio alternativo o complementario para poder impartir educación a los sectores que antes no eran accesibles.

Es común encontrar referencias del uso de *e-learning* enfocado sólo a la empresa, esto es debido a que la capacitación basada en computadoras o CBT (*Computer Based Training*) tuvo su origen en la industria, sin embargo, como la definición dada lo ha propuesto en el punto 3, el *e-learning* se aplica más allá de los paradigmas tradicionales de capacitación y cubre las aplicaciones más amplias de los modelos de enseñanza-aprendizaje.

Los entornos *e-learning* son complejos “ecosistemas” en los que intervienen usuarios con distintas habilidades y objetivos, sistemas de diversas aplicaciones con tecnologías heterogéneas y contenidos digitales de formas y formatos diversos. Llegar a una operación e integración en la que todos los componentes involucrados (personas y sistemas) realicen sus tareas, interactúen y obtengan los resultados deseados es una labor compleja que requiere de esfuerzos importantes para lograr la comunicación y la

transmisión de información, de forma parcial o global, entre aplicaciones y organizaciones.

En la práctica, para llevar a cabo un programa de formación basado en *e-learning*, se hace uso de plataformas o sistemas de software que permiten la comunicación e interacción entre profesores, alumnos y contenidos. Se tienen principalmente dos tipos de plataformas: las que se utilizan para impartir y dar seguimiento administrativo a los cursos en línea y, por otro lado, las que se utilizan para la gestión de los contenidos digitales.

2.3. *Sistemas de Administración de Aprendizaje.*

Entre las herramientas más utilizadas para los ambientes o sistemas *e-learning* están los Sistemas de Administración de Aprendizaje o LMS (*Learning Management Systems*), también ampliamente conocidos como plataformas de aprendizaje. Un LMS es un software basado en un servidor Web que provee módulos para los procesos administrativos y de seguimiento que se requieren para un sistema de enseñanza-aprendizaje, simplificando el control de estas tareas (Figura 1). Avgeriou, Papasalourus & Retalis (2001) distinguen como grupos funcionales de los sistemas de aprendizaje: gestión de cursos, gestión de clases, herramientas de comunicación, herramientas para los estudiantes, gestión del contenido, herramientas de evaluación y gestión de institución educativa.

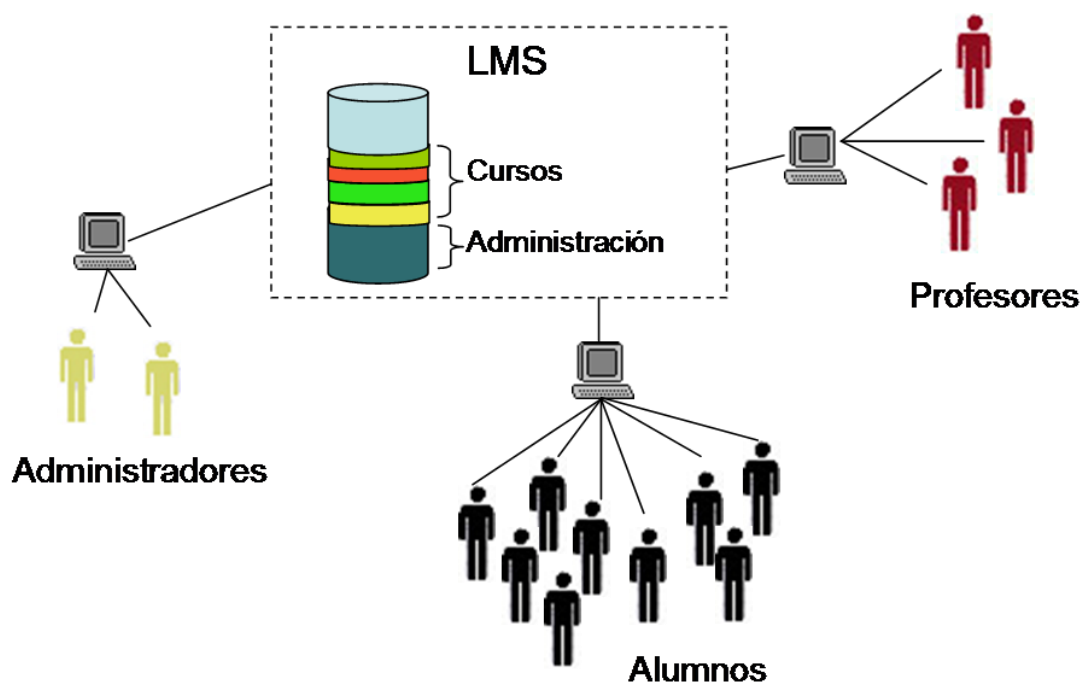


Figura 1. Plataformas de Aprendizaje o LMS.

En los LMS los módulos con funciones administrativas permiten, por ejemplo, configurar cursos, matricular alumnos, registrar profesores, asignar cursos a un alumno, llevar reportes de progreso y calificaciones. Los LMS también facilitan el aprendizaje distribuido y colaborativo a partir de actividades y contenidos preelaborados, de forma síncrona o asíncrona, utilizando los servicios de comunicación de Internet como el correo, los foros, las videoconferencias y el *chat*.

El alumno interactúa con la plataforma a través de una interfaz web que le permite seguir las lecciones del curso, realizar las actividades programadas, comunicarse con el profesor y con otros alumnos, así como dar seguimiento a su propio progreso con datos estadísticos y calificaciones.

La complejidad y las capacidades de las plataformas varían de un sistema a otro, pero en general todas cuentan con funciones básicas como las que se han mencionado. Es importante resaltar que un LMS no se involucra con la creación, reutilización, administración o mantenimiento de los contenidos (Rengarajan, 2001). Entre las plataformas comerciales más comunes se encuentran Blackboard¹, WebCT², EduStance³ de software libre las más reconocidas son Moodle⁴ y Claroline⁵. Comezaña y García (2005) presentan una comparativa en la que analizan las características de las últimas cuatro plataformas nombradas. En dicha comparativa consideraron las herramientas disponibles de cada plataforma, las funcionalidad para evaluación y los aspectos generales de seguridad y concluyen, que para la construcción de los LMS, los aspectos técnicos son los que más se han cuidado.

Otro estudio comparativo lo provee EduTools⁶ (2005), sobre más de 40 plataformas en el que se analizan las características de cada una de ellas. Primero, analiza herramientas para el aprendizaje: comunicación, productividad y participación del alumno; segundo, herramientas de soporte: administración, manejo de los cursos y diseño curricular; y tercero, especificaciones técnicas: hardware/software y precio/licenciamiento. Este estudio refleja el desarrollo actual de las plataformas y el gran número de opciones que se encuentran en este competitivo mercado.

¹ Véase <http://www.blackboard.com/>.

² Véase <http://www.webct.com/>.

³ Véase <http://www.edustance.com/>.

⁴ Véase <http://moodle.org/>.

⁵ Véase <http://www.claroline.net/>.

⁶ EduTools es un grupo de profesionales encargados de hacer estudios comparativos de productos, servicios y políticas de *e-learning*, orientados a apoyar la toma de decisiones del sector de educación superior. <http://www.edutools.com/>.

Algunos LMS se han desarrollado con base a ciertos estándares y están preparados para comunicarse con otros y para compartir contenidos. En la Tabla 1 se presenta un listado de los productos que Edutools ha evaluado y han cumplido con la característica “*Instructional Standards Compliance*” que se refiere a que han incluido alguna de las especificaciones para la importación y/o exportación de contenidos. Como contenidos se consideran aquéllos de formato digital, como son los diferentes tipos de documentos electrónicos, textos, imágenes, multimedios, animaciones, vídeos, simulaciones, etcétera. Estos recursos se conocen ahora como objetos de aprendizaje, de ellos se hablará en el capítulo 3.

.LRN	CentraOne 6.0	Embanet hosting FirstClass
ANGEL 5.5	Click2learn Aspen 2.0	Embanet hosting IntraLearn
ANGEL 5.6	COSE 2.051	Embanet hosting WebCT Moodle 1.1
ANGEL 6.0	CourseWork	Moodle 1.4
ANGEL 6.1	IntraLearn SME 3.1.2	Teknical Virtual Campus
ANGEL 6.2	Janison Toolbox 6.2	TeleTop
ATutor 1.3	Jones e-education V2004	The Learning Manager 3.2
ATutor 1.4	Learnwise	The Learning Manager Enterprise Edition
ATutor 1.4.2	LON-CAPA 1.1	WebCT 3.7 Campus Edition
Avilar WebMentor 4.0	LON-CAPA 1.2	WebCT 3.8 Campus Edition
Bazaar 7	Desire2Learn 7.2	WebCT 4.0 Campus Edition
BlackBoard 5.5	Desire2Learn 7.3	WebCT 4.1 Campus Edition
BlackBoard 6	eCollege AU+	WebCT Vista 1.2
Blackboard 6.2 Enterprise	Educator	WebCT Vista 2.1
Blackboard Academic Suite	Embanet hosting ANGEL	WebCT Vista 3.0
Bodington	Embanet hosting BlackBoard	Whiteboard 1.0.2

Tabla 1. LMS compatibles con algún estándar educativo.

2.4. Los Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje

Los Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje o LCMS (*Learning Content Management Systems*) tienen su origen en los CMS (*Content Management System*) cuyo objetivo es simplificar la creación y la administración de los contenidos en línea, y han sido utilizados principalmente en publicaciones periódicas (artículos, informes, fotografías, etcétera). En la mayoría de los casos lo que hacen los CMS es separar los contenidos de su presentación o estilo en pantalla y también facilitar un mecanismo de trabajo para la gestión de una publicación web. Los LCMS siguen el concepto básico de los CMS, que es la administración de contenidos, pero enfocados al ámbito educativo, administrando y concentrando únicamente recursos educativos y no todo tipo de información.

En esencia, se define entonces un LCMS como un sistema basado en web que es

utilizado para crear, aprobar, publicar, administrar y almacenar recursos educativos (como los objetos de aprendizaje) y cursos en línea (Rengarajan, 2001). Los principales usuarios son los diseñadores instruccionales⁷ que utilizan los contenidos para armar los cursos, los profesores que utilizan los contenidos para complementar su material de clase e incluso los alumnos en algún momento pueden acceder a la herramienta para desarrollar sus tareas o completar sus conocimientos.

Los contenidos usualmente se almacenan como objetos descritos e identificables de forma única. En un LCMS se tienen contenedores o repositorios para almacenar los recursos (Figura 2), que pueden ser utilizados de manera independiente o directamente asociados a la creación de cursos dentro del mismo sistema. Es decir, el repositorio puede estar disponible para que los profesores armen los cursos, pero también pueden estar abiertos para que cualquier usuario recupere recursos no vinculados a ningún curso en particular, que les pueden ser de utilidad para reforzar los aprendizaje sobre algún tema.

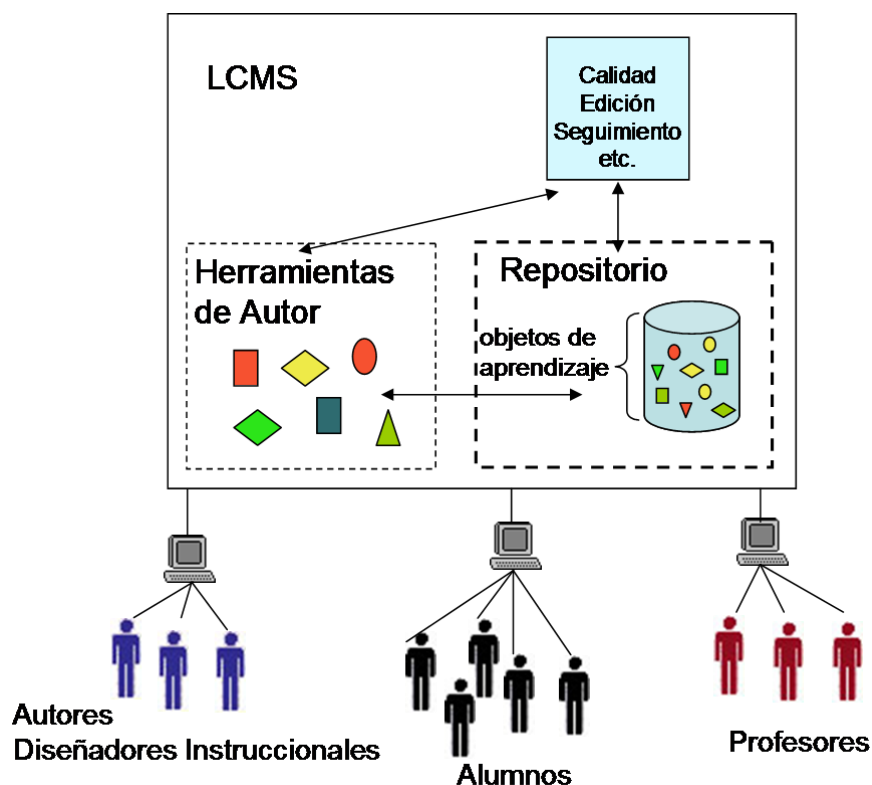


Figura 2. Sistema de Administración de Contenidos de Aprendizaje.

El proceso de trabajo dentro de un LCMS requiere de control en cada fase del

⁷ El diseñador instruccional es un profesional de la educación especializado en tecnología educativa que guía la reflexión pedagógica y la formulación de los elementos necesarios para diseñar ambientes de aprendizaje a distancia. (Reigeluth, 2000)

contenido, esto conlleva un proceso editorial para controlar la calidad de los contenidos creados y para permitir y organizar su publicación.

El mercado de los LCMS es mucho más reducido que el de los LMS, entre los productos más comunes se encuentra ATutor⁸, distribuido como software libre y compatible con estándares *e-learning* para la exportación e importación de contenidos con otras plataformas y con Repositorios de Objetos de Aprendizaje.

2.5. Características deseables de los sistemas de gestión de aprendizaje

Los LMS y los LCMS se pueden generalizar como sistemas de gestión de aprendizaje ya que el primero gestiona la parte administrativa de los cursos así como el seguimiento de actividades y avance del alumno; el segundo gestiona el desarrollo de contenidos, su acceso y almacenamiento. En el mercado, los más comunes son los LMS ya que la complejidad de los LCMS los ha llevado a un desarrollo más lento. Para la adquisición de un sistema, Ortega (2004) propone que además de las actividades de gestión deben considerarse también las características técnicas como: “El navegador, la base de datos y el software de servidor que se requieren. Los sistemas operativos soportados. La compañía que produce el LMS. Los costes del producto o si se tiene una licencia *Open Source*⁹”.

El mismo autor analiza las necesidades en cuanto a calidad de software y las necesidades pedagógicas que los sistemas gestores de aprendizaje deberían contemplar, y concluye que “los sistemas actuales no responden a las expectativas que sobre ellos tienen las instituciones encargadas de planificar su uso”. Se busca que los sistemas de gestión también contengan mecanismos de inteligencia artificial, con ayudas en tiempo real según los problemas de aprendizaje del alumno o acorde a los resultados de sus evaluaciones, con esta capacidad se contaría con verdaderos tutores automatizados. La adaptabilidad o personalización de acuerdo con las aptitudes y gustos del alumno también es un tópico importante que se está buscando (Brusilovsky, 2001). En cuanto al desarrollo de contenidos a través de las herramientas de autor, provistas por los LCMS, se espera que sean capaces de permitir la creación de recursos con interactividad. Otra

⁸ <http://www.atutor.ca/>

⁹ Las licencias *Open Source* no tienen ningún pago asociado y dan acceso al código fuente del sistema, asimismo permiten que los usuarios hagan extensiones o modificaciones al sistema original manteniendo el mismo tipo de licenciamiento sobre los productos derivados.

función deseable es la portabilidad del aprendizaje (y de la enseñanza, según el punto de vista), es decir, que los sistemas puedan interoperar con dispositivos móviles como por ejemplo las PDA¹⁰ (*Personal Digital Assistant*) para permitir que el aprendizaje vaya más allá de un ordenador convencional y tanto los desarrollos como las actividades administrativas puedan gestionarse desde estos dispositivos.

Un punto importante para el tema de este trabajo es que estos sistemas de gestión tengan acceso directo a distintas fuentes de contenidos, a fin de que importantes cantidades de recursos estén disponibles y puedan ser manipulados para crear nuevos recursos o para construir cursos en línea. De igual forma, para tener un sistema integral de aprendizaje es necesario que estos sistemas se intercomunicen, que compartan información entre ellos y con otros de otras organizaciones.

2.6. Entornos integrales e-learning

Usualmente tanto los LMS como los LCMS tienen repositorios pequeños que almacenan contenidos para el uso exclusivo de cada uno de ellos. Por otro lado, se están desarrollando grandes repositorios que concentran recursos educativos y que pueden estar preparados para compartirlos con estas aplicaciones. Cada herramienta se desarrolla por separado y en la práctica es difícil poder convivir con los administradores de los cursos, los administradores de los contenidos y los repositorios. Esto trae problemas principalmente a los usuarios quienes tienen que utilizar distintas aplicaciones para tener una actividad *e-learning* completa. Para la construcción de contenidos y su administración recurren a los LCMS, para ejecutar un curso en línea utilizan LMS y para buscar contenidos lo hacen en los ROA. El problema más importante está en que muchas veces los recursos que utilizan en una herramienta no son utilizables en alguna otra. Los LMS y los LCMS almacenan contenidos para su uso exclusivo, pero la tendencia actual es contar con los Repositorios de Objetos de Aprendizaje que son capaces de exportar contenidos que fácilmente pueden incorporarse tanto a los LMS como a los LCMS.

Un entorno integral *e-learning* facilitaría un solo sistema o una sola interfaz para realizar todas las actividades operativas en torno a una experiencia de enseñanza-aprendizaje y la creación, búsqueda y transferencia de contenidos entre los sistemas

¹⁰ Las PDA son dispositivos de pequeñas dimensiones con una mezcla entre agenda electrónica y ordenador portátil que facilitan la gestión de información personal. Últimamente las PDA tienden a fusionarse con los teléfonos móviles.

sería más simple, e incluso transparente para el usuario. En la Figura 3 se muestra un diagrama conceptual de lo que se propone como un entorno integral *e-learning*, en el que concurren sistemas y usuarios, para la administración de contenidos y de cursos, en donde las plataformas de gestión se comunican y el ROA proporciona contenidos tanto a usuarios como a los sistemas del entorno.

Esta propuesta integral de entorno *e-learning*, que va más allá de una plataforma de seguimiento de cursos, considera que los sistemas interactúan entre sí para intercambiar información de alumnos, de profesores y de contenidos, y que también los contenidos mismos pueden moverse de una aplicación a otra. Se busca la integración de los componentes y de actividades de bajo nivel con una base normalizada que permita la interoperabilidad entre sistemas. Esta integración se logrará con la adopción de estándares en diferentes fases de cada uno de los sistemas.

Entorno integral e-learning

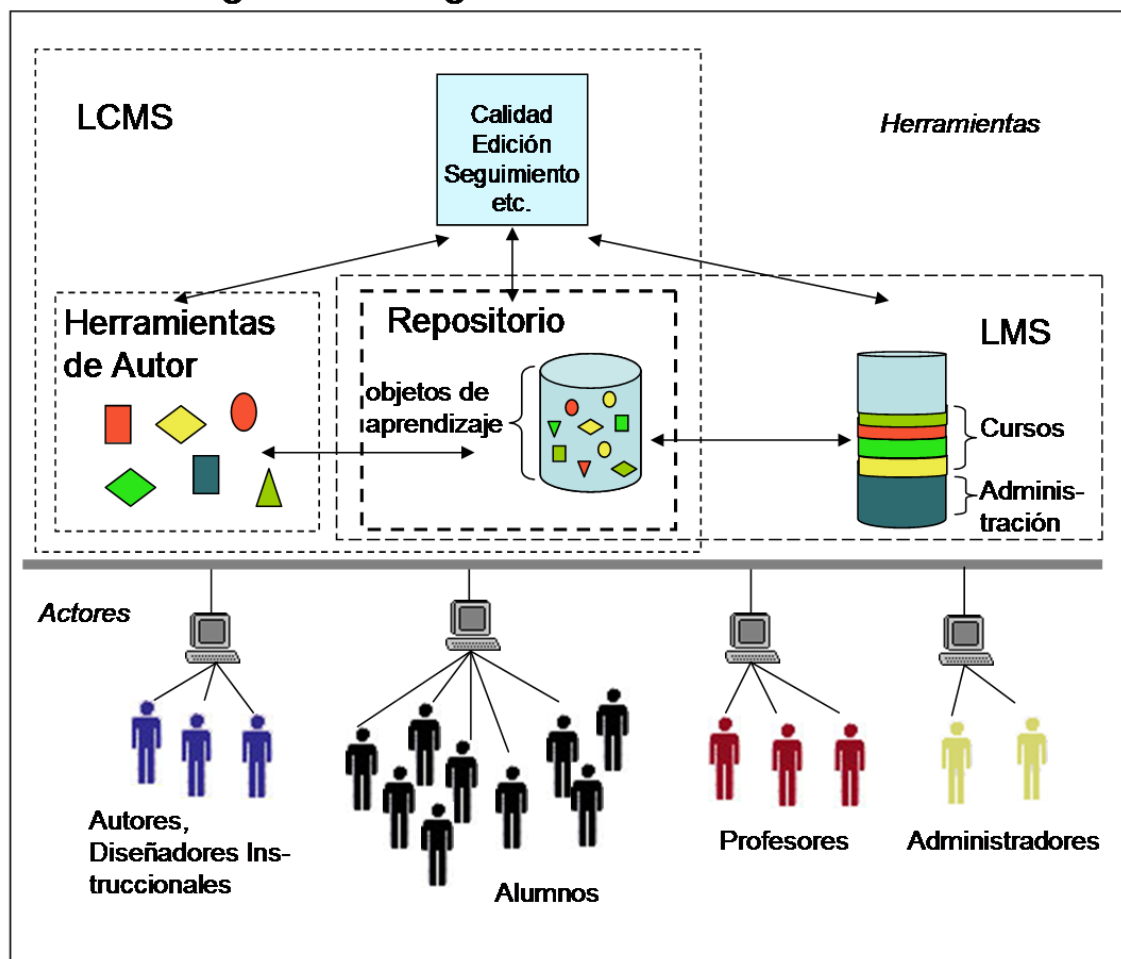


Figura 3. Componentes de un entorno integral *e-learning*

Considerando los estudios comparativos hechos a los LMS (Comezaña & García, 2005;

Edutools, 2005), se puede identificar que estas herramientas están todavía en proceso de madurez. Falta más cuidado en los procesos pedagógicos, en la parte de seguridad y en la evaluación del alumno. Esto, en parte porque las tecnologías aún no permiten implementaciones más robustas de estas funcionalidades, pero también debido a la falta de interoperabilidad de estas herramientas con otras que les faciliten sus funciones.

Es de resaltar que aunque los LMS tienen soporte a estándares, el proceso es aún manual para la importación y exportación de paquetes, ya que no hay redes de sistemas de aprendizaje que realicen estas actividades de forma automatizada.

Si el crecimiento de los LMS, los LCMS y los repositorios se llevara a cabo dentro de una filosofía de integración, estas deficiencias se verían minorizadas al compartir recursos y comunicarse las distintas aplicaciones de manera transparente.

Los recursos que pueden compartir, principalmente son contenidos educativos que se están integrando a los sistemas como objetos de aprendizaje, que se abordan en el siguiente capítulo.

3. Objetos de Aprendizaje

Cuando una organización se plantea la incorporación de un modelo *e-learning* la tarea no es sencilla y si hay que poner especial atención en alguno de los componentes es en el desarrollo de los contenidos, desde la perspectiva pedagógica y también desde la tecnológica.

A fin de aprovechar al máximo el potencial de los contenidos digitales, en el ámbito educativo ha surgido un nuevo concepto que está causando cambios radicales en la forma de conceptuar y hacer contenidos, al cual se le ha llamado objeto de aprendizaje. Este tipo de recursos tienen características particulares que dan capacidades y funcionalidades a los sistemas de gestión de aprendizaje, principalmente desde el punto de vista de la organización y reutilización de recursos. No se puede pensar en los ROA sin estos tipos de objetos, ya que algunas de las características de estos repositorios están dadas por las características intrínsecas de los OA.

Antes de entrar en el tema de los ROA, en este capítulo, en el apartado 3.1, se dará una definición de los OA; en los apartados 3.2 y 3.3, se abordarán sus principales atributos y características, asimismo, en el apartado 3.4, se hace una breve proyección del futuro de estos objetos dentro de la llamada Web Semántica (Berners-Lee, Hendeler & Lassila, 2001).

3.1. Definición

Los OA son elementos para la instrucción, aprendizaje o enseñanza basada en computadora. No son realmente una tecnología, más propiamente dicho son una filosofía, que según Wiley (2000) se fundamenta en la corriente de las ciencias de la computación conocida como *orientación a objetos* (Coad & Jill, 1993).

La orientación a objetos se basa en la creación de entidades con la intención de que puedan ser reutilizadas en múltiples aplicaciones. Este método promete mejoras de amplio alcance en la forma de diseño, desarrollo y mantenimiento del software ofreciendo una solución a largo plazo a los problemas y preocupaciones que han existido desde el comienzo en el desarrollo de software: la falta de portabilidad del código y reutilización, código que es difícil de modificar, ciclos de desarrollo largos y

técnicas de codificación no intuitivas. Esta misma idea se sigue para la construcción de los OA. Es decir, los diseñadores instruccionales pueden desarrollar componentes instruccionales pequeños que pueden ser reutilizados en diferentes aplicaciones educativas (Wiley, 2000).

Formalmente no hay una única definición del concepto de objeto de aprendizaje y las definiciones son muy amplias. El Comité de Estandarización de Tecnología Educativa (IEEE, 2001), dice que los objetos de aprendizaje son “una entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje apoyado con tecnología”; Según Wiley (2000) son “cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para apoyar el aprendizaje”; Mason, Weller y Pegler (2003) los definen como “una pieza digital de material de aprendizaje que direcciona a un tema claramente identificable o salida de aprendizaje y que tiene el potencial de ser reutilizado en diferentes contextos”. Todas estas definiciones son muy amplias y en la práctica pueden resultar inoperables ya que no hay un elemento claro que distinga a los OA de otros recursos.

Morales & García (2005) definen a los OA como una unidad de aprendizaje independiente y autónomo que está predispuesto a su reutilización en diversos contextos instruccionales. Y por otra parte, JORUM+ Project (2004) dice que “un OA es cualquier recurso que puede ser utilizado para facilitar la enseñanza y el aprendizaje y que ha sido descrito utilizando metadatos”. Las ideas en torno a unidades autónomas e independientes y de vincular los recursos con los metadatos, dan una definición más actual y apegada al uso práctico de los OA, ya que estas características son componentes intrínsecos para que el objeto en cuestión pueda identificarse y logre los atributos funcionales que más adelante se explicarán.

Se dan como ejemplos de objetos de aprendizaje los contenidos multimedia, el contenido instruccional, los objetivos de aprendizaje, software instruccional, personas, organizaciones o eventos referenciados durante el aprendizaje basado en tecnología (IEEE, 2001). Otros autores son menos específicos en cuanto a recursos del campo educativo, como González (2005) que considera como OA a archivos de texto, ilustraciones, vídeos, fotografías, animaciones y otros tipos de recursos digitales. Por su parte, el JORUM+ Project (2004) dice que como ejemplos se puede incluir una imagen, un mapa, una pieza de texto, una pieza de audio, una evaluación o más de uno de estos recursos, cabe resaltar que se mencionan extractos o sólo parte de los recursos y es posible no considerar el recurso completo, como asimismo hace hincapié en que un OA

también puede ser el conjunto de dos o más recursos.

Dada la amplitud y variedad de las definiciones, así como la diversidad de recursos que pueden considerarse como OA, es difícil llegar a término estricto, pero para fines de este trabajo, se considerará que cualquier recurso con una intención formativa, compuesto de uno o varios elementos digitales, descrito con metadatos, que pueda ser utilizado y reutilizado dentro de un entorno *e-learning* puede considerarse un OA (Figura 4).

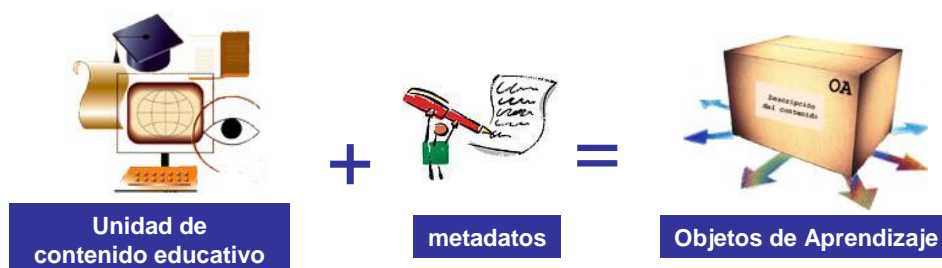


Figura 4. Conceptuación de un OA

Los beneficios que los objetos de aprendizaje pueden tener en un contexto educativo son: **flexibilidad**, ya que el mismo recurso puede utilizarse en distintos contextos; **administración del contenido**, que se facilita por que los recursos están descritos con metadatos que permiten su control; **adaptabilidad**, que facilita al diseñador poder seleccionar y componer recursos según la aplicación; y **código abierto** que elimina los problemas de incompatibilidad entre plataformas (Lowerison, Gallart & Boyd, 2003).

Un OA podrá utilizarse y/o reutilizarse en la medida en que su diseño haya sido el adecuado, es decir, que sus objetivos estén claros y que sea fácilmente integrable a diversas aplicaciones, tanto por su contenido como por la descripción que se haga de él y que le permita ser identificado adecuadamente, de esto se encargan su granularidad (apartado 3.3) y sus metadatos (apartado 3.4.1).

3.2. *Atributos de los Objetos de Aprendizaje*

Los OA no pueden ser creados como otro recurso más de información aislado, en su concepción debe pensarse que sean recursos con atributos específicos para su interacción en un entorno *e-learning*, fáciles de localizar, utilizar, almacenar y compartir. Para ello, estos recursos deben ser (Rehak & Mason, 2003):

- *Reutilizables*. El recurso debe ser modular para servir como base o componente de otro recurso. También debe tener una tecnología, una estructura y los componentes necesarios para ser incluido en diversas aplicaciones.

- *Accesibles*. Pueden ser indexados para una localización y recuperación más eficiente, utilizando esquemas estándares de metadatos.
- *Interoperables*. Pueden operar entre diferentes plataformas de hardware y software.
- *Portables*. Pueden moverse y albergarse en diferentes plataformas de manera transparente, sin cambio alguno en estructura o contenido.
- *Durables*. Deben permanecer intactos a las actualizaciones (*upgrades*) de software y hardware.

Estos atributos dan sentido a las promesas de los OA como unidades que facilitarán el desarrollo y la expansión global del *e-learning*. La modularidad que debe caracterizarlos aumenta la versatilidad y la funcionalidad, obteniéndose más recursos disponibles y distribuidos en distintos sistemas que pueden comunicarse para compartir esfuerzos y resultados. La creación de OA no es sencilla, pero los esfuerzos y costos de producción se equilibran con las veces que el recurso pueda reutilizarse.

3.3. *La granularidad*

Aunque se menciona que un OA es “una pieza pequeña” o un recurso “modular” no se puede especificar una dimensión precisa. El tamaño de un OA es variable y esto se conoce como granularidad.

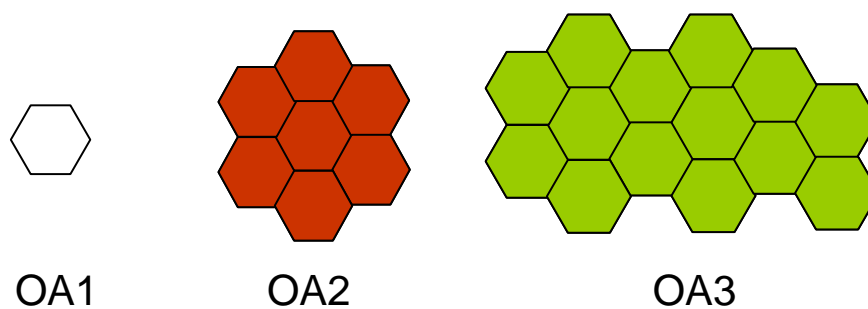


Figura 5. Objetos de aprendizaje de distinta granularidad

En la Figura 5 se han representando, a través de hexágonos, lo que pueden ser unidades de contenido o elementos que componen al OA. Por ejemplo, el OA1 podría ser una imagen y el OA2 podría ser una página web que incluye texto e imágenes. El OA3 puede ser un recurso multimedia en el que se incluyen más unidades de contenido que en los objetos anteriores.

No es posible definir la cantidad de información o elementos que un OA debe contener, esto dependerá de las necesidades y habilidades del autor para trabajar y conceptualizar

trozos de contenidos que irán formando un curso, el reto es crear objetos que mantengan la unidad y sean autocontenidos. Por ejemplo (Figura 6), un curso se divide en módulos, un módulo en lecciones y las lecciones en temas; si la unidad mínima en que se puede fraccionar ese curso es “tema” entonces la construcción de OA para dicho curso estará orientado a la fracción o granularidad “tema”, en este ejemplo se contruiría un OA para el TEMA1 y otro para el TEMA2, que seguramente tendrán un tamaño distinto.

La forma en la que los recursos se agregan o unen entre sí puede ayudar a definir su granularidad, también lo puede ser su tamaño en relación al número de páginas, de duración o tamaño del archivo. Sin embargo, el mejor criterio para definir la granularidad de un objeto es por sus propósitos u objetivos (Duncan, 2003).

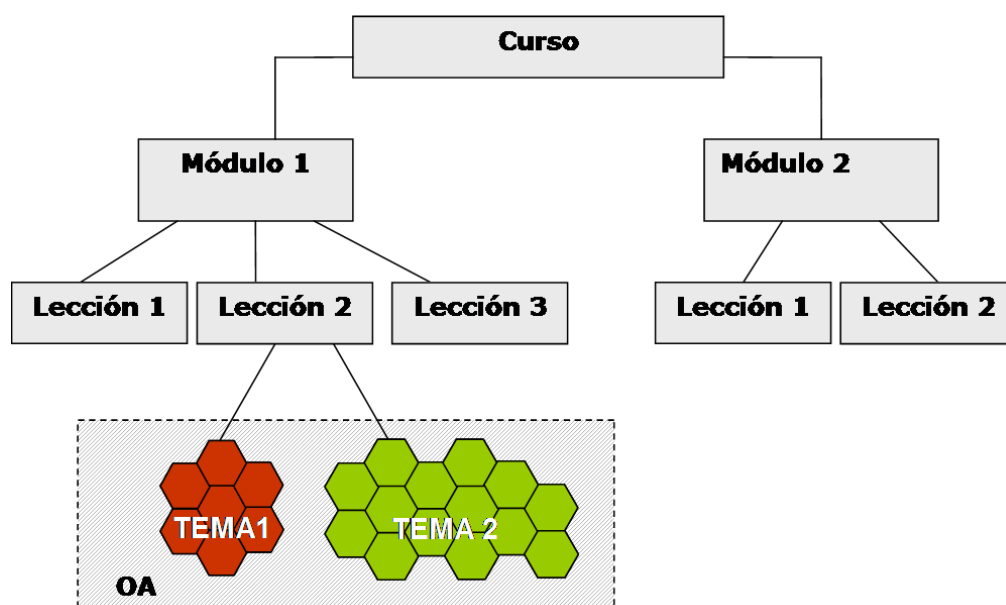


Figura 6. Taxonomía de un curso con OA

De manera general, para llegar a la granularidad de un objeto, los contenidos se pueden visualizar en una estructura jerárquica. La amplitud y profundidad que esta estructura jerárquica tenga dependerá de los objetivos educativos. La mayor jerarquía tiene los contenidos o conceptos más generales y hacia abajo estarán los particulares, de éstos últimos se llega a la granularidad que deberá darse al OA.

Se considera una buena práctica que los OA cubran un único objetivo de aprendizaje y para lograrlo deben mantener independencia del contexto y no requerir de otros recursos, es decir, que sean autosuficientes y contengan en sí mismos los recursos necesarios para poderse interpretar.

3.4. Reutilización de los Objetos de Aprendizaje

La característica más notable en las diferentes definiciones de los OA es la reutilización. El concepto de reutilización en los OA, está altamente vinculado a las definiciones para la reutilizar componentes de software en informática. García (2000) que la reutilización se trata de utilizar elementos de software previamente desarrollados para generar un nuevo producto de software y afirma que algo que conceptualmente es tan simple, es difícil llevarlo a la práctica. Lograr la reutilización requiere de tener un diseño, un desarrollo y una documentación que aseguren un alto nivel en la calidad del producto y pueda éste trabajar de forma sencilla con otros. En los OA se requieren los mismos cuidados para lograr la reutilización.

Dada la modularidad de los OA y su independencia de otros recursos, el uso de éstos en diferentes aplicaciones es una de sus bondades, evitando duplicidad de esfuerzos para el desarrollo de contenidos. La reutilización de un contenido aumenta su valor y produce ahorro, en diferentes sentidos, a nivel institucional o individual. El gran potencial de la reutilización de los OA es poder aprovechar los contenidos que han desarrollado otros para formar nuevos recursos.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo a partir de tres OA independientes se genera otro nuevo, no se tuvo que desarrollar nuevo contenido únicamente se reutilizó el que ya existía. Otro tipo de reutilización es la del mismo OA pero entre aplicaciones, por ejemplo, si el “Tema 1” de la Figura 6 fuera “comportamiento de animales mamíferos” éste puede utilizarse tanto en un curso de biología como en un curso de psicología animal. El contenido no cambia, sólo se incluye en otro programa académico que le da un contexto diferente.

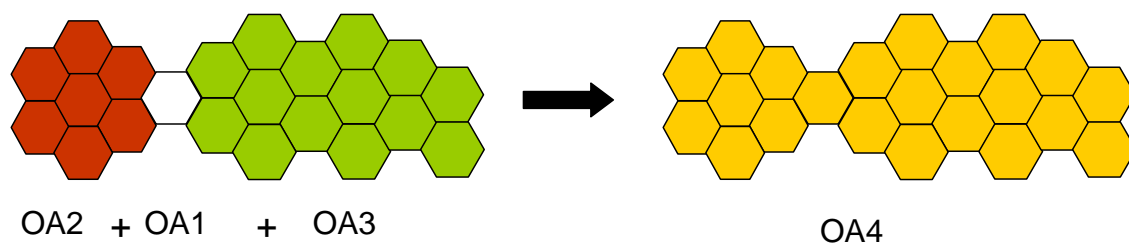


Figura 7. Creación de un nuevo OA a partir de la composición de otros

Para la reutilización, así como para lograr los otros atributos descritos, es necesario que el objeto de aprendizaje cuente con los metadatos que le permitan ser identificado, organizado y recuperado, entre otros aspectos como la categorización y calificación

pedagógica del objeto, pero lo más importante es que esos metadatos estén basados en un estándar, a fin de asegurar su compatibilidad e interoperabilidad con los sistemas que puedan reutilizarlos (López, García & Pernías, 2005), ya sean estas plataformas de aprendizaje o repositorios que intercambien contenidos.

En resumen, para que un OA sea reutilizable debe tenerse siempre asociado al recurso los metadatos que lo describen (Dalziel, 2000), y quién lo utiliza debe encontrarle los propósitos u objetivos en un contexto particular de aprendizaje (Rehak & Mason, 2003), sean estos compatibles o no con objetivos de su creador.

Para la reutilización de los OA en los sistemas de gestión de aprendizaje existen especificaciones como *IMS Content Packaging* (ver apartado 6.2) y *Shareable Content Object Reference Model* (ver apartado 5.5), cada uno provee una propuesta para el empaquetamiento de recursos, a fin de que los OA sean portables entre plataformas, independientes de la tecnología de los proveedores de los sistemas.

En la reutilización se tienen algunos problemas por la posible combinación de OA creados con diferentes naturalezas, detalles como diferencia en aspectos gráficos, diferentes sistemas de notación y referencias locales (p.e. “en el capítulo anterior”), pueden confundir al usuario y no dar los resultados esperados en la experiencia del aprendizaje. Por ello, algunas veces la reutilización no será inmediata y tendrán que hacerse algunas modificaciones a los objetos. Así, si se tiene la tarea de la construcción de OA es recomendable tener políticas que den consistencia y homogeneidad, al menos a los contenidos propios o institucionales.

Como se ha mencionado, una parte intrínseca de los OA son los metadatos y la reutilización en gran medida dependerá de éstos, por lo que a continuación se profundiza en este tema, así como en la normalización que se considera fundamental para tener un llenado homogéneo de los metadatos.

3.4.1. Metadatos

Los metadatos son un conjunto de atributos o elementos necesarios para describir un recurso. A través de los metadatos se tiene un primer acercamiento con el objeto, conociendo rápidamente sus principales características. Son especialmente útiles en los recursos que no son textuales y en los que su contenido no puede ser indizado por sistemas automáticos, por ejemplo, los multimedia o un audio.

Hillman (2003) apunta que los metadatos han estado presentes desde que los primeros bibliotecarios hicieron las listas de los recursos de información y anota que el término

“meta” proviene del griego que significa “al lado de, siguiente, después, con” pero más recientemente los usos latinos y sajones lo usan para denotar algo trascendental o fuera de lo normal. Caplan (2003) refiere el nacimiento del término a las ciencias computacionales, en donde el prefijo “meta” significa “acerca de”, así un *metalenguaje* es un lenguaje utilizado para describir otros lenguajes. A comienzos de la década de los años 90’s el término *metadata* como “datos a cerca de los datos” estaba ya siendo utilizado para identificar archivos digitales de conjuntos de datos científicos, sociales y geoespaciales. Con la expansión de Internet y la Web, los metadatos comenzaron a ser utilizados para describir Objetos de Información (OI) en la Red.

Un símil más próximo de los metadatos para el ámbito educativo, se encuentra en una ficha bibliográfica, en la que se tiene toda la información que describe al recurso y se puede decidir si se consulta o no sin haber tenido contacto directo con el libro (u otro recurso documental), esto hace más fácil y ágil ubicar el recurso que se desea consultar dentro de una colección. Algunos de los descriptores que contiene la ficha son: ubicación, título, autor, editorial, año de edición, tema y número de páginas de un libro, estos descriptores tienen su origen en la catalogación bibliotecaria y se conocen ahora también como metadatos.

Pero los metadatos no sólo son descriptivos, también pueden ser administrativos y de estructura (Caplan 2003):

- *Metadatos descriptivos*: tienen propósito de **descubrimiento** (cómo se encuentra un recurso), **identificación** (cómo un recurso puede distinguirse de otro), y **selección** (cómo determinar que un recurso cubre una necesidad particular). Los metadatos descriptivos sirven también para formar colecciones de recursos similares. Otras funciones de los metadatos descriptivos son la evaluación, relación (con otros recursos) y usabilidad.
- *Metadatos administrativos*: es información que facilita la administración de los recursos. Incluyen información sobre cuándo y cómo fue creado el recurso, quién es el responsable del acceso o de la actualización del contenido y también se incluye información técnica, como la versión de software o el hardware necesario para ejecutar dicho recurso.
- *Metadatos estructurales*: sirven para identificar cada una de las partes que componen al recurso, definen la estructura que le da forma. Por ejemplo, un libro, que contiene capítulos y páginas, se puede etiquetar con metadatos que identifican cada parte y la relación que guardan entre ellas. Se usan

especialmente para el procesamiento de la máquina y por software de presentación o estilos.

En sectores como el bibliotecario y el educativo, que tienen como tarea importante el procesamiento de información o de datos, se han gestado iniciativas para la formalización del uso de metadatos a través del desarrollo de esquemas. Los esquemas de metadatos consisten en un conjunto de reglas semánticas, sintácticas y de contenido que deben seguirse para conformar el conjunto de metadatos de un recurso.

En el ámbito del *e-learning*, para la descripción de OA, se ha desarrollado el estándar IEEE LOM (*Learning Object Metadata*) (IEEE, 2002) del que parten importantes iniciativas para la estandarización del *e-learning*. En LOM se especifica la sintaxis y la semántica de los atributos necesarios para describir los objetos de aprendizaje. Este estándar está compuesto de nueve categorías de metadatos, que agrupan elementos con los que se ha pretendido una descripción completa de los recursos educativos (en el apartado 4.2.3 se aborda estándar más ampliamente).

Con el uso de esquemas estándares de metadatos se busca, además de la organización, la reutilización de recursos y la interoperabilidad entre los sistemas involucrados con el uso de contenidos. Para hacer esto realmente posible es necesario que los metadatos estén representados a través de lenguajes abiertos (Toshniwal & Agrawal, 2004) como XML (*eXtended Markup Language*) (Bray, Paoli, Sperberg-MacQueen, Maler & Yergeau, 2004), ya que se considera “que los metadatos basados en tecnología XML son un elemento clave para la administración de repositorios digitales, con esta alianza se puede llevar a cabo el intercambio de información y de contenidos, entre plataformas y entre repositorios, de forma transparente para el usuario” (Ahmed, Ayers, Birbeck, Cousins, Dodds, Lubell, et al., 2001).

La selección correcta del esquema de metadatos, la asignación adecuada de sus valores y la tecnología compatible entre los sistemas dan a los contenidos las propiedades necesarias para potenciarlos como recursos reutilizables, asequibles y durables.

3.4.2. Normalización de datos

Se ha mencionado que los metadatos son un componente clave para la reutilización de los recursos y para poder considerar a éstos como OA, pero no sólo el tener un esquema de metadatos dará a los recursos las potencialidades mencionadas, la estructura en que se organizan los metadatos y el llenado de los valores de cada uno cumple un papel fundamental. Ruiz y Pinto (1990) señalan que “la eficacia en la transferencia de la

información sólo se consigue mediante sistemas previamente organizados que faciliten el análisis y la recuperación del objeto sistematizado” y asumen a la normalización como el fenómeno que lo hace posible unificando métodos, formas y procedimientos, superando cualquier limitación de carácter lingüístico, geográfico y cultural. La normalización es toda actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan, fundamentalmente, en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía, con el fin de conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto (Senlle & Stoll, 1994).

Dar valores a un metadato puede parecer trivial, sin embargo, esto es una tarea de expertos, principalmente especialistas en el manejo de información, ya que para la recuperación de dichos recursos la búsqueda se hará sobre los datos capturados, lo cual inyecta singular importancia a los valores que se introduzcan y a que se introduzcan correctamente.

En el ámbito bibliotecario quiénes comúnmente llenan los metadatos son expertos bibliotecarios, sin embargo, en el caso de los repositorios de recursos educativos son los profesores quienes se encargan de esta tarea, que si bien son expertos en su materia, no lo son en la descripción de recursos. Gracias a las especificaciones de los grupos que desarrollan esquemas de metadatos, siendo expertos o no en el manejo de información, para lograr un buen llenado de los valores de cada metadato pueden seguirse las reglas propuestas y deben también considerarse el uso de vocabularios¹¹ controlados. Los lineamientos para el llenado están siempre especificados en los esquemas o estándares, además, con el uso de interfaces de captura se elimina en gran medida el uso del criterio, permitiendo introducir los valores predefinidos en las listas mostradas para cada campo y marcando errores cuando existe alguna inconsistencia con el estándar.

Para aquellos elementos en los que no procede el uso de vocabularios predefinidos, debe contarse con reglas de normalización para el llenado. Un caso común es el elemento *título*, el cual usualmente se llena con texto libre, dando margen a que cada quién utilice su criterio para introducir los datos, pero predefiniendo una norma para su llenado se evita la inconsistencia ortográfica (el uso de mayúsculas y minúsculas, por ejemplo).

La normalización en la descripción de recursos no puede dejarse a un lado debido a la gran cantidad de información que se maneja, a la participación cooperativa para la

¹¹ En el ámbito de los metadatos un vocabulario es el universo finito de valores que pueden utilizarse para un metadato en particular.

formación de acervos, para cumplir con la aplicación adecuada de los estándares y para la recuperación de los objetos en el proceso de búsqueda.

La normalización como complemento a la aplicación de especificaciones y estándares reporta importantes beneficios para la reutilización y la interoperabilidad de recursos y sistemas, pero lo más importante es que deja los datos preparados para futuras aplicaciones. La gestión de información y conocimiento para el *e-learning* se ve altamente beneficiado con la normalización de datos, ya que técnicas como la minería de datos, los sistemas expertos, agentes inteligentes y sistemas de enseñanza inteligentes requieren de un procesamiento eficiente de la información, para poder convertirla o manipularla como conocimiento, y con ello promover aprendizajes significativos en los alumnos (Morales, 2004).

3.5. *La Web Semántica en el futuro de los OA*

Haciendo uso de metadatos y de las reglas de normalización para generar los metadatos de un recurso se obtienen datos que pueden procesarse de manera más eficiente. Sin embargo, una restricción importante para la recuperación de recursos a través de sistemas automatizados es la incapacidad de búsquedas semánticas, problema que dentro de la Web sigue causando gran número de respuestas fallidas en los buscadores más potentes, ya que los motores carecen de inteligencia y aún no procesan el significado de las palabras.

Para cubrir esta deficiencia sería necesario utilizar una misma semántica entre los repositorios, quienes buscan en ellos, los autores de contenidos, los que catalogan y los que publican, tarea más que difícil de lograr para una misma comunidad y mucho más difícil entre sectores. Para esto, se está experimentado sobre la Web Semántica, una extensión de la Web actual, en la cual, la información tiene un significado bien definido, permitiendo a ordenadores y a personas trabajar de forma cooperativa (Berners-Lee, Hendler & Lassila, 2001).

García (2004) señala: “La idea de la Web Semántica es tener datos en la Web bien definidos y enlazados de manera que puedan ser usados de forma más efectiva para un descubrimiento, una automatización, una integración y una reutilización entre diferentes aplicaciones. Para ello la Web debe evolucionar, ofreciendo una plataforma accesible que permita que los datos se compartan y se procesen por herramientas automatizadas o personas”.

La Web Semántica estructura los recursos disponibles en el Web de forma semántica,

para que a través de agentes de software se analicen y se ejecuten procesos principalmente de búsqueda y recuperación.

El desarrollo de la Web Semántica se apoya principalmente en dos tecnologías: XML para el etiquetado de la estructura de un recurso que pueda ser interpretado por una máquina y RDF¹² (*Resource Description Framework*) para la especificación de metadatos e información sobre el recurso.

Recientemente, para el desarrollo de la Web Semántica se ha adoptado el concepto de *ontologías* para encontrar equivalencias en términos comunes que se identifican de forma diferente. Formalmente, una ontología se define como una especificación explícita de una conceptualización (Gruber, 1993), en la práctica se definen vocabularios comunes para compartir información dentro de un determinado dominio, se puede decir que es proceso sofisticado y estructurado para la normalización exhaustiva de la información.

La Web Semántica ampliará las capacidades de reutilización y de interoperabilidad de los OA y dará algún nivel de inteligencia a los servicios que un repositorio puede ofrecer (López & García, 2005). Mohan y Brooks (2003) hacen la propuesta de lo que se espera para el futuro de los OA: “Nuestra visión sobre los objetos de aprendizaje en la Web Semántica es que los objetos de aprendizaje deberán jugar un rol más significativo en el procesos de búsqueda, y deberán ser capaces de interactuar inteligentemente con un LCMS para proporcionar instrucción en la Web. Si un objeto de aprendizaje es capaz de determinar su compatibilidad con una situación instruccional, entonces los agentes de búsqueda en la Web Semántica podrán desempeñar búsquedas más sofisticadas para los objetos de aprendizaje, teniendo como resultado grupos de objetos de aprendizaje cercanos a cumplir los objetivos instruccionales”.

Se espera entonces, que los resultados de las búsquedas sean más precisos, facilitando al profesor o al diseñador instruccional el trabajo de selección de los objetos de aprendizaje que integran un curso. De igual manera los OA podrán integrarse de forma automática a un curso, ya que las relaciones semánticas podrían crear nexos naturales entre las aplicaciones y los recursos.

Para hacer esto posible es necesario cubrir con requisitos como, primero, tener los

¹² RDF es un lenguaje de propósito general que permite la codificación, el intercambio y reuso de metadatos estructurados en la Web, <http://www.w3c.org/RDF/>.

objetos de aprendizaje disponibles a los usuarios potenciales en la Web, almacenándolos en repositorios de diferentes tipos; y segundo, que los objetos de aprendizaje provean información semántica para facilitar su descubrimiento y reutilización en la Web, haciendo uso de ontologías que especifiquen de forma consistente los conceptos y la estructura para el dominio de los objetos de aprendizaje. También es requisito que los OA contengan la información pedagógica necesaria para hacer posible la personalización durante la interacción instruccional.

La Web Semántica aún no es operativa en la realidad, pero el uso actual de estándares, metadatos y de XML están dando la base para su rápida incorporación. Igualmente se está trabajando en el desarrollo de las ontologías para el dominio *e-learning* (Sicilia & García, 2003), por lo que en algunos años su aplicación en el campo educativo podrá ir mostrando los primeros resultados.

El futuro no es todavía claro, pero es grande la expectativa de que los OA revolucionen los sistemas educativos. Por lo que resulta necesario prever que los OA se encuentren en condiciones de ser aprovechados adecuadamente, un requisito fundamental será tener acceso a ellos. Para su acceso, organización y reutilización, los OA se están depositando en contenedores llamados Repositorios de Objetos de Aprendizaje, los cuales permitirán que las aplicaciones, actuales y futuras, extraigan y transporten contenidos, para su modificación y reutilización. Esto beneficiará a profesores, alumnos y diseñadores, pero también será un importante soporte para el intercambio automático de contenidos entre sistemas, de un contexto de aprendizaje o de otros contextos que puedan requerirlos. A continuación se entra en detalle sobre este tema.

4. Bibliotecas Digitales y Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Conforme la cantidad de información disponible en Internet ha ido en aumento y las tecnologías van facilitando nuevos recursos para la gestión de la información, los servicios adicionales que pueden ofrecerse para el uso de los recursos van más allá de la simple consulta y organización mediante catálogos. Se está dando paso a nuevos sistemas que extienden las capacidades de los recursos y se puede decir que los convierten en herramientas mismas, ya se ha visto que los objetos de aprendizaje tienen atributos que les dan un carácter más funcional, haciendo que sus posibilidades de uso se amplíen.

La gestión de información ha sido una actividad que durante siglos ha permitido que datos y contenidos sean utilizados para diversas aplicaciones, por diversos grupos e incluso en diferentes lugares geográficos y épocas. La principal figura dentro del ámbito de la gestión de información ha estado representada por la biblioteca. Con la introducción de los ordenadores, las bibliotecas han expandido y renovado sus servicios; con la aparición de los discos compactos, de los sistemas de bases de datos y con los libros electrónicos, éstas han abierto su dominio a otros tipos de recursos que contengan información, dejando atrás la exclusividad de resguardo de libros y revistas en papel, dándose origen a las bibliotecas digitales

Con la aparición del *e-learning* y de los objetos de aprendizaje se han tenido necesidades particulares para gestionar los contenidos educativos, y los ROA comienzan a posicionarse como importantes herramientas que tienen como función resguardar los recursos, hacerlos disponibles para diversos usos y para compartirlos con otras aplicaciones, facilitando con esto el flujo de contenidos y la expansión de servicios. Para aclarar este tema, en este capítulo se detallan los conceptos, características principales y sistemas de metadatos de las herramientas para el depósito de recursos digitales, como son las bibliotecas digitales para los OI, y los ROA para los OA. Asimismo, al final del capítulo se hace una reflexión sobre el impacto que estos últimos tienen sobre los entornos *e-learning*.

4.1. Las bibliotecas digitales

Al concentrar recursos digitales de información en un sitio web, se van formando colecciones con la intención de hacerlas disponibles para quienes se interesen por su consulta. Sin embargo, en muchos casos no es sencillo recuperar los contenidos de dichas colecciones, en algunos casos porque no hay un orden, en otros porque la organización hecha no es intuitiva, incluso se llegan a encontrar colecciones en las que no hay registro de lo que contienen y deben hacerse inspecciones exhaustivas para encontrar algún contenido útil. También es común encontrar largos listados de contenidos que no permiten búsquedas, en los que el usuario debe inspeccionar cada recurso para discriminar entre los que le son útiles y los que no. Para administrar estos recursos es necesario recurrir a modelos que han permanecido vigentes durante siglos para organizar, controlar y preservar la información y que además ahora son potenciados con el uso de tecnologías que les dan mayores capacidades. Por ello, a partir de la figura de una biblioteca tradicional nace un nuevo tipo de bibliotecas para el entorno digital, estas son las bibliotecas digitales. A continuación, a fin de dar un preámbulo para una mejor comprensión de los ROA, se da la definición de biblioteca digital, las características funcionales y los metadatos que utilizan este tipo de bibliotecas.

4.1.1. Definición

Cuando las colecciones de recursos digitales tienen un objetivo claro y se forman con una selección de contenidos organizados con un sistema descriptivo a través de metadatos (catalogación), y además se les asocian algunas facilidades para la búsqueda y uso de la información (servicios), estas colecciones se categorizan como bibliotecas digitales (Borgman, 1999)

Las bibliotecas digitales basan el contenido de sus repositorios en Objetos de Información (Leiner, 1998), que trascienden al concepto de documento de las bibliotecas tradicionales, refiriéndose a todo tipo de objeto que provea información, como imágenes, videos, animaciones y multimedios. Además hacen uso de las telecomunicaciones y particularmente de Internet para facilitar el acceso a sus contenidos. Algunas veces se confunden con otros tipos de bibliotecas que también hacen uso de la tecnología, pero hay notables diferencias entre unas y otras (López, 2000):

-
- *Biblioteca automatizada* es aquella que cuenta con sistemas de gestión que le permite una ágil y correcta administración de usuarios y de los materiales que resguarda, principalmente en papel. Asimismo, cuenta con sistemas de telecomunicaciones que permiten acceder a su información de manera remota o local. Proporciona principalmente catálogos y listas de las colecciones que se encuentran físicamente dentro de un edificio.
 - *Biblioteca virtual* es aquella que hace uso de la realidad virtual para mostrar una interfaz y emular un ambiente que sitúe al usuario dentro de una biblioteca tradicional. Hace uso de la más alta tecnología multimedia para guiar al usuario a través de diferentes sistemas conectados a través de sistemas de cómputo y telecomunicaciones. Usualmente se requiere de equipo especial como guantes y cascos para entrar en el espacio virtual que se simula.

Peña, Baeza-Yates & Rodríguez (2002), por su parte dicen:

- *Biblioteca electrónica* es una expansión de las bibliotecas automatizadas en la que se facilita también el acceso a fuentes o recursos de información electrónica.

Considerando estas definiciones se puede entonces acotar que las bibliotecas digitales son sistemas disponibles en Internet basados en tecnología web y que proveen acceso a diferentes tipos de contenidos digitales, facilitan el control y la preservación de los recursos, además de ofrecer servicios agregados en torno a las necesidades de los usuarios y a la información que contienen.

4.1.2. Características funcionales básicas

Aunque existen muchos tipos de bibliotecas digitales, unas más sofisticadas que otras, pueden identificarse un conjunto mínimo de elementos en la arquitectura de un sistema de información para poder llamarlo biblioteca digital, estos elementos son (Tramullas, 2002):

- *Colección*: desarrollo y gestión de colecciones de recursos digitales, locales o distribuidos, sin restricción de formato.
- *Servicios de valor añadido*: productos y facilidades creados para dar valor al contenido de la colección, adecuados a las necesidades y a los requisitos de sus usuarios. El acceso simple no se considera un servicio.
- *Personalización*: funcionalidad para que el usuario (o institución) pueda definir su espacio de interacción con la biblioteca digital y seleccionar en listas propias los elementos de la colección.

-
- *Ciclo de vida de la información*: los contenidos digitales pueden tener fases diferentes en sus diversas etapas y debe llevarse un seguimiento del ciclo de cada recurso.

La mayor ventaja que se ha visto de las bibliotecas digitales sobre las bibliotecas tradicionales es que permiten el acceso universal a los recursos, sin limitantes de tiempo ni espacio, dado que principalmente se hace uso de medios como Internet y la Web para interactuar con los usuarios y otros sistemas con los que se pueda compartir la información.

La disponibilidad de software para la implementación de bibliotecas digitales está principalmente cubierta por productos propietarios y son contadas las herramientas que pueden utilizarse e instalarse libremente. Una herramienta de software libre muy socorrida internacionalmente para la construcción de bibliotecas digitales ha sido *Greenstone* (Witten & Bainbridge, 2003), creada y mantenida por *New Zealand Digital Library Project*, en la Universidad de Waikato, además de ser también distribuido en cooperación con la UNESCO¹³ y el Human Info NGO¹⁴. Es un software de sencilla instalación (cuando se tienen los conocimientos técnicos), es multilinguaje y el código permite que se hagan adecuaciones y ampliaciones para los intereses particulares de cada organización.

4.1.3. Metadatos en las Bibliotecas Digitales.

Para que una biblioteca digital pueda gestionar los recursos digitales es necesario que éstos se encuentren bien organizados y claramente identificados, para esto hacen uso de los metadatos.

Como se mencionó en el apartado 3.4.1 los metadatos son descriptores de un recurso, en el ámbito de las bibliotecas automatizadas se conocen como estándares de catalogación y entre los más utilizados se encuentra MARC (*Machine Readable Cataloguing*) (Martínez & Oralán, 2005), un estándar que tiene sus orígenes en los años sesenta para la generación de registros catalográficos, ideado para ser leído por ordenadores y poderse compartir entre bibliotecas, adoptado prácticamente de manera universal para la automatización de las bibliotecas. MARC ofrece elementos para la descripción

¹³ UNESCO. *United Nations Educational, Scientific and cultural Organization*, <http://www.unesco.org/>.

¹⁴ *Humanitarian Information for All*. Biblioteca que provee información de soluciones e ideas para afrontar la pobreza e incrementar el potencial humano, <http://www.humaninfo.org/>.

exhaustiva de un recurso a través de etiquetas alfanuméricas con una sintáctica y una semántica bien definida, es muy completo pero también es muy complejo. Existen bibliotecas digitales que han mantenido la descripción de recursos utilizando MARC, pero dada su complejidad y el grado de especialización que debe tener quien captura los datos muchas otras han optado por opciones más simples.

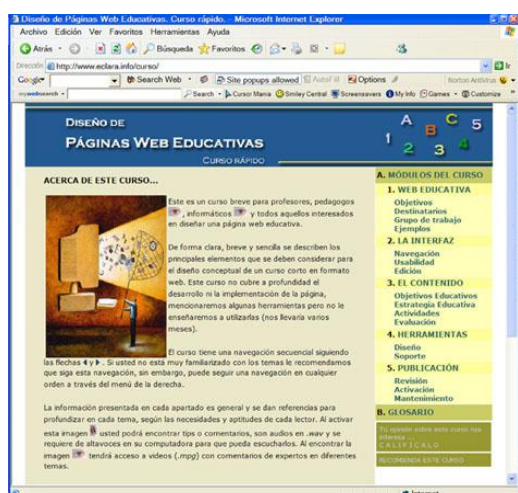
Elemento	Definición
Título <title>	Nombre dado al recurso y por el que es formalmente reconocido.
Autor o creador <creator>	Entidad (persona, institución o servicio) responsable de la creación del contenido del recurso.
Tema y palabras clave <subject>	Tema del contenido en algún código internacional o en palabras asociadas al tópico general del recurso.
Descripción <description>	Describe el contenido del recurso. Se puede incluir el resumen o la tabla de contenido. También puede incluirse la referencia hacia la representación gráfica del contenido.
Editor <publisher>	La entidad responsable de que un recurso esté disponible (persona, organización o servicio).
Colaborador <contributor>	Entidad responsable de contribuciones en el contenido del recurso (persona, organización o servicio). Se incluyen traductor, ilustrador, etc.
Fecha <date>	Fecha de algún evento relacionado con el ciclo de vida del recurso. Comúnmente es la fecha de creación o de disponibilidad aunque pueden tener fechas de modificación y de edición, entre otras.
Tipo <type>	La naturaleza o género del objeto según su categoría, funciones o niveles de agregación.
Formato <format>	Es la manifestación física o digital del recurso. Usualmente se puede incluir el tipo de medio en que está fijado el recurso y/o sus dimensiones (tamaño y duración).
Identificador del recurso <identifier>	Es una referencia específica, no ambigua, que se relaciona con el recurso dentro de un contexto dado, comúnmente se puede asignar una serie de caracteres numéricos o alfanuméricos de algún sistema estandarizado ya sea propio o internacional.
Fuente <source>	Referencia al recurso del cual se derivó el recurso que se describe.
Idioma <language>	Idioma del contenido.
Relación <relation>	Relaciones entre éste y otros objetos. Las relaciones pueden ser, por ejemplo, de dependencia o de productos derivados.
Cobertura <coverage>	La extensión o alcance del contenido. Incluye ubicación de espacio, lugar, coordenadas geográficas, período tiempo, fecha, rango de fechas.
Derechos <rights>	Información sobre la propiedad del recurso y sus condiciones de uso. Relacionado regularmente con el <i>Copyright</i> y los derechos de propiedad intelectual.

Tabla 2. Definición de los quince elementos de DC *unqualified*.

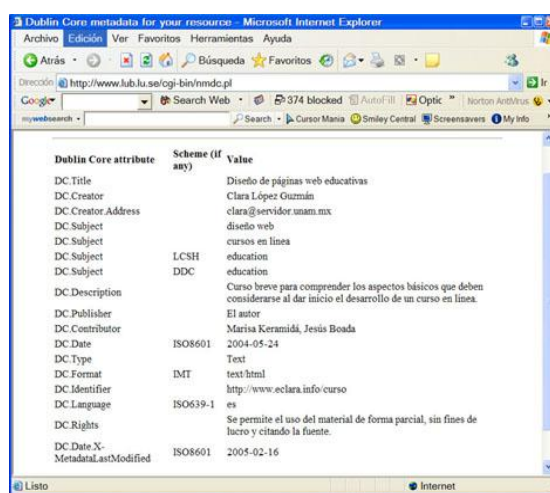
Para las bibliotecas digitales Caplan (2003) afirma que se ha optado por seguir la Iniciativa de Metadatos Dublin Core o DCMI (*Dublin Core Metadata Initiative*, también llamado sólo DC) (Powell, Nilsson, Naeve & Johnston, 2005) ya que ha probado su utilidad en diversos contextos bibliotecarios para la descripción de recursos electrónicos.

La DCMI fue desarrollada para la descripción de un amplio universo de recursos en red, su aplicación es de carácter muy general e incluye los recursos que una biblioteca digital puede contener. La propuesta más sencilla de esta Iniciativa, llamada *unqualified DC* (DCMI, 2004), está conformada por sólo 15 elementos. Los elementos son los metadatos de más alto nivel y describen las propiedades generales de un recurso. En la Tabla 2 se presenta cada elemento con su respectiva definición.

En la Figura 8 se muestran la ficha de los metadatos generados para un curso desarrollado en HTML¹⁵, en la primera columna (*Dublin Core Attribute*) se indica el nombre de cada elemento y a cada uno se antepone “DC” lo que significa que son etiquetas del estándar de *Dublin Core*; en la segunda columna (*Scheme*) se indica el esquema de codificación, es decir, el estándar que se consideró para el llenado del descriptor; y en la tercera columna (*Value*) se encuentra el valor dado a cada descriptor.



Página web (recurso descrito)



Ficha de metadatos de la página web

Figura 8. Ejemplo de metadatos *Dublin Core* de una página web

Los metadatos que se generan, después de dar valores a cada descriptor, se pueden asociar al recurso ya sea en un archivo separado o insertado en código HTML en el propio recurso. En la Tabla 3 se muestra parte del código HTML de los elementos de DC, que tendría que insertarse en el código del curso que se ha descrito.

Lo más común en los sistemas de bibliotecas digitales es dejar los metadatos en un archivo separado ya que no todos los recursos que se tienen en la colección son de formato HTML y en esos casos no es posible insertarlos, además, de esta manera se

¹⁵ HTML (*Hypertext Markup Language*) es el lenguaje estándar para publicar contenidos en la Web (Ragget, Le Hors & Jacobs, 1999).

tiene más independencia entre el recurso y los datos que lo describen, facilitando la indexación y la reutilización de dichos metadatos.

La Iniciativa propone también un *qualified DC* (DCMI, 2005), que es el mismo grupo de elementos pero con capacidad de descripciones más precisas haciendo uso de refinamientos y de esquemas codificados (ver Anexo A). Los refinamientos son calificativos que hacen más reducido o específico el significado de un elemento, por ejemplo, en el elemento <date> se puede utilizar el refinamiento <modified> que indicará que el dato capturado se refiere específicamente a la fecha de modificación. Los esquemas son apuntadores a información contextual que ayuda a la interpretación del valor de un elemento, están formados por reglas de análisis gramaticales, notaciones formales y códigos estándares. Con el *qualified DC* se ha hecho un conjunto de elementos que permite descripciones más precisas y también se ha emitido el documento para expresar DC en RDF/XML (Kokkelink & Schwanzl. 2002).

```
<META NAME="DC.Title" CONTENT="Diseño de páginas web
educativas">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#title">
<META NAME="DC.Creator" CONTENT="Clara López Guzmán">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#creator">
<META NAME="DC.Creator.Address" CONTENT="clara@servidor.unam.mx">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#creator">
<META NAME="DC.Subject" CONTENT="diseño web">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#subject">
.
.
.
.
<META NAME="DC.Identifier" CONTENT="http://www.eclara.info/curso">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#identifier">
<META NAME="DC.Language" CONTENT="(SCHEME=ISO639-1) es">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#language">
<META NAME="DC.Rights" CONTENT="Se permite el uso del material de
forma parcial,
sin fines de lucro y citando la fuente.">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#rights">
<META NAME="DC.Date.X-MetadataLastModified" CONTENT="(SCHEME=ISO8601)
2005-02-16">
<LINK REL=SCHEMA.dc
HREF="http://purl.org/metadata/dublin_core_elements#date">
```

Tabla 3. Código HTML de los metadatos *Dublin Core* de una página web

4.2. Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Las bibliotecas digitales se han propagado y han sido un importante complemento para las bibliotecas tradicionales, profesores y alumnos recurren a éstas para tener acceso a contenidos digitales que ayuden en sus actividades de formación. Las bibliotecas tradicionales han adoptado a la biblioteca digitales como una excelente opción para la gestión de los recursos digitales y para ofrecer nuevos servicios a más usuarios.

Hoy día, en los ambientes de aprendizaje basados en *e-learning*, las bibliotecas digitales son un recurso externo que no se integra de manera natural con las aplicaciones desarrolladas. De igual forma, tampoco cumplen con los requisitos particulares para la real explotación de los objetos de aprendizaje ya que son de aplicación muy general.

Así que se ha buscado una solución particular que facilite la recopilación, el acceso y el compartir recursos educativos, en la que, apeándose a las necesidades específicas del sector, se tenga un sistema de almacenamiento de contenidos que se integre y comunique fácilmente con los otros sistemas que operan en los ambientes de aprendizaje en línea (McLean & Lynch, 2003).

Es aquí en donde los Repositorios de Objetos de Aprendizaje tienen su origen y para comprender el impacto que pueden tener dentro de los entornos e-learning, en los a continuación se dará su definición, los tipos y características principales que lo hacen una aplicación particular de las bibliotecas digitales, también se explicará el esquema de metadatos que se recomienda utilizar y se hará mención también de las iniciativas más relevantes de los proyectos de este tipo de repositorios.

4.2.1. Definición

En el apartado sobre OA se ha insistido en que la reutilización debe ser una de sus principales bondades, es entonces casi intrínseco que se tenga un lugar destinado para su almacenamiento y clasificación para facilitar posteriormente su mantenimiento, localización y, posiblemente, también compartir ese OA con otros sistemas para aplicaciones diversas. Este almacén es lo que se conoce como Repositorio de Objetos de Aprendizaje y que ya ha sido mencionado en capítulos anteriores. Los sistemas de repositorios son la infraestructura clave para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de todo tipo de contenido digital (ADL, 2002).

Resulta cuestionable por qué si los repositorios operan como bibliotecas digitales no son

llamados “bibliotecas de objetos de aprendizaje” y se identifican más bajo el término de “repositorios”. García (2000) considera que un repositorio es un concepto tan amplio que va desde sencillos sistemas de almacenamiento hasta complejos entornos que incorporan, además de los sistemas de almacenamiento, conjuntos de herramientas que ayudan al proceso de reutilización. Dado el origen conceptual que tienen los OA a partir de filosofías de programación informáticas, puede pensarse que el término de repositorio también se hereda de este campo, en el que se conciben como bases de datos para el almacenamiento de *assets*¹⁶ pero que han evolucionado hacia complejos métodos de almacenamiento, búsqueda, navegación, evaluación de *assets* y recuperación, como el mismo autor concluye.

Tratando el tema de los repositorios vistos como almacenes de OA y extrapolados al contexto educativo, el programa CANARIE (2001) dice que los ROA “son un catálogo electrónico/digital que facilita las búsquedas en Internet de objetos digitales para el aprendizaje”. Daniel (2004), a partir de los términos “repositorio digital”, “objeto de aprendizaje” y “metadato” dice que “los repositorios de objetos de aprendizaje son bases de datos con búsquedas que alojan recursos digitales y/o metadatos que pueden ser utilizados para el aprendizaje mediado”. El JORUM+ project (2004) adopta la siguiente definición: “Un ROA es una colección de OA que tienen información (metadatos) detallada que es accesible vía Internet. Además de alojar los OA los ROA pueden almacenar las ubicaciones de aquellos objetos almacenados en otros sitios, tanto en línea como en ubicaciones locales”.

Las definiciones, en su sentido general no difieren mucho entre sí y dejan ver claramente que estos repositorios, sean bases de datos o catálogos, están creados para ser utilizados en un proceso de enseñanza, lo cual lleva a que los ROA se vean como facilitadores claves para incrementar el valor de los recursos de aprendizaje dando la oportunidad la reutilizar, reorientar y hacer reingeniería para cubrir las necesidades del usuario final (Porter, Curry, Muirhead & Galan, 2002).

Para construir los ROA la comunidad de estándares del *e-learning* ha creado sistemas descriptivos especializados diferentes, pero compatibles, con los que hasta ahora se habían utilizado en las bibliotecas digitales, como se ha mencionado anteriormente Dublin Core es uno de ellos. En la práctica, los ROA disponibles hoy día pueden

¹⁶ En el campo de la informática, un *asset* es el término que connota a los elementos de software reutilizables (García, 2000).

apegarse a distintas esquemas pero la tendencia es utilizar LOM o algún esquema compatible o derivado de éste, como se verá más adelante.

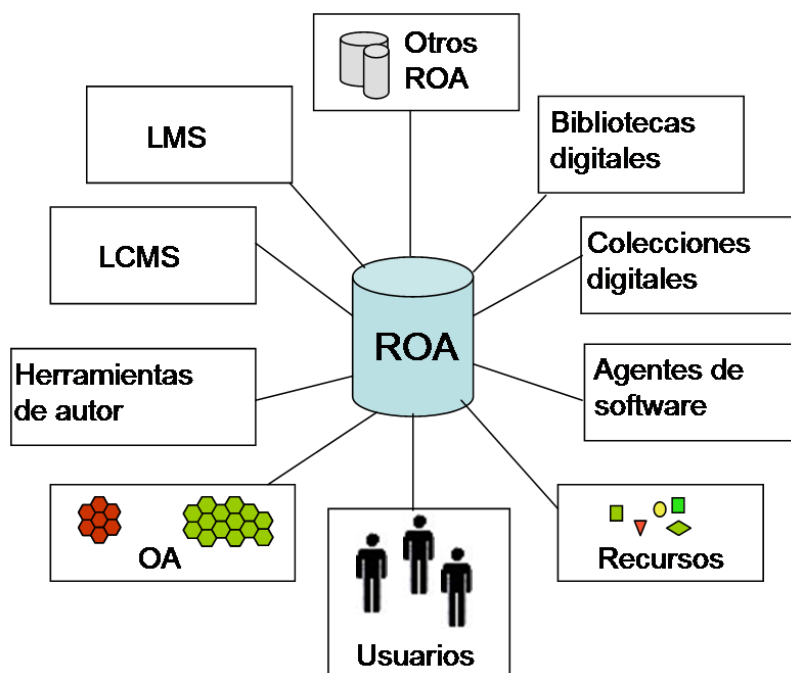


Figura 9. Interacción de los ROA

Considerando todo lo expuesto hasta este momento, se puede decir que los ROA son un tipo de bibliotecas digitales especializadas en recursos educativos que utilizan los estándares de metadatos que han desarrollado los organismos encargados de la estandarización del *e-learning*, preparadas tecnológicamente para interoperar con otros repositorios y con otras aplicaciones de los entornos *e-learning*. La interacción de los ROA (Figura 9) debe ser posible con todos los sistemas, herramientas y usuarios que hagan uso de contenidos, así como con aquellos otros repositorios o recursos que pueda agregar a su catálogo o con los que pueda comunicarse para hacer posibles las búsquedas federadas.

4.2.2. Tipos y características principales de los ROA

Por la forma en la que se concentran los recursos, principalmente se identifican dos tipos de ROA (Downes, 2004) (Rehak & Mason, 2003):

- 1) los que contienen los objetos de aprendizaje y sus metadatos, en éstos los objetos y sus descriptores se encuentran dentro de un mismo sistema e incluso dentro de un mismo servidor (Figura 10a), y
- 2) los que contienen sólo los metadatos, en este caso el repositorio contiene sólo los descriptores y se accede al objeto a través de una referencia a su

ubicación física que se encuentra en otro sistema o repositorio de objetos (Figura 10b).

También es común encontrar repositorios mixtos, en los que se hace una combinación de estos dos tipos mencionados.

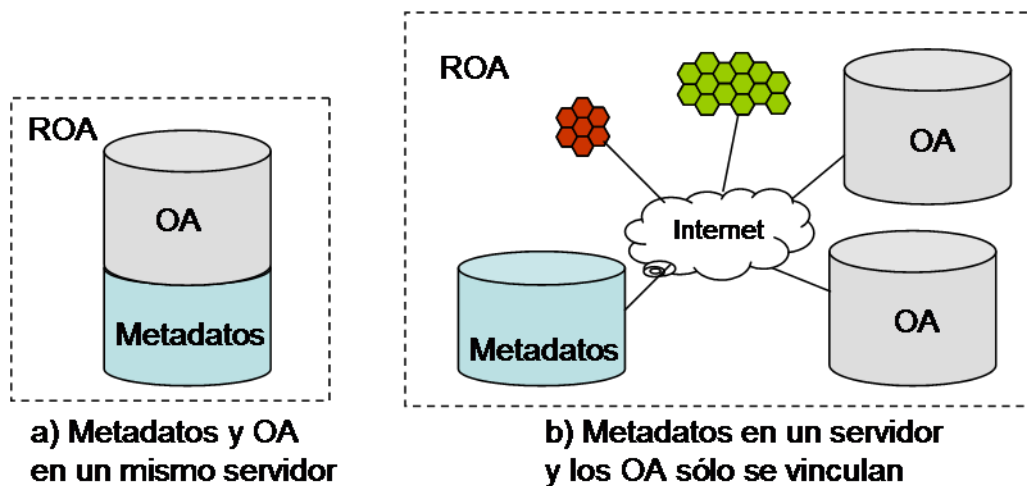


Figura 10. Tipos de ROA por la distribución de los OA

Los ROA más conocidos (que se menciona en el apartado 4.2.4) comúnmente funcionan de forma independiente (*stand-alone*). Son aplicaciones con una interfaz web, un mecanismo de búsqueda y listados con algún tipo de clasificación. Otra clase de ROA operan sólo como módulos adicionales a otros productos (LMS o LCMS) que utilizan los contenidos de forma exclusiva y sin que el usuario tenga acceso directo al repositorio. Lo deseable es que los ROA tengan ambas capacidades, tanto ofrecer una interfaz web, para que los usuarios humanos puedan acceder a la colección, así como la capacidad de comunicarse directamente con las plataformas de aprendizaje y hacer posible la interoperabilidad entre sistemas de diferente naturaleza.

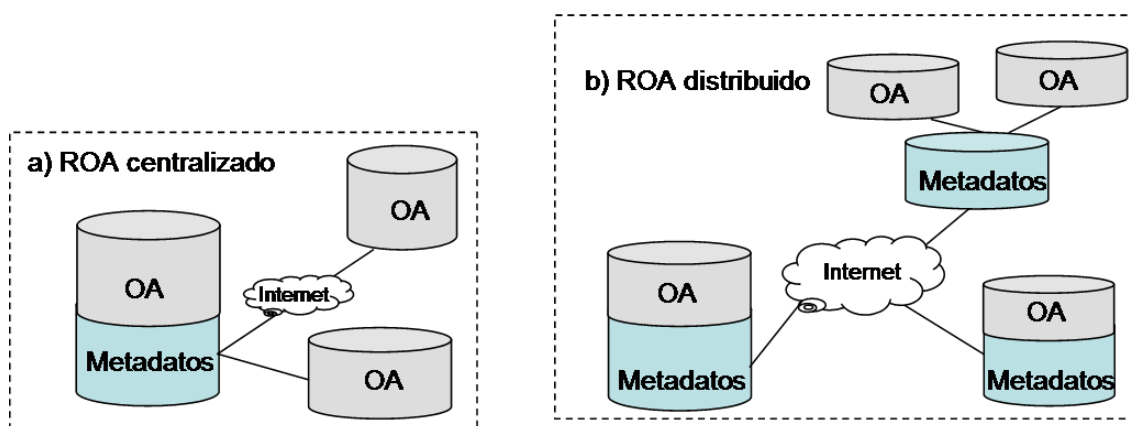


Figura 11. Tipos de ROA por la distribución de los metadatos.

Por la forma en la que los catálogos de metadatos se organizan, se diferencian dos modelos de ROA (Downes, 2004): centralizados y distribuidos. Los más comunes son los centralizados (Figura 11a), en los cuales metadatos de los OA están contenidos en un mismo servidor, aunque el objeto esté localizado en alguno otro. El modelo distribuido (Figura 11b) opera a través de varios servidores, cada uno contiene diferentes grupos de metadatos y se comunican entre ellos para intercambiarlos.

Los ROA al ser bibliotecas digitales deben cubrir al menos los mismos elementos básicos: colección, servicios de valor añadido, personalización y ciclo de vida (ver apartado 4.1.2). Edutools (Leslie, Landond, Lamb, & Poulin, 2004) realizó un estudio a productos de software para ROA y utilizó criterios divididos en 10 categorías, que expertos en la materia propusieron después de hacer una revisión exhaustiva de la literatura y de revisar y analizar los productos existentes en el mercado, algunos de estos criterios pueden considerarse como características deseables, pero se mencionan principalmente con la idea de que se tenga en mente todo lo que un ROA puede involucrar:

- 1) *Herramientas de búsqueda*. Considera la búsqueda a través de palabras clave u otros metadatos, la posibilidad de que el usuario pueda realizar exploraciones en listados predefinidos en alguna categorización o clasificación, así como la capacidad del sistema para notificar a los usuarios sobre eventos determinados en el repositorio y la sindicación de los OA.
- 2) *Herramientas de recopilación*. Creación de *bookmarks* de recursos o colecciones personales y posibilidad de creación de paquetes con varios recursos.
- 3) *Colectividad y evaluación*. Posibilidad de que los usuarios puedan evaluar formal o informalmente un OA, mecanismos para registrar los diferentes contextos en los que el OA ha sido utilizado, y listas de OA que el usuario desearía se incluyeran o se modificaran.
- 4) *Meta-etiquetado*. Herramienta de etiquetado, soporte de estándares y/o varios esquemas, importación y exportación de metadatos, mecanismo de identificación única de los recursos especialmente importante en colecciones federadas.
- 5) *Administración de contenidos*. Seguimiento del flujo de creación y publicación de un OA, control de versiones y funciones de almacenamiento, herramientas de autoría.

-
- 6) *Administración y cumplimiento de derechos digitales de autor.* Registro, transmisión, interpretación y hacer cumplir los derechos de autor, así como un sistema de pago cuando sea necesario.
 - 7) *Presentación y salidas de consorcio.* Accesibilidad, salidas en múltiples formatos para diferentes dispositivos, cambios de apariencia de la interfaz, soporte de caracteres de diferentes idiomas, habilidad para servir como puerta de entrada para varias colecciones, transformación de formatos.
 - 8) *Integración e interoperabilidad.* Federación y búsqueda en otros repositorios, integración con un administrador de cursos, soporte de servicios web y de aplicaciones API (*Application Program Interface*) que puedan extraer información de actividades dentro del repositorio.
 - 9) *Consideraciones técnicas.* Autenticación, autorización y personalización, informe de uso, soporte para diferentes sistemas operativos, especificaciones de: la base de datos requerida por el repositorio, escalabilidad, arquitectura del modelo de software, soporte, requisitos técnicos y humanos para su puesta en marcha, cliente de navegador.
 - 10) *Costo/licenciamiento/Otros.* Información de la compañía u organización que provee el software, número de instalaciones, modelo de costo o licenciamiento.

ADL (2002) propone un conjunto básico de funciones que los repositorios deben proveer a fin de dar acceso a los objetos de aprendizaje en un ambiente seguro. Estas funciones son:

- *Buscar/encontrar.* Es la habilidad para localizar un objeto de aprendizaje apropiado. Esto incluye la habilidad para su despliegue.
- *Pedir.* Un objeto de aprendizaje que ha sido localizado.
- *Recuper.* Recibir un objeto de aprendizaje que ha sido pedido.
- *Enviar.* Entregar a un repositorio un objeto de aprendizaje para ser almacenado.
- *Almacenar.* Poner dentro de un registro de datos un objeto, con un identificador único que le permita ser localizado.
- *Colectar.* Obtener metadatos de los objetos de otros repositorios por búsquedas federadas.
- *Publicar.* Proveer metadatos a otros repositorios.

Además de estas funciones también deben considerarse el manejo de los derechos de copia o DRM (*Digital Rights Management*).

4.2.3. *LOM. Estándar de Metadatos para los recursos de contenido en e-learning*

En el año 2002 se emite el estándar 1484.12.1 (IEEE, 2002) que acredita al modelo de datos LOM como el estándar de metadatos para OA. LOM especifica la semántica y la sintáctica de un conjunto mínimo de metadatos necesario para, completa y adecuadamente, identificar, administrar, localizar y evaluar un OA. Su propósito es facilitar a profesores, alumnos y a sistemas automáticos la tarea de buscar, compartir e intercambiar OA, permitiendo el desarrollo de catálogos que contemplan la diversidad cultural e idiomática de los contextos en los que se puedan utilizar los objetos y sus metadatos.

LOM es muy extenso (76 elementos y además es extensible) por lo que para tener una mejor organización y estructura, los metadatos se organizan en forma jerárquica. Su comprensión no es trivial y las condiciones para llenarlos de forma adecuada deben estudiarse previamente, a fin de tener consistencia y contar con registros apegados a lo que el estándar recomienda. Para poder asignar valores, deben tenerse algunos conocimientos técnicos del recurso y conocimientos del campo pedagógico, por lo que se requiere de intervención humana (tal vez especializada) y difícilmente pueden llenarse los datos de forma automatizada.

Para organizar los metadatos, LOM los agrupa en nueve categorías: general, ciclo de vida, metametadatos, técnica, educativa, derechos, relación, anotación y clasificación. En la Tabla 4 se describen con más detalle las categorías: en la columna izquierda, para cada una se indica el nombre (en inglés, como se maneja en el estándar), en picoparéntesis “< >” se ha puesto el nombre de la categoría tal cual y se maneja en la documentación del estándar para su implementación en XML (IEEE, 2001). Debajo del nombre de cada categoría se incluyen los subelementos que lo componen; en la columna derecha se da la descripción semántica de la categoría correspondiente.

Con su relativa reciente aprobación como estándar, LOM se ha posicionado como un esquema de metadatos estable y con reconocimiento internacional, características que lo proyectan para ser implementado en aplicaciones de larga escala dentro del *e-learning*. Como es el caso de algunas de las iniciativas que lo utilizan de base para la definición de sus especificaciones (ver apartados 5.4 y 5.5). Algunos, como Kraan (2003), cuestionan la necesidad de un estándar de metadatos para los OA, principalmente por su complejidad y por la falta de flexibilidad de un esquema predefinido.

Categoría	Descripción
General <general> Identifier Title Language Description Keyword Coverage Structure Aggregation Level	Información general que describe el objeto de aprendizaje como un todo.
Life Cycle <lifecycle> Version Status Contribute	Características relacionadas con la historia y el estado presente del objeto de aprendizaje y de aquéllos que han afectado a este objeto durante su evolución.
Meta-Metadata <metametadata> Identifier Contribute Metadata Schema Language	Información sobre los mismos metadatos, no sobre el objeto de aprendizaje que se está describiendo.
Technical <technical> Format Size Location Requirement Installation Remarks Other Platform Requirements	Requisitos y características técnicas del objeto de aprendizaje.
Educational <educational> Interactivity Type Learning Resource Type Interactivity Level Semantic Density Intended End User Role Context Typical Age Range Difficulty Typical Learning Time Description Language	Condiciones del uso educativo del recurso.
Rights <rights> Cost Copyright and Other Restrictions Description	Condiciones de uso para la explotación del recurso.
Relation <relation> Kind Resource	Relación del recurso descrito con otros objetos de aprendizaje.
Annotation <annotation> Entity Date Description	Comentarios sobre el uso educativo del objeto de aprendizaje.
Classification <classification> Purpose Taxon Path Description Keyword	Descripción temática del recurso en algún sistema de clasificación.

Tabla 4. LOM. Categorías y subelementos.

No cabe duda de la complejidad de LOM y de su cuestionable pero necesaria adopción, sin embargo, su utilización está siendo la tendencia para muchas aplicaciones que lo interpretan y adaptan, según Friesen (2004) en cuatro grupos principales:

1. Los que combinan LOM con elementos de otras especificaciones o estándares de metadatos.
2. Los que se enfocan en la definición de elementos de extensión y otras adaptaciones de LOM.
3. Los que hacen énfasis en la reducción de los elementos de LOM.
4. Los que combinan la reducción de los elementos LOM y, además, hacen elementos de extensión.

LOM, como estándar de metadatos para los ROA, está ofreciendo una opción que facilita, a los emprendedores de proyectos e iniciativas, decidir qué esquema de metadatos utilizar, con la idea de que éste cubre las necesidades para la descripción de los recursos educativos y que facilitará el mapeo y la reutilización de metadatos entre aplicaciones. A continuación se describen algunas de la iniciativas que se están desarrollando y que en su mayoría caen en alguno de los cuatro grupos mencionados anteriormente, aunque la intención del siguiente apartado es mostrar la diversidad de proyectos que se están gestando en torno a los ROA.

4.2.4. *Iniciativas de ROA*

La creación de ROA es relativamente reciente, las iniciativas de desarrollo se han dado inicio a finales de la década pasada y a principios de ésta. Leslie et al. (2004), en su análisis sobre software para ROA, afirman que el mercado de software para estas aplicaciones es todavía inmaduro. A pesar de ello, el crecimiento ha sido rápido y los resultados se pueden ver en los repositorios ya disponibles en la Web, con decenas de miles de objetos de aprendizaje recopilados. La Tabla 5 muestra la lista de algunos de los principales proveedores y de las instituciones académicas involucradas en el desarrollo de repositorios.

Entre los proyectos más reconocidos se pueden encontrar repositorios que han formado sus colecciones por asociaciones entre grupos o por la aportaciones individuales, sin más ánimo que la de compartir el recurso creado. También hay iniciativas que están trabajando en propuestas para la interoperabilidad entre repositorios, con la finalidad de formar redes de sistemas distribuidos que permitan búsquedas federadas (Hatala, Richards, Eap & Willms, 2004).

<i>Proveedores</i>	<i>Instituciones</i>
Artesia	Cornell University
IBM	Nacional Science Foundation
Sun Microsystems	Old Dominion University
EMC	Simon Frasier University
Learning Object Network	University of Alberta
Microsoft Corporation	University of Calgary
Digital Concept, Inc.	University of Wisconsin

Tabla 5. Proveedores e Instituciones mayormente reconocidas en el desarrollo de ROA (ADL, 2002)

A continuación se mencionan a las iniciativas más conocidas, tanto de repositorios como de propuestas de redes interoperables:

- **MERLOT** (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*), sin duda es el repositorio más conocido y reconocido, es quizá el que está marcando la pauta para el desarrollo y tendencia de los ROA. Es un repositorio centralizado que contiene sólo los metadatos y apunta a los objetos ubicados en sitios remotos. Es independiente y funciona como un portal de objetos de aprendizaje. Provee búsquedas y otros servicios como personalización, importación y exportación de objetos. Cualquier usuario puede tener acceso a todos los objetos contenidos en MERLOT y sólo los miembros contribuyen agregando objetos, pero para ser miembro no se requiere más que inscribirse y no se adquiere ninguna responsabilidad. La revisión por pares es una actividad que MERLOT utiliza para evaluar la calidad de los objetos agregados. Disponible en <http://www.merlot.org/>.
- **CAREO** (*Campus Alberta Repository of Educational Objects*), es un repositorio centralizado de objetos de aprendizaje multidisciplinarios de profesores de Alberta (Canada). Es un repositorio independiente que da acceso a objetos remotos y locales a través de los metadatos contenidos en su colección. Cualquier usuario puede tener acceso a los objetos, pero los miembros tienen servicios adicionales, al igual que MERLOT ser miembro es gratis y abierto a cualquier persona. Disponible en <http://www.careo.org/>.
- **CLOE** (*Co-operative Learning Object Exchange*), es un modelo cooperativo para el desarrollo, uso y reutilización de objetos de aprendizaje. Es un proyecto de la Universidad de Waterloo en el que participan 17 universidades de Ontario y se tiene acceso a su colección sólo siendo miembro de dichas universidades. Disponible en <http://cloe.on.ca/>.

-
- **SMETE** (*Science, Mathematics, Engineering and Technology Education*), es un repositorio distribuido, que se presenta como una biblioteca digital que integra de forma federada las colecciones de varias bibliotecas de recursos educativos. El acceso es libre para la consulta. Disponible en <http://www.smete.org/smete/>.
 - **GEM** (*Gateway to Educational Materials*), es un proyecto del Departamento de Educación de los EEUU, originalmente conocido como *National Library in Education Advisory Task Force*. La colección GEM está orientada a la interoperabilidad entre múltiples bases de datos a través del uso de módulos que extraen los metadatos de los objetos en su formato GEM. Disponible en <http://www.thegateway.org/>.
 - **POOL** (*Portals for Online Objects in Learning*), es un consorcio de organizaciones educativas privadas y públicas, que pretende crear un gran repositorio distribuido de objetos de aprendizaje, desarrollando y distribuyendo herramientas para crear repositorios conectados. Disponible en <http://www.edusplash.net/>.
 - **CeLeBraTe** (*Context eLearning with Broadband Technologies*), es un proyecto desarrollado para los ambientes de aprendizaje virtual de la *European Learning Network*, con la finalidad de que se intercambien los recursos digitales educativos de sus miembros. Se plantea un repositorio centralizado pero cada miembro tiene la opción de conservar, total o parcialmente, la administración local de los metadatos de su colección. Las búsquedas se realizan tanto en el sistema central como en los repositorios locales. Disponible en http://celebrate.eun.org/eun.org2/eun/en/index_celebrate.cfm/.
 - **ELENA/Edutella**, es un proyecto europeo que propone mediadores de servicios educativos que llama *Smart Spaces*, que permiten la integración de servicios heterogeneos de aprendizaje como herramientas de tutoría, LMS, sistemas de videoconferencia y repositorios. ELENA es una capa de la infraestructura propuesta por Edutella, en la cual se conectan aplicaciones con tipos diferentes de repositorios, modelos de búsqueda y diferentes esquemas de metadatos. Disponible en <http://www.elena-project.org/>.
 - **eduSourceCanada**, este proyecto es una propuesta para crear una red de ROA en Canada, uniendo los principales repositorios creados en este país con una infraestructura abierta e interoperable. La infraestructura soportará una amplia

variedad de servicios y promete sistemas fáciles de usar y comunicar.

Disponible en <http://www.edusource.ca/>.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de las características principales de los ROA y de los proyectos para crear redes interoperables de ROA. Se destaca el nivel escolar al que están dirigidos, la organización que los promueve y el país asociado, el tipo de acceso y la forma en la que organizan tanto los metadatos como los OA.

Repositorio	Nivel	Organización/ País	Acceso	Metadatos	OA
MERLOT	Superior	Internacional	Abierto	Locales	Distribuidos
CAREO	Superior	Universida de Calgary/ Canadá	Abierto	Locales	Distribuidos
CLOE	Superior	Cooperative Learning Object Exchange/ Canadá	Cerrado	Locales	Locales y distribuidos
SMETE	k-12	SMETE Open Federation/ EEUU	Abierto	Distribuidos	Distribuidos
GEM	Todos	GEM Consortium / EEUU	Abierto	Distribuidos	Distribuidos
POOL	Todos	Varias/ Internacional	Abierto	Distribuidos	Distribuidos
CeLeBraTe	Todos	European Learning Network/ Europa	En desarrollo	Distribuidos	Distribuidos
ELENA/ Edutella	Todos	Edutella/ Europa	Interope- rabilidad	Distribuidos	Distribuidos
eduSource- Canada	Todos	EduSource/ Canadá	Interope- rabilidad	Distribuidos	Distribuidos

Tabla 6. Resumen de las características de los ROA y proyectos asociados.

Otras iniciativas que no están específicamente orientadas al ámbito *e-learning* pero que aportan opciones y bases para la interoperabilidad de los ROA y de los sistemas *e-learning* son:

- **OAI** (*Open Archives Initiative*, <http://www.oai.org/>). Promueve estándares para la interoperabilidad en la disseminación de contenidos a través de la recuperación automática de metadatos para crear colecciones.
- **NSDL** (*Nacional Science Digital Library*, <http://nsdl.org/>). Es un proyecto de la *National Science Foundation* que propone estándares de metadatos, protocolos, esquemas de autenticación y modelos para la construcción de bibliotecas digitales.
- **OKI** (*Open Knowledge Initiative*, <http://www.okiproject.org/>). Ofrece una arquitectura abierta y expandible que especifica cómo los componentes de un

ambiente de software educativo se comunican entre ellos y con otros sistemas de la organización.

4.3. Impacto de los Repositorios en los sistemas e-learning

Las tecnologías educativas basadas en las aplicaciones web cada vez tienen más adeptos, y esfuerzos internacionales se llevan a cabo para la integración tecnológica y la organización sectorial en búsqueda del crecimiento y la solidez del *e-learning*. En este contexto, los objetos de aprendizaje están jugando un papel importante para la conceptualización de los futuros modelos y sistemas de enseñanza-aprendizaje. Su localización y almacenamiento son fundamentales para la reutilización y permanencia de los contenidos que pueden ser aprovechados en distintos tiempos y contextos. En la Web hay miles de sitios que contienen grandes volúmenes de recursos que potencialmente podrían convertirse en OA, pero no se tienen sistemas adecuados para su gestión y mantenimiento por lo que se encuentran con problemas como:

- Dificultades para encontrar lo que se necesita, es decir, no se sabe con qué materiales se cuenta.
1. Carencia de recursos listos para utilizarse, cada profesor tiene que elaborar sus propios materiales aunque estos sean iguales o semejantes a los de otro.
 2. No se asegura la calidad de los contenidos ya que los contenidos pueden venir de cualquier fuente o porque no hay revisiones de otros que validen la calidad y fiabilidad de lo expuesto.
 3. No hay mantenimiento al contenido, los recursos quedan obsoletos y usualmente se desarrollan nuevamente desde el inicio.
 4. No hay compatibilidad con otros sistemas, por lo tanto es imposible migrar esos contenidos a otras aplicaciones.
 5. Independencia en las soluciones, duplicidad de tareas y esfuerzos.

La necesidad de contar con repositorios que permitan la gestión dichos objetos no se ha hecho esperar. Las iniciativas mencionadas en el apartado anterior están caminando a pasos agigantados y las comunidades que los utiliza han encontrado beneficios como:

- Buscar y localizar OA.
- Descargar OA desde el repositorio a su PC local o a una plataforma.
- Cargar sus propios OA al repositorio.
- Dar seguimiento al uso de un OA.
- Tener el ciclo de vida de un recurso.

-
- Conocer lo que otros están desarrollando en su mismo campo.
 - Reutilizar, directamente o con mínimos cambios, los trabajos de otros.

Sin embargo, la introducción de ROA en un modelo *e-learning* o en un sistema tradicional apoyado con sistemas de información digital tiene implicaciones en diversos aspectos. Los esfuerzos institucionales que implica integrarse al desarrollo de contenidos como objetos de aprendizaje y al desarrollo de sus repositorios, los involucra con:

- Conocer e implementar los estándares internacionales para ROA.
- Implementar políticas para la incorporación de metadatos a todos los recursos creados o adquiridos.
- Seguir políticas internas y estándares para la construcción de OA.
- Conocer y aplicar las normas de propiedad intelectual.
- Constatar periódicamente que los objetivos de su repositorio cumplen con las necesidades de sus currículos.
- Compromiso de expansión y mejoramiento constante en servicios agregados.

Los agentes involucrados en los procesos educativos se encontrarán en momentos de transición:

- Los profesores emplearán menos tiempo en crear recursos pero dedicarán más tiempo desarrollando actividades, recontextualizando recursos y describiendo nuevos recursos con metadatos.
- Los bibliotecarios requerirán manejar objetos de aprendizaje.
- Los estudiantes necesitarán soporte para desarrollar habilidades para la reutilización de los recursos de aprendizaje.

En general, el cambio principal estará dado en la apertura e intensa comunicación de los sistemas que operan en un entorno *e-learning*, para compartir información administrativa pero principalmente para compartir y reutilizar los contenidos disponibles en cada uno de éstos.

Es importante no perder de vista que la reutilización no es una cualidad fácil de lograr, primero porque se requiere de la filosofía de colaboración entre individuos y organizaciones. Segundo, no es una práctica común compartir recursos entre disciplinas ya que se difiere en el lenguaje del ramo, en los métodos y su organización. La diferencia cultural y de idioma también son factores que complican la reutilización global de recursos. Sin embargo, las organizaciones que no hacen un manejo y control

adecuado de sus recursos educativos corren el riesgo de altos costos por búsquedas poco eficientes, duplicidad, reelaboraciones y reenvíos de recursos que podrían administrarse de forma más eficiente y, por ello, las instituciones educativas han comenzado a ver la importancia de implementar sistemas distribuidos, robustos y escalables, no sólo para almacenar los OA sino también para distribuirlos a diversos canales (OKNL, 2001).

5. Estándares y especificaciones para *e-learning*

En los capítulos anteriores se ha tocado al tema de la estandarización con notable frecuencia, esto debido a que al manejar diferentes tipos de recursos para distintas aplicaciones y con diferentes tecnologías –realidad en que se mueven los entornos *e-learning*– la estandarización se vuelve un tópico clave para seguir operando e incluso creciendo las aplicaciones actuales.

La estandarización se requiere a distintos niveles, primero, cuando los recursos son creados deben considerarse tecnologías, políticas y formatos compatibles con lo común en el sector; segundo, cuando esos recursos son incluidos en un repositorio, y deben ser descritos se utilizarán esquemas que aseguren su fácil localización y compatibilidad con otros sistemas de metadatos; tercero, cuando esos recursos sean utilizados y tengan que incorporarse a diferentes servicios, repositorios, plataformas y aplicaciones en un contexto dado; y cuarto, cuando los sistemas involucrados en un entorno tengan que interoperar con otros para cumplir sus funciones o ampliar sus capacidades.

El reto de los estándares es acordar de qué forma compartir, comunicar o desarrollar modelos y sistemas con la finalidad de lograr la interoperabilidad entre los diversos componentes.

En el ámbito de la educación en línea, los estándares se ven como necesarios ahora más que antes, dado el alcance global que tienen las aplicaciones *e-learning* por el uso de los sistemas de telecomunicación y al creciente interés de los individuos en la autoformación y en el aprendizaje a lo largo de toda la vida, que está marcando un mayor uso de los modelos de aprendizaje en línea que crecen de forma dispersa. Contar con aplicaciones estandarizadas marcará un mejor y mayor aprovechamiento de los esfuerzos hasta ahora invertidos en este campo.

La creación de estándares globales es una tarea compleja. Sería muy difícil llegar a un consenso que cubra las necesidades de todos o de una gran mayoría para ser adoptados de forma genérica, sin embargo, diferentes grupos están trabajando en el desarrollo tanto de especificaciones como de estándares en los diferentes niveles que se requieren, para poder establecer entornos *e-learning* integrados e interoperables.

Dado que no se tienen claras las diferencias entre los estándares y las especificaciones,

este capítulo dará inicio haciendo la diferencia entre ambos términos, para después en los apartados 5.2, analizar las ventajas del uso de estándares, y 5.3, describir los principales grupos que están desarrollando tanto estándares como especificaciones para *e-learning*. Después en los apartados 5.4 y 5.5, se profundiza en dos importantes iniciativas que son IMS y SCORM, para tener un mejor entendimiento de sus alcances y contenidos.

5.1. Diferencia entre estándares y especificaciones

Un estándar es un patrón, una tipificación o una norma de cómo realizar algo (RAE, 2003) y los hay de dos tipos: *estándares de jure*, cuando provienen de una organización acreditada que certifica una especificación, y *estándares de facto*, cuando la especificación se adoptan por un grupo mayoritario de individuos. Es claro entonces que un estándar regularmente proviene de una especificación, esto es, un conjunto de declaraciones detalladas y exactas de los requisitos funcionales y particularidades de algo que quiere construirse, instalarse o manufacturarse.

Los estándares sólo pueden ser producidos por cuerpos internacionales reconocidos por uno o varios gobiernos nacionales, cualquier otro organismo genera sólo especificaciones. Por ejemplo, cuando se habla de estándares web, producidos por el Consorcio de la World Wide Web (<http://www.w3.org/>), éstos, realmente, producen especificaciones no estándares.

No hay un proceso específico para la conformación de un estándar de jure, pero típicamente se siguen los siguientes pasos (Masie Center Learning Consortium, 2003):

- 5.1. Investigación y desarrollo,
- 5.2. Desarrollo de una especificación,
- 5.3. Pruebas y
- 5.4. Acreditación e internacionalización del estado del estándar.

En el área educativa, las especificaciones son formalmente remitidas al LTSC (*Learning Technology Standards Committe*), comité especializado en *e-learning* del IEEE, única organización acreditada de estandarización, y por el momento, el único estándar es LOM (ver apartado 4.2.3), es por ello que Singh & Reed (2002) afirman que estrictamente hablando no hay estándares *e-learning*, sólo hay grupos desarrollando especificaciones. En la práctica no es común hacer diferencia entre unos y otros, y es común encontrar que a las especificaciones *e-learning* se les llamen estándares, lo cual no es del todo erróneo ya que algunas de ellas han sido adoptadas por importantes

grupos y, por tanto, pueden considerarse como estándares de facto.

5.2. *Ventajas del uso de estándares*

Los estándares han sido un elemento indispensable para la masificación de cualquier tecnología ya que favorecen el crecimiento, la expansión y la generalización. En el campo del *e-learning*, los estándares están en proceso de comprensión y de adopción (López, 2004), por lo que los beneficios aún no son fácilmente perceptibles. Conforme los estándares se vayan introduciendo cada vez más, el sector se estará beneficiando en interoperabilidad, reutilización, manejabilidad, accesibilidad, durabilidad, escalabilidad y confiabilidad (Masie Center Learning Consortium, 2003), tanto en contenidos como en infraestructura y funcionalidad.

Muchas de las empresas y organizaciones que están haciendo desarrollos o impartiendo programas de educación a distancia ven estos beneficios reflejados como:

- Contenidos reutilizables.
- Consistencia en la descripción de los contenidos.
- Normalización en la organización de sus recursos.
- Acceso a más contenidos, de más fuentes y más fácilmente localizables.
- Persistencia de sus acervos.
- Migración sencilla de sus sistemas a nuevas versiones, e incluso a una nueva plataforma.
- Comunicación e intercambio de información con otros sistemas.
- Administración de la información apropiada tanto del recurso como del estudiante.
- Extensión de los servicios y de las capacidades de las plataformas.
- La inversión en la infraestructura se asegura por mayor tiempo.

La utilización de estándares amplía las opciones de los usuarios finales, reduciendo las restricciones de los sistemas propietarios y de soluciones aisladas (CETIS, 2003). Las instituciones, los docentes, los estudiantes y los proveedores se verán beneficiados al contar con contenidos flexibles, plataformas homogéneas y bases de datos compartidas y distribuidas.

5.3. *Cuerpos de especificaciones y de estándares*

Los esfuerzos de los cuerpos que desarrollan especificaciones y estándares están

orientados hacia una forma común de identificar, definir y comunicar a todos los recursos involucrados en un entorno *e-learning* (contenidos, docentes, estudiantes, aplicaciones, proveedores, etcétera). Estos trabajos tuvieron sus inicios en grupos que comenzaron a trabajar diferentes áreas de los estándares. A continuación se describen brevemente los cuerpos que están trabajando en el desarrollo de propuestas para la estandarización del *e-learning*:

- **AICC** (*Aviation Industry Computer-Based Training Comitee*), <http://www.aicc.org/>. Es una asociación de entrenamiento profesional basado en tecnología, especializado en el sector de la aviación pero que se ha permeado también a otros sectores. Se reconoce como una de los precursores de la estandarización de materiales del entrenamiento profesional.
- **IMS Global Consortium Inc.**, <http://www.imsproject.org/>. Cuenta con miembros de organizaciones comerciales, educativas y gubernamentales dedicadas a definir y distribuir arquitecturas abiertas para actividades de educación en línea. Uno de sus resultados es lo que se conoce como el estándar IMS (ver apartado 5.4).
- **Advanced Distributed Learning (ADL)**, <http://www.adlnet.org/>. En 1997 el Departamento de Defensa de Estados Unidos y la Oficina de Ciencia y Políticas Tecnológicas de la Casa Blanca lanzan la iniciativa (ADL). La misión de ADL es proveer acceso de la más alta calidad en educación y entrenamiento, en cualquier lugar y en cualquier momento. Para cumplir con estos objetivos crean el modelo SCORM (apartado 5.5).
- **ARIADNE** (*Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*), <http://www.ariadne-eu.org>. Es un proyecto de investigación y de desarrollo tecnológico de telemática para la educación y el entrenamiento, patrocinado por la Unión Europea. El proyecto se enfoca al desarrollo de herramientas y metodologías para producir, administrar y reutilizar elementos pedagógicos basados en computadora, así como la currícula de entrenamiento a distancia.
- **IEEE/LTSC** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers/Learning Technology Standards Committee*), <http://www.ieee.org>. El IEEE es una asociación internacional, cuya misión es promover los procesos ingenieriles para la creación, desarrollo, integración, compartición y aplicación del conocimiento

sobre tecnologías electrónicas y de información. Dentro de su organización cuenta con el Comité de Estándares para Tecnología del Aprendizaje o LTSC, que se encarga de desarrollar estándares técnicos, recomendaciones y guías para la tecnología educativa.

- **W3C.** (*World Wide Web Consortium*), <http://www.w3.org>. El consorcio W3C se encarga del desarrollo de tecnologías interoperables (especificaciones, normas, software y herramientas) para aprovechar todo el potencial del Web. Aunque este consorcio no está directamente vinculado con el desarrollo del *e-learning* es importante mencionarlo ya que de la interoperabilidad de la web dependen muchas de las funciones de la educación en línea.

De estos grupos de desarrollo las propuestas más ampliamente adoptadas, en gran número de herramientas, han sido las propuestas de *IMS Learning Consortium* y la de *ADL* (CETIS, s.f.), que han tenido como resultado las especificaciones *IMS* y el modelo *SCORM*, respectivamente. En las siguientes secciones se describen con más detalle.

Existen otros grupos que no están directamente vinculados con el *e-learning* ni con el desarrollo general de sus estándares, pero están trabajando en la estandarización de tecnologías para el desarrollo de repositorios, enfocados a autorización, identificación de objetos, metadatos y protocolos de mensajes. Éstos grupos son (ADL, 2002): *Internacional Organization for Standardization / Internacional Electrotechnical Comisión* (ISO/IEC, <http://www.iso.org>), *Organization for the Advancement of Structured Information Standards* (OASIS, <http://www.oasis-open.org>), *International Digital Enterprise Alliance* (IDEAlliance, <http://www.idealliance.org>) y *The International DOI (Digital Object Identifier) Foundation* (<http://www.doi.org>).

5.4. IMS

Las especificaciones *IMS* (2004) son el resultado de una activa iniciativa que está desarrollando y proponiendo especificaciones basadas en tecnologías abiertas (XML) para facilitar las actividades de aprendizaje sobre tecnología web, principalmente para el intercambio de contenidos y de información sobre los estudiantes. Es una propuesta ambiciosa que cubre, entre otros rubros, accesibilidad y adaptación del estudiante, la definición de competencias, el empaquetamiento de contenidos, información de agentes del proceso educativo, el diseño del aprendizaje a través de un lenguaje para expresar diferentes modelos pedagógicos, así como la formación de repositorios de contenidos digitales. Las especificaciones disponibles son:

IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective (IMS RDCEO, <http://www.imsglobal.org/competencies/index.cfm>). Provee los medios para crear acuerdos comunes de las competencias (aptitudes) que aparecen como parte de un plan de aprendizaje o de carrera, como prerrequisitos o como resultados. El Modelo de Información puede ser utilizado para el intercambio de estas definiciones entre sistemas de aprendizaje, sistemas de recursos humanos, repositorios de contenidos, de competencias o de habilidades. IMS RDCEO provee referencias únicas a descripciones de competencias y objetivos para incluirse en los modelos de información.

IMS Content Packaging (IMS CP, <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html>). Provee la funcionalidad para describir y empaquetar materiales de aprendizaje, tales como cursos individuales o una colección de cursos, en paquetes interoperables y distribuibles. Esta especificación direcciona la descripción, estructura y ubicación de materiales de aprendizaje en línea, así como la definición de algunos tipos específicos de contenidos. Los proveedores y desarrolladores de contenidos utilizan este formato para asegurar que sus productos serán compatibles e importables/exportables con cualquier herramienta que soporte esta especificación.

IMS Digital Repositories Interoperability (IMS DRI, <http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/index.html>). Esta especificación provee recomendaciones para la interoperabilidad de las funciones más comunes entre repositorios. En el nivel más general, define los repositorios digitales como colecciones de recursos con acceso a través de una red, sin conocimiento previo de la estructura de la colección. Los repositorios pueden contener los objetos o los metadatos que los describen y no importa si los objetos y los metadatos se encuentran en diferentes repositorios.

IMS Enterprise Services (IMS ES, <http://www.imsglobal.org/es/index.html>). Define la interoperabilidad entre sistemas dentro de la misma organización. El intercambio de datos entre empresas u organizaciones es posible, pero la especificación no está desarrollada para ello, ya que no considera integridad, comunicación, seguridad y otros aspectos inherentes al intercambio de datos entre organizaciones independientes. Específicamente, está diseñada para soportar la interoperabilidad en cuatro procesos de negocios que regularmente requieren interacción entre los LMS y los sistemas de la empresa: mantenimiento de datos

de expedientes del personal, administración de grupo, administración de matrícula y resultados finales.

IMS Learner Information Package (IMS LIP, <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>). Corresponde a la interoperabilidad de sistemas con información del estudiante con otros sistemas que soportan el ambiente de aprendizaje en Internet. Es un conjunto de información del estudiante o de un productor de contenido de aprendizaje (autores, proveedores). La intención de la especificación es definir un conjunto de paquetes que pueden ser usados para importar y extraer datos de estudiantes de un servidor compatible con IMS.

IMS Learning Design (IMS LD, <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>). Provee un lenguaje flexible y genérico, desarrollado por la *Open University of the Neatherlands*, para expresar diferentes modelos pedagógicos.

IMS Learning Resources Meta-Data (IMS LRM, <http://www.imsglobal.org/metadata/index.html>). Esta especificación hace más eficiente el proceso de búsqueda y uso de los recursos, ya que proporciona una estructura para los elementos (metadatos) que describen o catalogan los recursos de aprendizaje, incluye también cómo los elementos deben ser usados, representados y organizados. La especificación se basa en la aplicación de LOM.

IMS Question & Test Interoperability (IMS QTI, <http://www.imsglobal.org/question/index.html>). Propone la descripción de preguntas y tests basándose en el lenguaje estándar XML. Está orientada a permitir la interoperabilidad de contenido entre los sistemas de evaluación. Siendo útil para editores, autoridades de certificación, maestros quienes podrán importar y exportar sus datos entre sistemas compatibles.

IMS Shareable State Persistente (IMS SSP, <http://www.imsglobal.org/ssp/index.html>). Describe una extensión hacia los sistemas *e-learning* (p.e. SCORM) que permiten el almacenamiento y acceso compartido para transformar la información en objetos de contenido.

IMS Simple Sequencing (IMS SS, <http://www.imsglobal.org/simplesequencing/index.html>). Especifica un método para representar el comportamiento de un aprendizaje dirigido, tal que cualquier sistema de aprendizaje puede hacer secuencias discretas de actividades de aprendizaje de forma consistente. La especificación define los comportamientos requeridos y la funcionalidad que se debe implementar para conformar el sistema. Incorpora reglas que describen el

flujo de la instrucción de acuerdo con las salidas de la interacción del estudiante con el contenido.

IMS Vocabulary Definition Exchange (IMS VDEX, <http://www.imsglobal.org/vdex/index.html>). Define la gramática para el intercambio de la lista de valores, denotadas como “vocabularios”. Específicamente, define una gramática para el intercambio de listas de valores simples o términos en lenguaje de máquina, acompañada de información que auxilia a los humanos a entender el significado o paliación de los términos. Puede ser utilizado para expresar datos válidos para usarse en instancias de IEEE LOM, IMS LRM, IMS LIP y SCORM, por ejemplo.

IMS Resource List Interoperability (IMS RLI, <http://www.imsglobal.org/rli/index.html>). Detalla como los metadatos estructurados pueden intercambiarse entre sistemas que almacenan y proveen recursos para la creación de listados y para aquellos que reúnen y organizan esos listados para fines educativos o de capacitación.

IMS Accessibility. Recientemente llamado *IMS AccessForAll Meta-Data* (IMS AFAM, <http://www.imsglobal.org/accessibility/index.html>). Define los medios para especificar las preferencias de accesibilidad y adaptación del estudiante, considera sus deficiencias o discapacidades físicas y tecnológicas.

Están también disponibles los borradores de *IMS General Web Services* (<http://www.imsglobal.org/gws/index.html>) e *IMS ePortfolio* (<http://www.imsglobal.org/ep/index.html>) pero todavía no ha sido emitida su especificación final.

Cada una de las especificaciones cuenta con al menos tres documentos:

Information Model (Modelo de Información). Describe de manera conceptual la estructura de los datos, elementos y demás componentes que dan cuerpo a la especificación.

Best Practice and Implementation Guide (Guía de buenas prácticas y de implementación). Explica cómo implementar una especificación IMS a un sistema específico, orienta al equipo de desarrollo durante el proceso de implementación.

XML Binding (Ligadura XML). Este documento es una guía de notas e información sobre cómo representar el Modelo de Información a través de elementos XML, explicando las convenciones de los esquemas XML que se utilizan e incluyendo el código.

Para aplicaciones específicas se puede utilizar sólo una o varias de las especificaciones,

lo que facilita que la incorporación de IMS a un sistema ya en marcha pueda hacerse por etapas, esto le permite irse filtrando paulatinamente en diversas aplicaciones.

En las de propuestas IMS se está considerando a los principales componentes de un ambiente *e-learning*, a diferentes niveles, desde el contenido hasta la interacción entre sistemas. Además de que, como puede verse en el Anexo B, se siguen emitiendo nuevas especificaciones que van surgiendo conforme el *e-learning* se expande y las versiones se han ido renovando conforme se detectan fallos o se requieren extensiones de las especificaciones emitidas.

5.5. SCORM

El modelo SCORM (ADL, 2005) es un conjunto de estándares y especificaciones para compartir, reutilizar, importar y exportar OA. Este modelo describe cómo las unidades de contenidos se relacionan unas con otras a diferentes niveles de granularidad, cómo se comunican los contenidos con el LMS, define cómo empaquetar los contenidos para importarse y exportarse entre plataformas, y describe las reglas que un LMS debe seguir a fin de presentar un aprendizaje específico. SCORM es expandible e incluye a trabajos de IEEE, AICC y de IMS para algunas de sus funciones. Maneja las unidades de contenido con el nombre de SCO (*Sharable Content Object*) que son simplemente objetos de aprendizaje que cumplen con la especificación SCORM.

Los detalles de la especificación se encuentran en cuatro documentos a los que se da mantenimiento de manera independiente. La versión 1.3 es la más reciente y se conoce como SCORM 2004, los documentos que la componen son:

SCORM Overview (Thropp, 2004a). Este libro describe la historia y los objetivos de la Iniciativa ADL y de SCORM, incluye las especificaciones y los estándares que SCORM ha adoptado para su definición. También describe cómo se relacionan los otros libros o documentos de la especificación SCORM.

SCORM Content Aggregation Model (CAM) (Thropp, 2004b). Describe los componentes utilizados en el aprendizaje, cómo empaquetar esos componentes para el intercambio entre sistemas, cómo describir esos componentes para permitir la búsqueda y la recuperación, y cómo definir las reglas de secuencia de los componentes. El CAM promueve consistencia en el almacenamiento, etiquetado, empaquetado, intercambio y recuperación de contenidos. Este documento también define las responsabilidades y requisitos para construir contenidos agregados como cursos, lecciones o módulos. Asimismo, contiene información para crear paquetes de contenido, aplicando metadatos

y una secuenciación y detalles de navegación. Un paquete de contenido (*content package*) está formado por un archivo XML con descriptores del objeto y el archivo del objeto. Entre los descriptores se encuentra información para identificar, organizar y procesar el objeto en un LMS.

SCORM Run-Time Environment (RTE) (Thropp, 2004c). Este libro describe el medio para interoperar contenidos de aprendizaje basados en SCO y los LMS. Define los requerimientos de un LMS para administrar actividades de tiempo de ejecución (*runtime*) en el entorno, como arranque de procesos de contenidos y comunicación entre contenidos, así como los elementos del modelo de datos utilizados para transmitir los contenidos al alumno. RTE provee el medio para que los contenidos puedan ser interoperables entre diversas plataformas LMS, sin importar la herramienta con la que fueron creados.

SCORM Sequencing and Navigation (SN) (Thropp, 2004d). El documento SN describe las reglas que un LMS debe seguir a fin de presentar un aprendizaje específico. El desarrollador del contenido es responsable de definir las reglas a las que el LMS debe adherirse. Las reglas se expresan en la estructura del contenido y se codifican en una sección del paquete del contenido. Con este mecanismo, el comportamiento esperado de una colección de recursos de aprendizaje puede ser transferido con un paquete del entorno de un LMS a otro.

Aunque SCORM ha ido actualizando versiones y ha extendido sus funciones, su alcance es limitado y en su modelo sólo cubre el empaquetamiento y la comunicación del recurso con el LMS, lo que hace su entendimiento e implementación mucho más sencilla que la de IMS, quizá este sea el motivo por el que es el más ampliamente utilizado hoy día para el intercambio de paquetes entre plataformas. Sin embargo, para la creación de repositorios todavía no tiene un desarrollo específico, pero las funciones hasta ahora disponibles, con el uso de metadatos y la creación de paquetes para mover recursos entre sistemas, pueden jugar un papel importante para facilitar las funciones de los ROA (ADL, 2002).

5.6. Aporte de las especificaciones a los ROA

En los apartados anteriores se entró en detalle de las especificaciones de IMS y de SCORM, de la primera se ha visto que su alcance comprende muchas actividades del e-learning.

Se puede extraer que las especificaciones IMS relacionadas con la estandarización de

los ROA son: *IMS Digital Repositories Specification*, *IMS Content Packaging*, *IMS Learning Resource Metadata* e *IMS Resource List Interoperability*. Con estas especificaciones se pueden formar repositorios interoperables que consideren la importación y exportación de contenidos como paquetes identificados con metadatos. Con la aparición de IMS RLI, se incluyen también como contenidos a las listas de recursos que se transforman a OA. IMS RLI abre un vínculo importante para la comunicación entre las bibliotecas automatizadas y los ROA.

Por su parte, SCORM no tiene en su modelo contemplado el desarrollo de repositorios, pero sí puede comunicarse con ellos ya que se ha apoyado en IMS CP para el intercambio de paquetes, lo que lo hace compatible con las aplicaciones que se hagan sobre IMS para los ROA. Además, dado que ambas especificaciones utilizan un derivado de LOM para la definición de su esquema de metadatos, el intercambio entre ambas especificaciones es posible.

Aunque los productos en el mercado han adoptado a ambas especificaciones, para fines de desarrollo, y en particular para los ROA, el uso de IMS puede representar mayores ventajas, principalmente porque entre sus especificaciones contempla el almacenamiento de recursos y su conexión con otras aplicaciones.

SCORM está siguiendo o adoptando a IMS como referente de su crecimiento, por ello, no es difícil imaginar que si SCORM llegase a desarrollar un documento para la construcción de repositorios, éste sería compatible y, muy posiblemente, basado en la actual IMS DRI. Así que para efectos de este trabajo y del desarrollo de ROA basados en estándares, las especificaciones IMS resultan ser una opción más sólida, ya que, hasta ahora, es la propuesta que asegura la interoperabilidad con mayor cobertura de un entorno *e-learning*.

En el siguiente capítulo se estudiarán más a fondo las especificaciones IMS de interés para los repositorios y, a través de un modelo conceptual, se plantea cómo puede llegarse a la interoperabilidad de repositorios utilizando las especificaciones de IMS mencionadas previamente.

6. Interoperabilidad de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje a través de IMS

Como puede observarse en el listado de iniciativas del apartado 4.2.4, a nivel mundial se están llevando a cabo proyectos para la construcción de ROA, es de resaltar que gran número de las iniciativas son para formar redes con estos repositorios. El interés general de la comunidad está siendo enfocado a conectar y utilizar recursos distribuidos en repositorios heterogéneos (Hatala, et al., 2004), se está trabajando en corregir las divergencias de los repositorios para canalizarse en el uso de los mismos estándares o al menos el uso de los que sean compatibles con otros. También se está trabajando en la creación de repositorios federados (Massart & Dung, 2004), que se basan en búsquedas propagadas en metadatos distribuidos en distintos servidores. El objetivo final es la interoperabilidad, es decir, que los sistemas tengan la capacidad para trabajar fácilmente con otro u otros. Entre estos sistemas se busca, a través de una normalización tecnológica o procedimental, poder interconectarse para realizar diversas transacciones o actividades, siendo la principal actividad el intercambio de contenidos.

El grupo de especificaciones más ambicioso en *e-learning* y que está teniendo trabajos específicos para la estandarización de los repositorios es IMS, que dentro de sus propuestas (descritas en el apartado 5.4) maneja *IMS Digital Repositories Specification* y otras especificaciones que se relacionan con ésta, haciendo posible, con su implementación, la interoperabilidad de los repositorios en los ambientes *e-learning* y fuera de éstos.

A continuación, como contenido de este capítulo, se describe con detalle esta especificación, además de *IMS Content Packaging*, *IMS Learning Resource Metadata* e *IMS Resource List Interoperability*, que se considera son las especificaciones IMS relevantes para la construcción e interoperabilidad de los ROA. En cada especificación se hace hincapié en los requisitos de conformidad (*conformance*) que son necesarios para asegurar la interoperabilidad de la implementación del estándar. Por conformidad se entienden las formalidades que hacen que un sistema debe cumplir para apearse íntegramente a lo dictado por un estándar o, en este caso, una especificación. En el

último apartado se presenta un modelo interoperable de repositorios que ejemplifica cómo se integran estas especificaciones para facilitar la comunicación de contenidos y datos entre los sistemas de un entorno *e-learning*.

6.1. *IMS Learning Resource Metadata*

Esta especificación (Mckell & Thropp, 2001) se considera importante para la construcción de los repositorios ya que se ha mencionado que los OA requieren de los metadatos para poder ser localizados y potencialmente reutilizados, si no se cuenta con metadatos es imposible la generación de catálogos organizados de forma homogénea y hasta cierto nivel también proveen un aporte semántico del contenido del recurso, lo cual le dará capacidades para aplicaciones futuras.

Esta especificación se desarrolla estrechamente ligada a LOM y describe los nombres, las definiciones, organización y restricciones de los elementos del esquema de metadatos propuesto por IMS, que tiene cambios mínimos respecto a lo propuesto por LOM. En el modelo de datos se mantiene la estructura jerárquica de árbol (Figura 12), en donde hay un solo elemento raíz (lom) del que se derivan ramas que son las categorías y sus elementos. Las hojas son las instancias (datos o valores) de cada elemento.

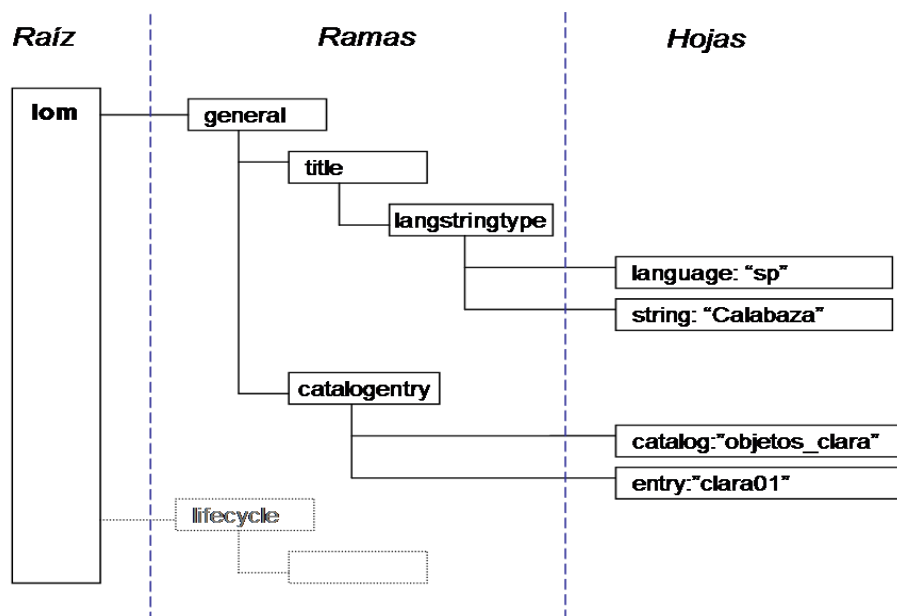


Figura 12. Esquema conceptual de la jerarquía de árbol de los metadatos

Dentro del Modelo de Información, cada elemento es descrito con:

Nombre: cómo el elemento debe ser escrito.

Explicación: la definición del elemento.

Multiplicidad: cómo se registra el contenido de los elementos y su orden de significancia.

Dominio: limitantes del vocabulario que puede incluirse.

Tipo: puede ser textual, numérico o fecha, así como sus restricciones de tamaño y formato.

Extensibilidad: posibilidad de extenderse o no.

Nota: por qué el elemento fue incluido, guía para su uso, etc.

Ejemplo: cuando sea apropiado, un ejemplo de cómo se usa el elemento.

Para asegurar la interoperabilidad entre sistemas de metadatos que aplican esta especificación se deben cumplir los requisitos para su conformidad (Thropp & Mckell, 2001a):


1. La instancia debe contener uno o más elementos LOM.
2. Todos los elementos LOM de la instancia de metadatos son utilizados para describir las características especificadas por LOM.
3. Los valores de los elementos LOM en la instancia estarán estructurados y definidos como lo especifica LOM, es decir, en las mismas categorías y subelementos.
4. Si la instancia contiene extensiones, éstas no deberán reemplazar a ningún elemento de la estructura LOM.

Una aplicación, como un ROA, tendrá conformidad con la especificación IMS Metadata si:

1. Es capaz de procesar todos los elementos LOM.
2. Cuando reciba una instancia de metadatos LOM, la almacena, la retransmite y conserva la instancia original durante su retransmisión.

En la Tabla 7 se da un ejemplo del código XML de un archivo de metadatos IMS. Para facilitar el entendimiento de los valores dados en el extremo superior izquierdo se muestra la imagen que se ha descrito (esto no es así en el archivo real). Se han insertado unas flechas del lado izquierdo para indicar el inicio `<lom>` y el fin `</lom>` del elemento raíz, después de éste vienen los elementos por categorías. El ejemplo muestra sólo las etiquetas de la categoría general (también se indica con una flecha), pero de forma análoga se representan los elementos de las otras categorías. Si se lee detalladamente cada una de las líneas es relativamente sencillo para los humanos interpretar el código y, dado que es un documento estructurado y en texto plano, para

los ordenadores es simple procesarlo.



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
-
```


implica una equivalencia estructural o semántica, esto es, que los elementos pueden coincidir pero los datos contenidos en cada metadato pueden tener un contexto semántico distinto. Esto se discutirá a fondo en el caso de estudio del siguiente capítulo.

6.2. IMS Content packaging

Como puede observarse en el Anexo B, ésta es una de las primeras especificaciones y la más intensamente revisada. Su importancia para los ROA está en que provee la función para formar paquetes de contenidos que el ROA podrá exportar para que los LMS y los LCMS puedan utilizar el OA. Asimismo, el ROA debe tener la capacidad de importar y extraer el contenido de los paquetes que reciba con esta especificación.

Para IMS CP (Smythe & Jackl, 2004b), un paquete de contenido (*content package*) está compuesto por dos elementos (Figura 13): manifiesto y contenido. El manifiesto tiene secciones, que son elementos XML que describen al propio manifiesto con metadatos, la organización del contenido, las referencias a los recursos que componen el contenido incluyendo sus metadatos y las referencias a archivos externos, otro elemento pueden ser otros (sub)manifiestos. El contenido es propiamente el fichero del recurso (en SCORM se llama *asset*¹⁷). Con estos dos elementos se crea un archivo comprimido (usualmente *.zip*) y se llama Archivo de Intercambio de Paquete o PIF (*Package Interchange File*).

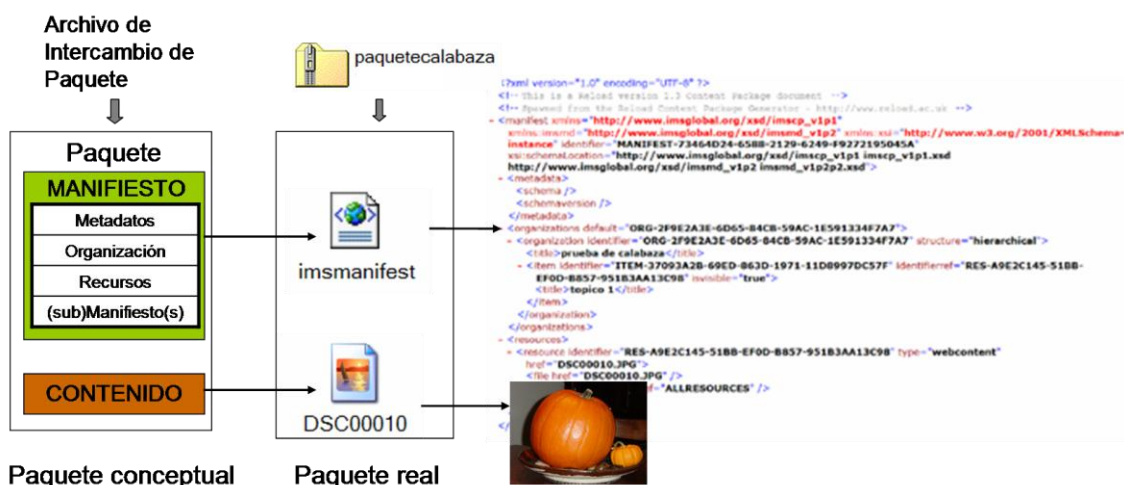


Figura 13. Representación de un paquete conceptual y un paquete real de IMS

Un paquete representa una unidad de contenido utilizable y reutilizable que debe ser

¹⁷ Curiosamente el mismo nombre con el que se identifica a los elementos de software reutilizables (como se explicó en la definición de los repositorios en el apartado 4.2.1).

posible agregarlo o disgregarlo con otros paquetes, además debe contener toda la información necesaria para ser utilizado de forma autónoma, esto es, como puede deducirse, un objeto de aprendizaje. En SCORM los paquetes tienen una composición similar ya que están basados en esta especificación, pero como se mencionó anteriormente se les llaman SCO.

Los principales interesados en esta especificación son los desarrolladores de contenidos, los proveedores de LMS, los vendedores de sistemas informáticos (herramientas de autor, software de presentaciones, etcétera) y los proveedores de servicios de aprendizaje.

Para asegurar la interoperabilidad de paquetes de contenidos se deben cumplir los requisitos de conformidad (nivel 0) que la especificación detalla como (Smythe & Jackl, 2004a):

1. El paquete debe contener un archivo llamado `imsmanifest.xml` ubicado en el directorio raíz.
2. El paquete debe contener en el directorio raíz los archivos de control directamente referenciados.
3. El archivo `imsmanifest.xml` debe seguir los lineamientos descritos en la sección 3 del documento *XML Binding* de esta especificación.
4. Si el archivo `imsmanifest.xml` contiene IMS metadata, entonces debe contener la extensión para incluir los metadatos de la especificación v1.2.1.
5. El archivo `imsmanifest.xml` no debe referenciar elementos utilizando `XInclude`.
6. Todos los archivos en los que los recursos estén contenidos en el paquete deben identificarse por los elementos `<file>` en la sección `<resources>` del archivo `imsmanifest.xml` y debe estar incluido dentro del directorio o subdirectorios que contienen al `imsmanifest.xml`.

Cuando hay extensiones, es decir cuando en la implementación XML se agregan o se modifican elementos, para la conformidad (nivel 1) se requiere:

1. Cumplir con todos los requisitos del nivel 0, excepto el 5.
2. El `imsmanifest.xml` puede contener extensiones adicionales de espacios de nombres. Si las extensiones adicionales son descritas y controladas utilizando un esquema o un DTD modificado, entonces cualquier archivo de control referenciado debe ser incluido en el paquete.

La especificación observa que las extensiones pueden causar problemas cuando se

requiere interoperabilidad con contenido de otros proveedores, ya que se requiere tener un acuerdo entre las dos partes lo que complica la interoperabilidad global. También se presentan problemas de interoperabilidad cuando un desarrollador agrega extensiones o modifica el esquema de validación de documentos, ya que se requerirá de éste en particular para hacer la validación.

Para las herramientas y sistemas que importan, exportan, crean y manejan paquetes de contenido, los requisitos de conformidad (nivel 0) son:

1. Un sistema o herramienta con conformidad debe reconocer y procesar cualquier Paquete de Contenido IMS con conformidad nivel 0 ó 1.
2. Todos los elementos XML y los metadatos IMS o LOM presentes en el `imsmanifest.xml` deben mantenerse en su retransmisión.
3. Las extensiones de espacios de nombres diferentes a los de IMS Metadata o LOM y los del Enlace XML deben ser ignorados y no retransmitidos.

Para la conformidad nivel 1, es decir, cuando se conservan las extensiones:

1. Cumplir con los requisitos 1 y 2 del nivel 0.
2. Todas las extensiones de espacios de nombres deben ser conservados en su retransmisión.

La especificación se enfoca sólo a la descripción y la estructura de los contenidos y es importante mencionar que no se involucra con los modelos pedagógicos, dejando con esto la libertad de que el profesor utilice el que a su consideración, sea más conveniente en cada aplicación.

6.3. IMS Digital Repositories Interoperability

IMS DRI (Riley & Mckell, 2003b) tiene como objetivo facilitar el acceso a los contenidos en los repositorios para contextos educativos, con los LMS y los LCMS, pero también con otros sistemas como los portales de búsquedas. Esta especificación se propone para la interoperabilidad entre servicios o aplicaciones que tienen las funciones más comunes de un repositorio: buscar, exponer, coleccionar, enviar, almacenar, pedir, entregar y alertar. Entre estas funciones, se reconocen cinco combinaciones como actividades principales: Buscar/Exponer, Colectar/Exponer, Enviar/Almacenar, Pedir/Entregar y Alertar/Exponer, que pueden verse con detalle en la Tabla 8.

Estas funciones se encuentran resaltadas en la Figura 14, en la que se muestra la arquitectura funcional entre un sistema *e-learning*, los repositorios digitales y los servicios de información. En la misma figura se muestran los roles, los componentes

funcionales y los servicios que definen el espacio de interacción completo pero IMS DRI no incluye a todas éstas, sólo se enfoca a la interoperabilidad de las funciones que se han mencionado.

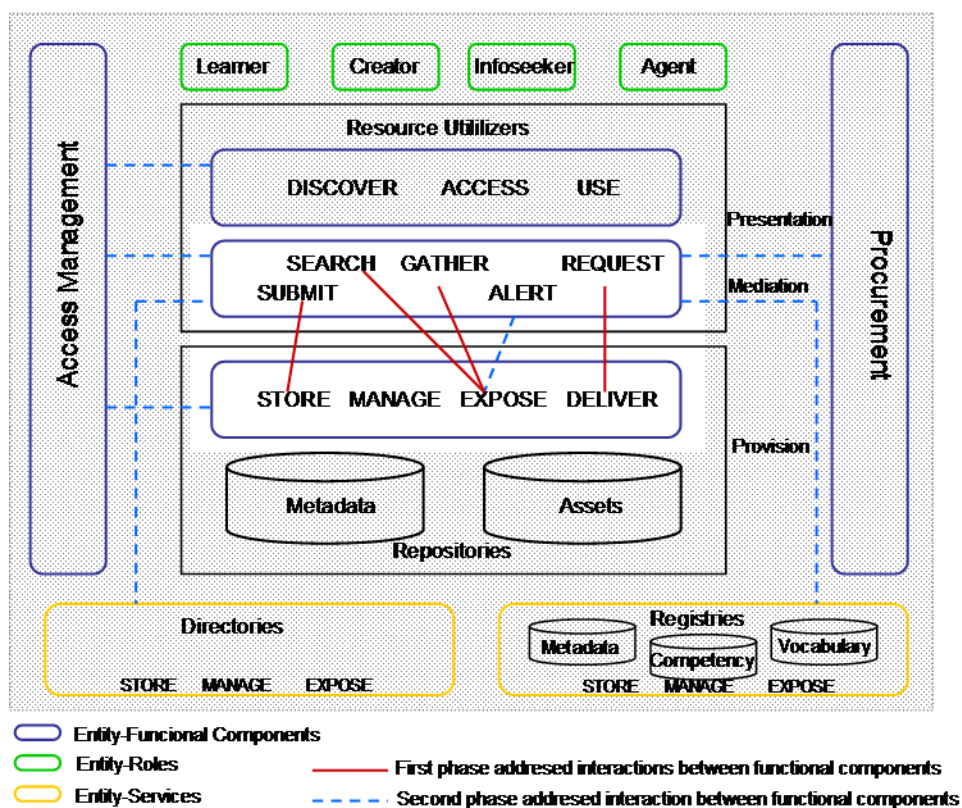


Figura 14. Arquitectura funcional. Reproducida de IMS DRI *Information Model* (Riley & Mckell, 2003b)

La especificación considera que los repositorios digitales tienen diversidad de formatos en sus contenidos, diferentes sistemas, tecnologías y objetivos, por lo que no tiene requisitos para la operación interna de los repositorios y sus recomendaciones. Para la implementación de las funciones principales, están orientadas a dos tipos de repositorios: los que ya tienen establecido un protocolo para la interoperabilidad, como Z39.50 (NISO, 2002) (comúnmente utilizado en las bibliotecas digitales), y aquellos repositorios que tienen la capacidad de implementar XQuery (Boag, Chamberlin, Fernández, Florescu, Robie & Siméon, 2005) (para búsquedas de metadatos en XML) y como protocolo de acceso a SOAP¹⁸ (Gudgin, Hadley, Mendelsohn, Moreau & Nielsen, 2003), recomendados por la especificación para los ROA. En la Tabla 8 se resumen las recomendaciones tecnológicas que la especificación hace para cada una de las funciones principales.

¹⁸ SOAP (*Simple Object Access Protocol*) es un protocolo basado en XML para el intercambio de información electrónica estructurada entre pares en un entorno distribuido descentralizado.

<i>Función</i>	<i>Descripción</i>	<i>Recomendación tecnológica</i>
Buscar/Exponer (<i>Search/Expose</i>)	Ejecuta la búsqueda de metadatos asociados con los contenidos que el repositorio expone.	XQuery para colecciones con metadatos en XML y Z39.50 para búsquedas en sistemas bibliotecarios.
Colectar/Exponer (<i>Gather/Expose</i>)	Define la solicitud de metadatos que el repositorio expone, la agregación de los metadatos para utilizarse en búsquedas subsecuentes y la agregación de metadatos para crear nuevos repositorios.	No hay recomendación específica, pero IMS DRI sugiere que OAI puede proveer una funcionalidad adecuada.
Enviar/Almacenar (<i>Submit/Store</i>)	Se enfoca a la manera en la que un objeto se mueve a un repositorio desde un sitio accesible por red, cómo el objeto será representado en el repositorio para su acceso. El objeto se puede importar desde otro repositorio, un LMS, un disco duro o cualquier ubicación en la Red.	Se recomienda el uso de paquetes IMS a través de SOAP.
Pedir/Entregar (<i>Request/Deliver</i>)	Permite, que una vez que el usuario a localizado los metadatos en la función Buscar, pueda solicitar al repositorio el acceso al recurso.	Se da una recomendación general para utilizar HTTP (<i>Hypertext Transfer Protocol</i>) y FTP (<i>File Transfer Protocol</i>) para diferentes tipos de recursos. También IMS CP.
Alertar/Exponer (<i>Alert/Expose</i>)	Ésta se considera también como una función clave, en al que a través de correo electrónico se notifica a los usuarios sobre eventos en el repositorio, pero no está contemplada todavía en esta versión de la especificación.	No hay recomendación específica ya que esta función sale del alcance de esta especificación.

Tabla 8. Descripción y recomendaciones tecnológicas para las funciones de un repositorio

En cuanto a los requisitos de conformidad para la interoperabilidad en esta especificación (Riley & Mckell, 2003a) se apunta que no los hay, ya que las soluciones para el intercambio de información entre repositorios se pueden realizar de distintas maneras y no es posible determinar de forma estricta estos requisitos. En su lugar, se da un listado de las especificaciones y estándares que se recomienda seguir para elegir las aplicaciones y llevar a cabo una implementación que fomente la interoperabilidad (consideradas en para las recomendaciones de la Tabla 8). Para asegurar la interoperabilidad global la especificación requiere de más desarrollo.

Para la interoperabilidad de las funciones principales IMS DRI utiliza esquemas definidos en otras especificaciones como IMS LRM e IMS CP, así como de IMS RLI que se describe a continuación.

6.4. IMS Resource List Interoperability

IMS Resource List Interoperability (Jackl, 2004b) se refiere a cómo organizar, describir e intercambiar listas de recursos de un curso, como lo son las bibliografías. El nacimiento de esta especificación se justifica por la carencia de un método para importar y exportar los metadatos necesarios para agregar recursos dentro de listas de recursos o RL (*Resource List*), teniéndose hasta la fecha soluciones que son difíciles de compartir.

La especificación define como destinatarios de esta especificación a estudiantes, diseñadores instruccionales, bibliotecarios y repositorios de contenidos, entre otros, que tendrán la posibilidad de construir, seleccionar, utilizar y transmitir listas de recursos.

IMS RLI e IMS DRI tienen grandes similitudes, ambos se enfocan a manipular recursos y metadatos, tanto de colecciones de objetos como de información, así como de paquetes de objetos de aprendizaje.

La especificación se basa en un servicio abstracto de comportamiento y en un modelo de datos que describe en términos generales un recurso a nivel de un ítem, una colección de estos recursos (una lista), y los comportamientos asociados con un servicio de Administración de RL o RLM (*Resource List Manager*).

En la Figura 15 se muestra el modelo de la arquitectura del servicio de Administración de Listas de Recursos, que hace uso de un protocolo de mensajes para el intercambio de datos entre los sistemas administradores de listas. El alcance de la especificación se resalta en el centro, puede observarse que se refiere a la interoperabilidad entre los datos y el modelo de comportamientos en el que se incluyen las operaciones que el RLM

puede ejecutar. Estas operaciones están basadas en un modelo conocido como CRUD¹⁹ (*Create/Read/Update/Delete*) y se detallan en la Tabla 9, también pueden ubicarse en la Figura 15 como las operaciones centrales entre los servicios de IMS RLI.

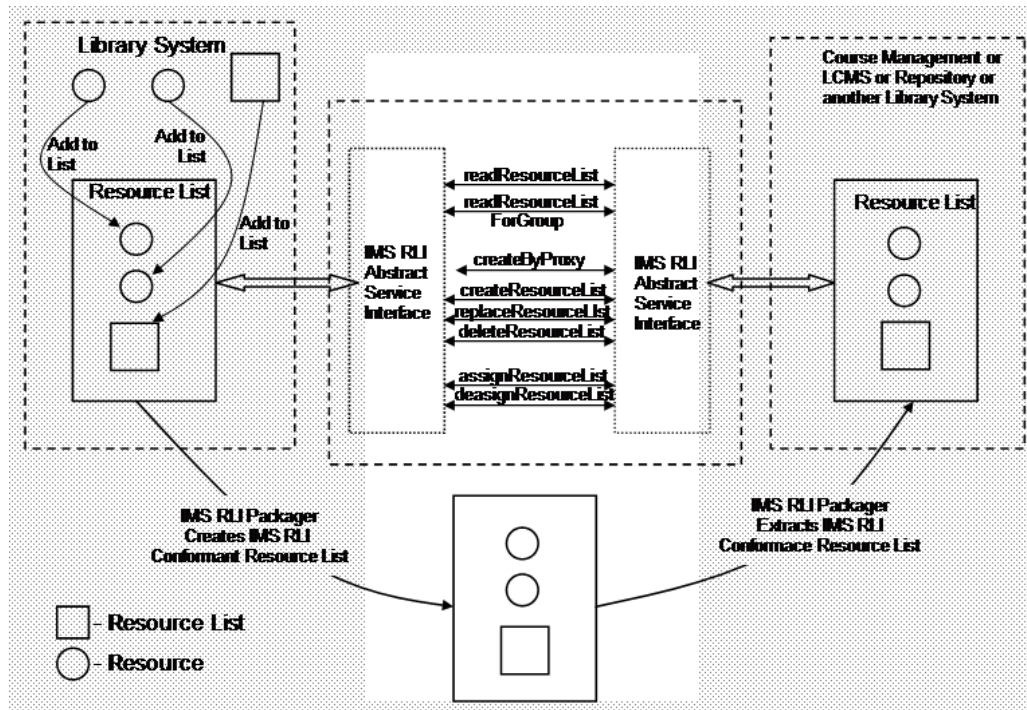


Figura 15. Arquitectura del Administrador de Servicios del RLI. Reproducción de *IMS Resource List Interoperability Information Model* (Jackl, 2004b)

El modelo de datos comprende un conjunto mínimo de elementos para citar publicaciones impresas. Se apoya en los estándares existentes para especificar e intercambiar dichos metadatos:

- Para metadatos utiliza LOM, a través de IMS LRM, combinado con ISO 690-2²⁰ (ISO, 1997) para referencias bibliográficas a documentos electrónicos.
- Como esquemas de localización considera a OpenURL²¹ (NISO, 2005),

¹⁹ CRUD son operaciones primitivas conocidas en la comunidad de las bases de datos y de los sistemas de administración de información.

²⁰ ISO 690-2 la segunda parte de la norma 690 emitida por la Organización Internacional de Normalización. Especifica los elementos que deben ser incluidos en una referencia bibliográfica de documentos electrónicos. Establece un orden prescrito para los elementos de la referencia e insta convenciones para la transcripción y presentación de información derivada de la fuente del documento electrónico.

²¹ OpenURL es un protocolo para la interoperabilidad entre un componente de servicio y un recurso de información. Facilita al usuario la recuperación de la copia más apropiada del recurso que desea consultar.

DOI²² y PURL²³.

- Para el empaquetamiento de las listas y su transferencia entre sistemas se utiliza IMS CP.

<i>Operación</i>	<i>Descripción</i>
createResourceList	Pide la creación de una lista de recursos en el sistema destino, donde el sistema origen es responsable de alojar el identificador de la lista de recursos.
createByProxyResourceList	Solicita la creación de una lista de recursos en el sistema destino, donde el sistema origen es responsable de alojar el identificador de la lista de recursos.
readResourceList	Lee todo el contenido de la lista de recursos identificada. El destino debe regresar todo el contenido que tenga de la lista identificada.
readResourceListforGroup	Lee todo el contenido de un conjunto de listas de recursos asociadas en un grupo.
replaceResourceList	Escribe nuevo contenido en el registro de una lista. La información contenida anteriormente se destruye.
deleteResourceList	Solicita el borrado de una lista. La lista y cualquier relación con grupos de listas quedan eliminadas.
assignResourceList	Solicita asociar una lista a un grupo de listas.
deassignResourceList	Solicita eliminar la asociación de una lista en un grupo.

Tabla 9. Operaciones de un Administrador de Listas de Recursos

Cabe resaltar que la especificación no interviene en cómo se almacenan los recursos, sólo interviene en la interoperabilidad entre sistemas con paquetes de datos. Por otra parte, considerando que nunca se llegará a un sistema de descripción de recursos bibliográficos único, se propone el mapeo de LOM hacia los sistemas de citas más comunes entre bibliotecas y publicaciones.

Los requisitos de conformidad (Jackl, 2004a) para esta especificación son muchos y complejos, así que hay un documento específicos para ellos y se dividen en los

²² DOI (*Document Object Identifier*). Es un sistema para la identificación permanente de objetos de contenido en un ambiente digital, <http://www.doi.org/>.

²³ PURL (*Persistent Uniform Resource Locator*). Operan como un servicio intermediario de resolución de direcciones web. Este servicio asocia al PURL (dirección permanente) de un recurso con su dirección web actual (dirección que puede cambiar), ubicando al recurso con a través de un direccionamiento, <http://www.purl.org/>.

necesarios para el Modelo de Información, éste a su vez en: datos, procesadores-receptores de datos y procesadores-transmisores de datos; y para el XML *Binding* en: generales, instancias, procesadores-receptores de datos, procesadores-creadores de datos y procesadores-transmisores de datos. No se detallará cada uno de ellos ya que definición es demasiado técnica y sale fuera del alcance de este trabajo.

6.5. Modelo interoperable basado en especificaciones IMS

Hasta ahora se ha explicado IMS y las especificaciones que están relacionadas con los ROA como son los metadatos, el empaquetamiento de contenidos y la transferencia de listas de recursos. Se han resaltado algunas de las limitantes de cada una de estas especificaciones y se han dado también, de forma general, los requisitos necesarios para lograr la interoperabilidad de cada una de ellas.

También se ha visto que las especificaciones están relacionadas entre sí y que se utilizan unas a otras para poder cumplir con sus funciones.

En IMS DRI se observó que no hay limitantes para la construcción de un repositorio y que sólo se limita a la interoperabilidad entre los mismos. Por ello, no es posible a partir de la especificación tener los elementos para construir un repositorio en sí, esto queda a elección de la organización que emprenda el proyecto.

Con estos antecedentes se propone modelo conceptual de cómo se relacionan las especificaciones para lograr la interoperabilidad entre los repositorios y los otros elementos que se mencionaron como componentes de un entorno integral *e-learning*, además de otros sistemas que pueden ser también interoperables y que aportan contenidos a los ROA.

El modelo se presenta en la Figura 16 y está dividido en cuatro partes: recursos, estándares IMS, protocolos y aplicaciones. Los recursos están almacenados y administrados en un ROA que puede ser centralizado o distribuido, se ha separado el contenedor de los metadatos del de los recursos sólo para dejar más claros los componentes pero es irrelevante si éstos están o no en el mismo servidor. Todo lo que entra y sale del repositorio estará gestionado a través de IMS LRM o de IMS CP, es decir todo movimiento se hace a través de metadatos (que tienen referencia al objeto) o de paquetes de contenidos que en su interior incluyen los metadatos (e incluyen también el objeto). El gestor de toda la interoperabilidad es el IMS DRI, que aunque su función es la interoperabilidad entre repositorios se propone como intermediario para el intercambio de contenidos con los LMS, los LCMS y los agentes que son

principalmente aplicaciones usuarios de los repositorios. Las funciones del IMS DRI pueden cubrir los requisitos que estas aplicaciones tienen de los ROA, propiciando así un entorno estandarizado. El IMS RLI funge como intermediario para poder crear las listas de recursos como objetos de aprendizaje y puedan ser incluidas en los repositorios y después ser entregadas a cualquier aplicación. Los protocolos se encargarán de la transferencia de contenidos entre el ROA y las distintas fuentes de recursos como son las bibliotecas, los servicios de información, bibliotecas digitales y otros repositorios. Siguiendo las recomendaciones de IMS DRI se propone utilizar Z39.50 para las bibliotecas que lo manejen y XQuery como otra opción para el resto de los casos y poder formar redes federadas o facilitar las búsquedas en repositorios distribuídos. OAI se utiliza para coleccionar metadatos de otros repositorios que lo permitan y poder agregarlos al repositorio principal. SOAP se propone para la entrega de paquetes y de contenidos a las peticiones de las aplicaciones.

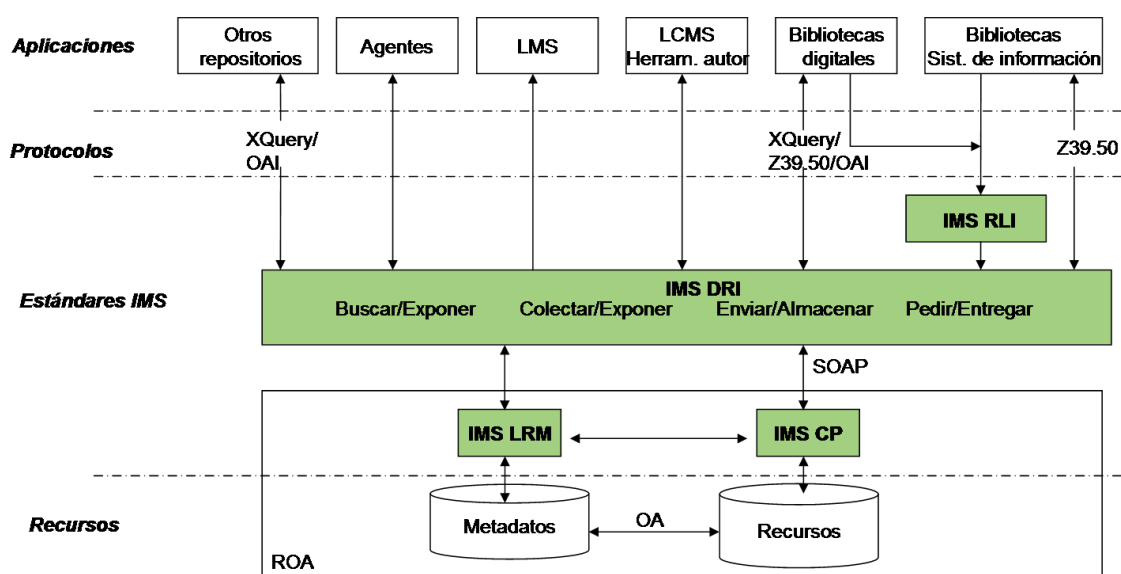


Figura 16. Modelo conceptual de la interoperabilidad de un ROA

Las flechas representan el flujo de contenidos, en general se plantea que todas las aplicaciones importan y exportan datos a los repositorios, excepto los LMS, que sólo hacen uso de ellos y no se contemplan como proveedores, al contrario de los LCMS que, como se ha mencionado, pueden crear e incluso modificar OA y devolverlos al mismo repositorio.

La intención de este modelo es ejemplificar de forma gráfica la interacción entre las especificaciones, las aplicaciones y los recursos, para mostrar que los ROA pueden ser una infraestructura que soporte todos los procesos en los que los contenidos están

inmersos en un entorno integral *e-learning*.

Después de haber hecho la revisión a cada una de las especificaciones involucradas con el desarrollo de repositorios interoperables y de haber planteado este modelo, se puede concluir que es posible una implementación basada en las especificaciones de IMS para formar repositorios o redes de repositorios interoperables. En dicha implementación, además de la interoperabilidad entre repositorios, también es posible la comunicación con otras aplicaciones *e-learning*. Al seguirse un modelo basado en IMS se asegura que las especificaciones que se emitan o se actualicen seguirán siendo compatibles, lo cual dará durabilidad y robustez a todo el entorno.

Para continuar con un caso práctico sobre el uso de estándares, y presentar los beneficios y posibles debilidades, en el siguiente capítulo se aborda un caso de estudio para ver la reutilización de objetos y entender la importancia del uso de esquemas estándares de metadatos.

7. Caso de estudio: La Biblioteca Colecciones Mexicanas y la Biblioteca Universia de Recursos de Aprendizaje

La implementación de un repositorio con el uso de las especificaciones de IMS queda fuera del alcance de este trabajo. Sin embargo, se expone un caso de estudio para comprobar que el uso de sistemas estandarizados facilita y hace posible la reutilización de los recursos y también de los metadatos.

Un hecho cada vez más frecuente es que las bibliotecas tradicionales y las bibliotecas digitales van adoptado sistemas con tecnologías abiertas (Tenant, 2002), así como sistemas de catalogación que son compatibles con otros y que fácilmente pueden transformarse para poder intercambiarse o vaciarse como registros de otras colecciones (DLC, 2003).

Aprovechando estas condiciones, se han tomado los registros de los metadatos de dos colecciones de recursos digitales. Una de éstas es una biblioteca digital, basada en Dublin Core, la otra es una biblioteca o repositorio de recursos de aprendizaje con metadatos en IMS, entre las que se buscó lograr la reutilización de los metadatos y de los contenidos. Para la exposición del caso que se hace en este capítulo, en el apartado 7.1 se hace el planteamiento de las características generales del caso, después, en el apartado 7.2, se describen los pasos que se han seguido para el proceso de intercambio de metadatos y al final, en el apartado 7.3, se presentan los resultados obtenidos.

7.1. Planteamiento del caso

El trabajo realizado fue el intercambio de datos de una colección o biblioteca digital (Colecciones Mexicanas) hacia una biblioteca de objetos de aprendizaje (Biblioteca Universia de Recursos de Aprendizaje). Se extrajeron las fichas de los metadatos descriptivos del primero y se incluyeron en la base de datos del segundo. Lo que se buscó fue la reutilización de los metadatos de la biblioteca digital para que, a través del mapeo de un estándar al otro y del respectivo vaciado de datos, se tuviera acceso a los recursos como OI o como OA. Para ubicar el contexto de trabajo, a continuación se describe cada biblioteca y se define el objetivo del caso.

7.1.1. Descripción de las bibliotecas

Colecciones Mexicanas (CM, <http://www.coleccionesmexicanas.unam.mx/>). Es una biblioteca de documentos digitales sobre la historia de México, con documentos del siglo XVII al siglo XIX, con un total de 8876 registros, de tres subcolecciones diferentes (Figura 17):

1. El Archivo Franciscano
2. Literatura Mexicana del Siglo XIX, y
3. Primeros Españoles en México



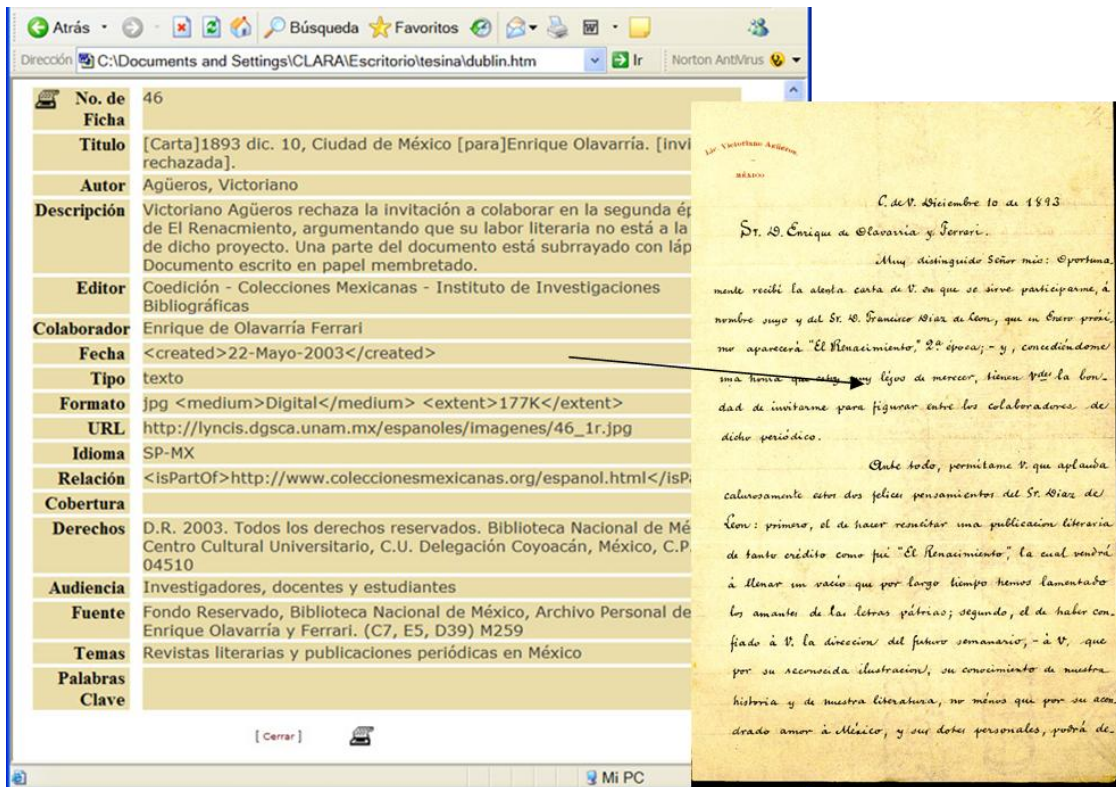
1. Archivo Franciscano

2. Literatura Mexicana Siglo XIX

3. Primeros Españoles en México

Figura 17. Organización por subcolecciones de la Biblioteca Colecciones Mexicanas

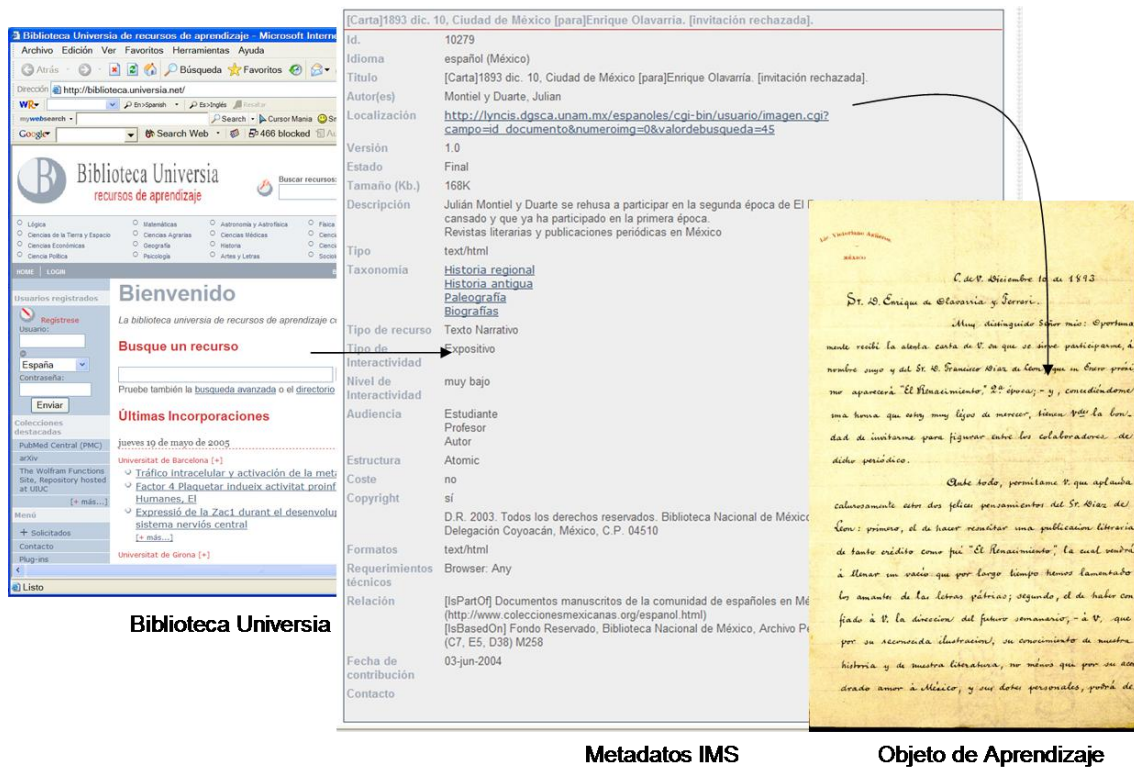
CM al ser una biblioteca digital contiene registros de metadatos que apuntan a OI, que en este caso, en su mayoría corresponden a documentos manuscritos digitalizados, algunos embebidos en archivos HTML y algunos otros como archivos PDF (*Portable Document File*). Cada registro corresponde a una ficha descriptiva en Dublin Core que contiene la referencia hacia al documento digitalizado en formato JPG (Joint Photographic expert Group) (Figura 18). Los metadatos y los OI se alojan en el mismo servidor.



Ficha de metadatos en Dublin Core

Objeto de Información (Imagen JPG)

Figura 18. Ficha de metadatos que hace referencia al recurso



Biblioteca Universia

Metadatos IMS

Objeto de Aprendizaje

Figura 19. Biblioteca Universia de Recursos de Aprendizaje

Biblioteca Universia de Recursos de Aprendizaje (BURA, <http://biblioteca.universia.net/>). Es un proyecto del portal Universia. BURA, es un repositorio de recursos de aprendizaje, contiene metadatos que apuntan a OA (Figura 19). BURA contaba ya con 10.234 registros, también de documentos antiguos principalmente del ámbito literario. En esta biblioteca se utiliza IMS LRM (Thropp & Mckell, 2001a) como estándar de metadatos y los registros se encuentran en XML. BURA es un repositorio principalmente de metadatos que hacen referencia a los objetos alojados en otros sitios web, aunque también parte de los objetos a los que apuntan sus metadatos se encuentran alojados en el mismo sitio.

7.1.2. Objetivo

El objetivo de este caso fue comprobar que la utilización de sistemas estándares facilita y hace posible la reutilización, tanto de recursos como de metadatos de colecciones de recursos digitales de distinta naturaleza.

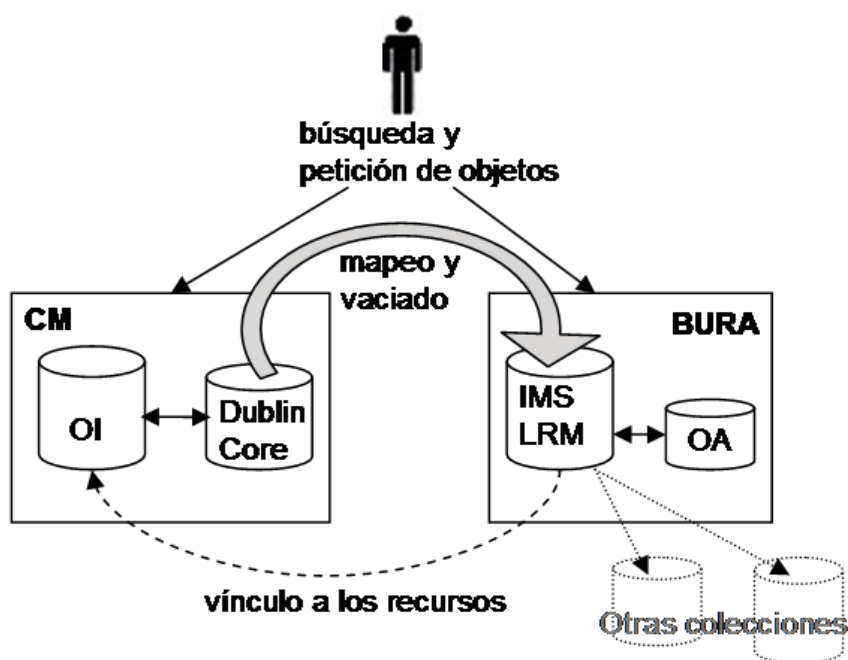


Figura 20. Reutilización de los metadatos y de los objetos de una Biblioteca Digital a través de IMS LRM

Para llegar a este objetivo, se tomaron dos bibliotecas digitales (CM y BURA) y se buscó el intercambio de metadatos entre ellas. En la Figura 20 se ejemplifica el proceso del vaciado de metadatos de CM a BURA. Después de este proceso de vaciado, fue posible el acceso a los objetos desde dos sistemas distintos que hacen uso del mismo recurso, pero vinculado desde repositorios en distintos contextos y con esquemas de metadatos distintos como son Dublin Core e IMS LRM.

7.2. Proceso

Aunque las tecnologías de ambos proyectos son diferentes, el haber utilizado sistemas de metadatos estándares y tecnologías abiertas permitió el intercambio, siguiendo el siguiente proceso:

- a) Análisis del modelo IMS de BURA.
- b) Análisis de los metadatos de CM.
- c) Análisis de los datos de CM vs. BURA.
- d) Vaciado de datos.
- e) Verificación de consistencia y compatibilidad.

En los siguientes subapartados se describe con detalle cada uno de estos procesos.

7.2.1. Análisis del modelo IMS DE BURA

El primer análisis se hizo sobre el modelo utilizado en BURA, para la definición de su esquema de metadatos. Se encontró que utiliza el grupo completo de metadatos de IMS RLM, es decir, las nueve categorías que se revisaron en el subapartado 4.2.3, con todos los elementos que cada una contiene.

La implementación del modelo de metadatos está basada en la especificación de IMS RLM a través de XML *Schema* (Trhopp & Mckell, 2001b). La plantilla que se utiliza es la versión 1.2 (disponible en http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2p2.xsd).

Se llevo a cabo la revisión de los requisitos de conformidad que la especificación indica (ver apartado 6.1), a fin de asegurar la interoperabilidad del repositorio, en ésta y en futuras aplicaciones. Sobre los metadatos se verificó su concordancia con LOM, tanto en la definición de etiquetas como en la jerarquía de los grupos, asimismo se identificó que no se utilizan extensiones, por lo tanto no era necesario revisar si habían elementos que estuvieran en conflicto semántico con los elementos de LOM. Por otra parte, sobre el repositorio se verificó que estaba preparado para procesar todos los elementos LOM y que no hace ningún cambio en los datos para sus retransmisiones. Así que, después de estas revisiones se concluyó que BURA cumplía con los requisitos de conformidad de IMS LRM.

7.2.2. Análisis de los metadatos en CM

Colecciones Mexicanas utiliza una base de datos en PostgreSQL²⁴ en la que se definió

²⁴ PostgreSQL es un administrador de bases de datos relacional, de código abierto,

la estructura de los metadatos basándose en Dublin Core *qualified*, es decir, el que hace uso de los refinamientos de los elementos principales para hacerlos más detallados (Ver anexo A).

Además de los quince campos originales que Dublin Core propone, se agregaron tres elementos más: URL, palabras clave (*keywords*) y audiencia (*audience*), quedando 18 elementos como metadatos descriptores principales de cada objeto y, como algunos de ellos tenían refinamientos (*date*, *format* y *relation*), se tenían en total 20. Por tanto, comparando los metadatos de CM y de BURA, se encontró que había 20 elementos (listados en la Tabla 10) que debían ser integrados a un sistema de metadatos que contiene más de 70 elementos (los correspondientes de IMS en BURA).

Elementos Dublin Core	Refinamientos	Agregados
title	Date.created	URL
creator	Format.medium	Keywords
subject	Format.extent	Audience
description	Relation.ispartof	
Publisher		
Contributor		
Type		
Format		
Identifier		
Source		
Language		
Coverage		
Rights		

Tabla 10. Elementos de CM

Dado que los metadatos estaban programados como base de datos, se detectó la necesidad de transformarlos en un formato que permitiera convertirlos fácilmente a XML, por lo que de la base de datos se extrajeron archivos en texto plano. Para minimizar la posibilidad de errores en el vaciado y para hacer las pruebas más fáciles, se decidió hacer la extracción de los datos en tres archivos, uno por subcolección, a los que se identificó como:

- “F” para Archivo Franciscano,
- “L” para Revistas Literarias del siglo XIX, y
- “E” para Primeros Españoles en México.

Como ejemplo de estos archivos, en la Tabla 11 se presenta los datos que corresponden al registro número cuatro de la subcolección *E*, extraído en formato `.txt`. El contenido de cada metadato está definido por un caracter separador (|), se mantiene un orden y

una secuencia acorde a la estructura de los metadatos. La misma estructura de dicho registro lo tienen el resto de los registros extraídos por lo que se facilitan su transformación posterior como archivos XML.

```

4 |
88 |
[Carta]1875 abr. 25, Ciudad de México [para]Enrique Olavarría. [encargo de Enrique de
Olavarría y promoción de algunas obras musicales mexicanas en España]. |
Morales, Melesio |
Melesio Morales expresa el dolor que le causó la muerte de su suegra. Está enterado de
que la enfermedad ocular de Olavarría ha cedido. Ha cumplido el encargo de éste: ver
mustrario de imprenta, boletines y tipos. Agradece que dé a conocer a México en el
extranjero; pide haga conocer sus obras musicales en Madrid. Olavarría se encuentra en
Madrid. Documento escrito en papel esquila.
| Coedición - Colecciones Mexicanas - Instituto de Investigaciones Bibliográficas |
Enrique de Olavarría Ferrari | <created>22-05-2003</created> | texto | jpg
<medium>Digital</medium><extent>111K</extent> |
http://lyncis.dgsca.unam.mx/espanoles/imagenes/ |
SP-MX | <isPartOf>http://www.coleccionesmexicanas.org/espanol.html</isPartOf> |
Archivo Personal de Enrique Olavarría y Ferrari. Archivos y manuscritos del siglo XIX y
XX. México |
D.R. 2003. Todos los derechos reservados. Biblioteca Nacional de México. Centro
Cultural Universitario, C.U. Delegación Coyoacán, México, C.P. 04510 |
Investigadores, docentes y estudiantes |
Fondo Reservado, Biblioteca Nacional de México, Archivo Personal de Enrique Olavarría y
Ferrari. (C6, E5, D6) M88 |

```

Tabla 11. Registro extraído en texto plano de la base de datos de CM

7.2.3. *Análisis de los datos de CM vs. BURA*

Una vez realizado el análisis de los metadatos de cada biblioteca, se procedió entonces a hacer una revisión comparativa de éstos, a fin de poder realizar el vaciado de los datos de CM hacia el esquema utilizado por BURA. Aunque en la guía de implementación de IMS se propone una correspondencia para el mapeo entre los elementos de LOM (que son la base de IMS) y de Dublin Core, en este caso no se pudo adoptar en su totalidad ya que la correspondencia está pensada para exportar datos de LOM hacia Dublin Core. Es decir, la especificación contempla el intercambio de un sistema de descripción muy específico hacia un sistema muy general, por lo que no hay riesgo de inconsistencia o pérdida de datos.

En este caso, se tiene el problema inverso: el vaciado parte del sistema más general hacia uno más detallado (de Dublin Core a LOM). Por otra parte, el mapeo de la especificación está limitado a DC *unqualified* (sin refinamientos), así que las reglas del mapeo de la especificación tampoco cubre todos los metadatos que se utilizaron en CM, faltan los refinamientos y los tres elementos que se agregaron. Por ello, además de identificar el mapeo que correspondiera a los elementos de cada esquema, fue necesario hacer ajustes para aquéllos que se detectó que podían corresponder con algún otro elemento, por el tipo de contenido. Quedando como correspondencia entre elementos la que se muestra en la Tabla 12.

Elemento en BURA	Elemento de CM
General <general> Identifier Title Catalogentry Language Description Keyword Coverage Structure Aggregation Level	- title identifier - description keywords + subject coverage - -
Life Cycle <lifecycle> Version Status Contribute	- - creator + publisher + date.created contributor
Meta-Metadata <metametadata> Identifier Contribute Metadata Schema Language	- - - - -
Technical <technical> Format Size Location Requirement Installation Remarks Other Platform Requirements	format format.extent URL - - - -
Educational <educational> Interactivity Type Learning Resource Type Interactivity Level Semantic Density Intended End User Role Context Typical Age Range Difficulty Typical Learning Time Description Language	- - - - audience - - - - - -
Rights <rights> Cost Copyright and Other Restrictions Description	- - rights
Relation <relation> Kind Resource	- source
Annotation <annotation> Entity Date Description	- - -
Classification <classification> Purpose Taxon Path Description Keyword	- - - -

Tabla 12. Correspondencia de elementos entre BURA y CM

Después de hacer la correspondencia y el acomodo de los datos elementos CM, se observó que sólo fue posible reutilizar 17 de los 20 elementos disponibles. El elemento `format.medium` (formato del medio), cuyo valor era “digital”, no tuvo correspondencia con ningún elemento. El elemento `language`, aunque pudieran haber tenido una correspondencia con `general.language`, se decidió no utilizarlos ya que su contenido no cumplía con la normalización de datos de BURA, por ejemplo, `language` en CM contenía “sp-mx” y en BURA se tenía “es-mx”. Por último, `type` tampoco se utilizó, aunque pudo ser compatible con `educational.learninresource`type, pero tampoco cumplía con la normalización de los datos de BURA.

Era claro que el vaciado era pobre por la cantidad de elementos que quedaban vacíos, pero también era evidente que muchos de los elementos de BURA podían llenarse de forma automatizada por los datos generales de ambas bibliotecas y de cada subcolección. Así que se procedió a revisar los elementos vacíos y a tratar de asignarles datos de forma intuitiva (por datos conocidos) y /o a través de los vocabularios controlados que BURA ya tenía establecido por haberse apegado a IMS. Así que, por grupos, se realizó el análisis y se obtuvieron reglas generales que afectaban a todos los elementos y reglas por grupos, que se describen a continuación.

7.2.4. Reglas generales

La etiqueta `<identifier>` IMS la reserva para una estandarización futura, así que se ha quedado vacía en todos los grupos en los que aparece, al igual que los elementos que son raíz de otros que también quedan vacíos (p.e. `<general>` y `<catalogentry>`).

En los casos en que la especificación indica que el elemento utiliza un vocabulario controlado se han tomado los valores que se proponen en el Modelo de Información de Metadatos IMS. En el Anexo C se presenta un extracto de la guía que propone el Modelo para el llenado de cada elemento y a la que puede referirse para identificar los vocabularios y recomendaciones que se han asumido para las siguientes reglas por grupos.

7.2.5. Reglas por grupos

Para el grupo *general* (Tabla 13) se encontró contenido para todos los elementos:

- En los casos `<title>`, `<entry>`, `<keyword>` y `<coverage>`, éstos tuvieron correspondencia con los campos utilizados en CM. Para `<keyword>` también se agregó el contenido de `<subject>`, ya que éste no pudo corresponder con

<classification.subject>, dado que BURA utiliza la clasificación UNESCO²⁵ y no había coincidencia con los temas de <subject> de CM, así que para aprovechar el contenido de este campo se unió al de palabras clave.

- <catalog> tomó valor según el nombre de cada subcolección, es decir para los registros correspondientes al archivo F, se asignó el valor “Colecciones Mexicanas - Archivo Franciscano”, de igual forma se hizo para los otros dos archivos. Aquí puede observarse la conveniencia de hacer archivos separados para cada subcolección, ya que, como este caso, habrá otros que requieren datos distintos para un mismo elemento. Así el vaciado de datos podrá hacerse de acuerdo a las particularidades de cada subcolección.
- A <structure> se le asignó el valor “atomic”, opción posible del vocabulario para éste elemento (consultar Anexo C), ya que se consideró que los objetos que se manejan en CM tienen una estructura atómica (mínima).
- Para <aggregationlevel> se dieron valores distintos para cada subcolección, ya que éstas tienen contenidos distintos. Los valores se asignaron según los niveles de agregación que el estándar define, por lo que a F y E se les dio un nivel de agregación 3 que corresponde a documentos HTML unidos por un índice y a L se le asignó el nivel de agregación 1, por ser éstos documentos PDF que se consideran con un nivel de agregación mínimo.

1	general	
1.1	identifier	
1.2	title	CM{titulo}
1.3	catalogentry	
1.3.1	catalog	Si F:Colecciones Mexicanas -Archivo Franciscano Si L: Colecciones Mexicanas - Literatura Mexicana del Siglo XIX Si E:Colecciones Mexicanas - Primeros Españoles en México
1.3.2	entry	CM{identifier}
1.4	language	Es-mx
1.5	description	CM{description}
1.6	keyword	CM{keywords}+CM{subject}
1.7	coverage	CM{coverage}
1.8	structure	atomic
1.9	aggregationlevel	Si F: 3; Si L: 1;Si E: 3

Tabla 13. Grupo de metadatos *general*

²⁵ La clasificación UNESCO, es un sistema de clasificación del conocimiento para la ordenación de recursos por temas, a través de un sistema de codificación numérica. El nivel temático mayor se codifica con dos dígitos y se denominan *campos*; los *campos* contienen varias *disciplinas*, codificadas con 4 dígitos y éstas tienen *subdisciplinas* que se codifican con 6 dígitos. Por ejemplo, 58 corresponde a *pedagogía*, por lo que 5801 a *teoría y métodos Educativos* y 580101 corresponde a *medios audiovisuales*. Puede consultarse la lista completa en <http://etpx22.bs.ehu.es/variados/unesco.htm>.

El elemento `<language>` tenía su equivalente en CM pero en inglés (Sp-mx) así que se tomó el valor en español (Es-mx) para mantener consistencia con los datos de BURA.

Para el grupo *lifecycle* (Tabla 14): el elemento `<version>` quedó vacío porque CM no maneja número de versión; a `<status>` se le asignó el valor “final” (de vocabulario), ya que los objetos se encuentran en estado final.

Al elemento `<role>`, subelemento de `<contribute>`, se le asignaron tres roles de colaboradores: “autor”, “editor” y “content provider”, valores del vocabulario, y cuyas entidades se reflejaron en `<entity>` importando los valores de `<creator>` y `<publisher>` para los dos primeros roles. Para el tercer rol se asignó un valor distinto para cada subcolección (Ver Tabla 14) que se extrajo de los valores de CM, así como `<date>` que sólo utilizó la fecha de creación del resto de fechas que manejaba CM.

2	lifecycle	
2.1	version	
2.2	status	final
2.3	contribute	
2.3.1	role	Autor editor content provider
2.3.2	entity	CM{creator} CM{publisher} Si F: Biblioteca Nacional de México, Si L: DGSCA, Si E: Espamexis
2.3.3	date	CM{date <created>}

Tabla 14. Grupo de metadatos *lifecycle*

En el grupo *metadata* (Tabla 15) había que llenar los elementos con la información de los datos que se estaban introduciendo, así que los metadatos correspondían al catálogo de BURA y al número que el sistema le asigna (`<catalog>` y `<entry>`). Los autores de los metadatos son UNAM y UNIVERSIA, se asignó la fecha de creación correspondiente y se identificaron como metadatos del LOM versión 1.0 (`<metadatascheme>`), en idioma (`<language>`) español (Es).

3	metadata	
3.1	Identifier	
3.2	catalogentry	
3.2.1	Catalog	BURA
3.2.2	entry	{No. BURA}
3.3	contribute	
3.3.1	role	Creator
3.3.2	entity	UNAM-UNIVERSIA
3.3.3	date	01/06/2004
3.4	metadatascheme	LOMv1.0
3.5	language	Es

Tabla 15. Grupo de metadatos *metadata*

En el grupo *technical* (Tabla 16), para `<format>` se dio un valor a cada subcolección

según el vocabulario permitido: “applicaton/pdf” para L ya que son archivos PDF, y “Text/html” para E y F que son documentos en HTML. <size> tuvo correspondencia con el elemento <format.extent> de CM. El elemento <location> pudo llenarse por correspondencia con el elemento <URL> de CM, pero sólo para una subcolección, en las otras colecciones, el URL de cada documento, se genera de forma dinámica, pero se hizo la programación correspondiente para obtenerla. A <type>, del vocabulario se le asignó “browser” ya que es el software necesario para poder visualizar los recursos, y como el tipo de *browser* puede ser cualquier, a <name> se le asignó el valor “any”. En el caso de la subcolección L se requiere de Adobe Acrobar Reader²⁶ para visualizar los PDF así que para este caso, quedó indicado en <otherplatformrequirements>. Los otros elementos quedaron vacíos al no encontrarse datos que pudieran agregarse.

4	technical	
4.1	format	Si L: application/pdf Si E: Text/html Si F: Text/html
4.2	size	CM{format <extent>}
4.3	location	Si L: CM{URL} Si F: http://lyncis.dgsca.unam.mx/franciscanos/cgi-bin/usuario/imagen.cgi?campo=id_documento&valordebusqueda=253&numeroimg={folio} Si E: http://lyncis.dgsca.unam.mx/espanoles/cgi-bin/usuario/imagen.cgi?campo=id_documento&valordebusqueda=253&numeroimg={folio}
4.4	requirement	
4.4.1	type	Browser
4.4.2	name	Any
4.4.3	minimumversion	
4.4.4	maximumversion	
4.5	instalationremarks	
4.6	otherplatformrequirements	Si L: Adobe Acrobat Reader
4.7	duration	

Tabla 16. Grupo de metadatos *technical*

Los valores de los elementos de *educational* (Tabla 17) que pudieron obtenerse, fueron tomados de los vocabularios controlados, excepto <intendeduserrole> que ya se había identificado con correspondencia con <audience>. Por las características de los objetos se dedujo que el tipo de interactividad era expositivo, los tipos de recursos eran textos narrativos, el nivel de interactividad era muy bajo y se identificaron varios contextos para su uso. En el caso de las etiquetas que quedaron vacías se consideró que

²⁶ Adobe Acrobat Reader es el lector de facto para archivos PDF.

el asignar valor sería una decisión muy subjetiva así que se optó por no asignar dato alguno.

5	educational	
5.1	interativitytype	Expositive
5.2	learningresourcetype	Narrative text
5.3	interactivitylevel	Very low
5.4	semanticdensity	
5.5	intendeduserrole	CM{audience}
5.6	context	Higher Education, University Postgrade, Professionnal formation, Continuous Formation.
5.7	typicalagerange	
5.8	difficulty	
5.9	typicallearningtime	
5.10	description	
5.11	language	

Tabla 17. Grupo de metadatos *educational*

En el grupo que atiende los derechos de autor, *rights* (Tabla 18), el contenido para <cost> y <copyrightandotherrestrictions> se tomó de vocabularios, deduciendo que CM no tiene costo asociado al uso de sus recursos pero sí tiene restricciones para su uso, que son las especificadas en el elemento <rights> de CM y que correspondieron con <description>.

6	rights	
6.1	cost	no
6.2	copyrightandotherrestrictions	yes
6.3	description	CM{rights}

Tabla 18. Grupo de metadatos *rights*

7	relation	
7.1	kind	IsBasedOn
7.2	resource	
7.2.1	identifier	
7.2.2	description	Si F: Manuscritos del siglo XVI al XIX sobre los Franciscanos en México. Si L: Revistas literarias que reflejan la sociedad mexicana del siglo XIX. Si E: Documentos manuscritos de la comunidad de españoles en México en el siglo XIX.
7.2.3	catalogentry	
7.2.3.1	catalog	CM{source}
7.2.3.2	entry	CM{source.referenciatalográfica}

Tabla 19. Grupo de metadatos *relation*

En el grupo *relation* (Tabla 19), se quiso mantener la relación del recurso digital con el recurso en papel que se digitalizó, así que el el valor para el tipo de relación, <kind>, se tomó del vocabulario disponible y se asignó “IsBasedOn”. Dado que se quería tener

la relación de cada subcolección con su temática, ésta se asignó en <description>. <catalog> tuvo correspondencia con <source> de CM y para <entry> se extrajo un dato particular del contenido de <source> que correspondía a la referencia bibliográfica de cada registro en sus bases de datos originales y que se consideró importante conservar como indentificador del recurso original (el original papel).

En el grupo *annotation* (Tabla 20) no se agregó ningún dato ya que no había comentarios que agregar sobre los recursos.

8	Annotation	
8.1	person	
8.2	date	
8.3	description	

Tabla 20. Grupo de metadatos *annotation*

Se había mencionado anteriormente que BURA se apega a la norma UNESCO y que no fue posible tener una correspondencia con entre los temas de ambas bibliotecas, ya que CM tiene un sistema de clasificación especializado, en el que se eligieron temas específicos, relevantes para el tipo de documentos de las subcolecciones y que fueron definidos por especialistas en historia de México. Por ello, en el grupo *classification* (Tabla 21), <subject> no tuvo compatibilidad con los subelementos de <taxonpath> y se extrajeron los temas correspondientes a cada colección (<id>) de la norma UNESCO (<source>). El propósito fue clasificar por disciplinas (<purpose>).

9	classification		
9.1	purpose	Discipline	
9.2	taxonpath		
9.2.1	source	UNESCO	
9.2.2	taxon		
9.2.2.1	id	F: 550302 550401 550508 550621	L: 550401 620203 E: 550302 550401 550508 5501
9.2.2.2	entry	[tema correspondiente por código UNESCO]	
9.3	description	Clasificación según códigos UNESCO	
9.4	keyword		

Tabla 21. Grupo de metadatos *classification*

Una vez realizado este análisis para llegar a un proceso normalizado para el intercambio de metadatos, entonces sí dió paso al proceso de vaciado de datos entre los sistemas.

7.2.6. *Vaciado de datos*

Comprendido el proceso de vaciado y establecidas las reglas a considerar en cada elemento, se extrajeron tres archivos de la base de datos de CM. Un archivo por cada

colección (F, L y E), a fin de hacer procesamientos independientes y tomar en cuenta las particularidades de cada grupo de datos.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
-<lom xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2
imsmd_v1p2p2.xsd">
- <general>
- <title>
  <langstring xml:lang="es">Carta de Luis Antonio Menchaca al virrey de
Cruillas; que envía preso a la capital [México] a un indio espía de la
nación comanche: Real presidio de San Antonio de Béjar, 23
agosto...</langstring>
  </title>
- <catalogentry> <catalog>coleccionesmexicanas.unam.mx</catalog>
- <entry> <langstring>500</langstring>
  <langstring>bura:coleccionesmexicanas.unam.mx:500</langstring>
  </entry>
  </catalogentry>
  <language>es_MX</language>
- <description>
  <langstring xml:lang="es">Manuscrito que contiene Carta de Luis
Antonio Menchaca al virrey de Cruillas; que envía preso a la capital
[México] a un indio espía de la nación comanche: Real presidio de San
Antonio de Béjar, 23 agosto 1764.</langstring>
  </description>
- <keyword>
  <langstring xml:lang="es">Presidios Indios Diligencias
Reos</langstring>
  </keyword>
- <keyword>
  <langstring xml:lang="es">DEFENSA Y SEGURIDAD LEYES Y LEGISLACIÓN
PRISIONEROS PRISIONES</langstring>
  </keyword>
- <coverage>
  <langstring xml:lang="es">Manuscritos Siglo XVI - XIX</langstring>
  </coverage>
- <structure>
- <source> <langstring xml:lang="x-none">LOMv1.0</langstring>
  </source>
- <value> <langstring xml:lang="x-none">Atomic</langstring> </value>
  </structure>
- <aggregationlevel>
- <source>
  <langstring xml:lang="x-none">LOMv1.0</langstring>
  </source>
- <value>
  <langstring xml:lang="x-none">3</langstring>
  </value>
  </aggregationlevel>
  </general>
- <lifecycle>
  .
  .
  .
  </lom>

```

Tabla 22. Registro de una instancia XML de IMS LRM.

Para la conversi3n automatizada de los registros se escribi3 una clase Java²⁷ llamada

²⁷ Una clase Java es c3digo informático que define las variables y los m3todos comunes de un grupo de objetos del mismo tipo (Sun Microsystems, 2005).

CSVColmex y se utilizaron otras clases genéricas que BURA ya tenía creadas: *CSVReader* y *CSVIndexer*.

El funcionamiento de las clases es el siguiente: los tres archivos extraídos de CM fueron guardados como hojas de cálculo, quedando en la primera línea los nombres de los metadatos. *CSVIndexer* lee los archivos (utilizando *CSVReader*) y para cada entrada crea un mapa con todos los valores de las columnas, usando como claves los nombres de los metadatos. Ese mapa es pasado como parámetro de entrada al método *visit* de *CSVColmex*.

CSVColmex contiene la lógica para la conversión de los metadatos de un registro de CM a un registro BURA. Dentro de la clase hay un método llamado *lom*, que se encarga de extraer los valores de cada registro y transformarlos a IMS 1.2, convirtiendo apropiadamente los datos y añadiendo valores de defecto a otros campos de la estructura. En el anexo D se incluye el código de esta clase, el código de las otras clases no se incluye ya que se considera de poca relevancia para el objetivo que persigue este caso.

Aplicando a cada uno de los archivos las reglas y el programa de conversión, se obtuvieron las instancias XML del Schema de IMS. En la Tabla 22 se muestra parte del código XML correspondiente a la instancia del registro número 500.

7.2.7. Verificación de consistencia y compatibilidad

Una vez obtenidas las instancias, se compararon con los registros previamente incorporados en BURA, a fin de corroborar la consistencia de los datos resultantes de las reglas aplicadas contra los datos que el proyecto ya contenía. Se comprobó que los datos eran consistentes entre ellos. Asimismo, se hizo una prueba de integrar un grupo de instancias (como la mostrada en la Tabla 22) a BURA para identificar alguna incompatibilidad no prevista, sin embargo los ficheros se integraron sin problema, pudiéndose listar y buscar en el sistema sin ningún inconveniente.

7.3. Resultados

Del proceso de conversión de los ficheros se han obtenido un lote de 8876 instancias del XML Schema de IMS, que cumplen con las condiciones para ser integradas a cualquier sistema que admita el estándar de metadatos IMS, sea éste una plataforma de aprendizaje (LMS) o una biblioteca de objetos de aprendizaje.

Aun cuando de inicio se contaban con sólo 20 posibles datos para ser incluidos en los

metadatos de LOM, finalmente fue posible el llenado de aproximadamente el 70% de los elementos, gracias a los campos que se llenaron por el uso de vocabularios de LOM o por los datos que se podían extraer de la información conocida de las bibliotecas examinadas.

El intercambio de metadatos entre los esquemas fue posible, aunque vale la pena resaltar que no fue posible utilizar toda la información de los metadatos de CM, debido a la inconsistencia entre términos y a los diferentes sistemas de normalización que cada una manejaba. También fue notable la cantidad de análisis que tuvo que realizarse por humanos, ya que al partir de un sistema general hacia uno más específico se necesitaba inteligencia para discernir y comprobar la compatibilidad entre los datos y llegar a la mejor opción de equivalencia.

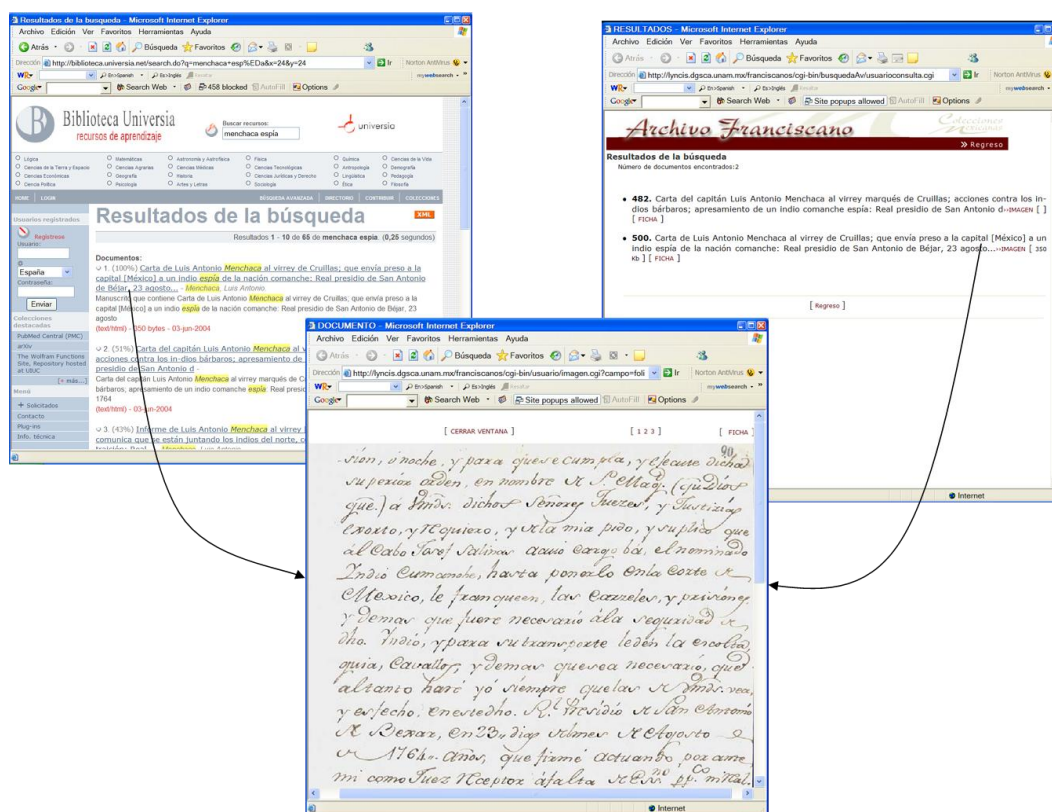


Figura 21. Acceso al objeto desde ambas Bibliotecas.

Finalmente, las instancias XML se han incorporado al catálogo de BURA. Ahora, puede accederse a los objetos, como objetos de información, a través del sitio de la colección en Colecciones Mexicanas o, como objetos de aprendizaje, a través del sitio de BURA (Figura 21).

8. Conclusiones

En el campo educativo, la Web está volcando conceptos y tecnologías para impartir educación a distancia. El *e-learning* está abriendo nuevos campos para la enseñanza y el aprendizaje con importantes beneficios, pero también con problemáticas asociadas que han demandado soluciones pedagógicas y tecnológicas que socorran a su desmesurada dispersión. En este trabajo se han intentado hacer algunos planteamientos desde el punto de vista de la estandarización y de la gestión de contenidos, para llegar a la convergencia de contenidos y sistemas en entornos integrales *e-learning*.

Se ha expuesto que para que los recursos sean más fácilmente gestionados se están concibiendo como objetos de aprendizaje, que buscan facilitar la comunicación entre el recurso y los sistemas, así como hacer más sencilla la composición de contenidos, reutilizando componentes y permaneciendo siempre accesibles e identificables. Para llegar a ello, los ROA están posicionándose como las herramientas que pueden almacenar y distribuir a los OA, para los usuarios y las aplicaciones que los requieran. Con la capacidad de poder tener almacenamientos virtuales que faciliten la recopilación de recursos, administrando sólo los metadatos y apuntando a los recursos que pueden estar distribuidos en cualquier punto de Internet. Es decir, se facilitan servicios centralizados en una herramienta, con recursos distribuidos y para diversas aplicaciones. Los metadatos son un componente clave para que los ROA logren sus potencialidades, pero hasta ahora es cuestionable hasta que punto se puede delegar toda la confianza en estándares de descripción tan complejos como LOM, que requieren de mucha dedicación para ser completados y tener datos normalizados que aseguren la recuperación y la correcta identificación de los OA. En el campo de los metadatos faltan soluciones con una homogeneidad semántica, o que de forma más ambiciosa, interpreten la semántica de los datos.

Es notable el crecimiento que los proyectos de ROA han tenido, además de los esfuerzos a diferentes escalas para formar redes de éstos repositorios. Lo que lleva a reflexionar que, aún cuando hay gran incertidumbre sobre el impacto de los OA y sobre la complejidad para tener metadatos de calidad, los ROA son herramientas que se consideran importantes y necesarias.

Los ROA seguirán desarrollándose, pero deben tener un desarrollo sustentado en tecnologías y estándares que les permitan irse adaptando a las nuevas necesidades del sector y a las constantes renovaciones tecnológicas, así como estar preparados para integrarse a la Web Semántica, que se proyecta como una solución para hacer más eficientes las búsquedas y recuperaciones entre los sistemas que gestionan contenidos.

Los estándares y las especificaciones, por su parte, están facilitando las condiciones tecnológicas para que los componentes del *e-learning* puedan principalmente tener interoperabilidad, con lo que se llegará a tener acceso a diferentes fuentes de servicios y contenidos sin que esto implique un esfuerzo adicional para los usuarios. Esto requiere mucha atención por parte de los desarrolladores y de las organizaciones que participan como proveedoras de dichos servicios, ya que la interoperabilidad no sólo depende de factores tecnológicos, si no que también precisa renovar procesos (con los costos que esto conlleva) y adecuar prácticas sectoriales que se han seguido por mucho tiempo.

El cambio se está dando, en algunos componentes más rápido que en otros, y los requisitos son cada vez más complejos, por lo que debe prepararse la infraestructura tecnológica que les de cabida, para que la comunidad profesional y usuaria del sector educativo pueda ejecutar sus tareas sin frenos tecnológicos. Por ello, ha sido importante el aporte de este trabajo, al presentar un modelo conceptual en el que se han integrado las especificaciones IMS de empaquetamiento de contenidos, de metadatos, de listas de recursos y de repositorios, para proponer la interoperabilidad de estos últimos con aplicaciones como los LMS, LCMS, agentes de software, bibliotecas digitales, bibliotecas automatizadas e incluso otros repositorios. Esta propuesta se hace con visión hacia lo que debe ser un entorno integral *e-learning* basado en estándares, en la que los repositorios sean un soporte primario para la gestión de contenidos de dicho entorno.

Con este modelo, se demostró que se pueden implementar funciones para que los ROA provean contenidos y servicios basados en los estándares de IMS. IMS ha demostrado ser una especificación robusta, en constante revisión, que está en la búsqueda permanente de soluciones para el mejor aprovechamiento de tecnologías abiertas en beneficio del sector educativo. Su uso en esta propuesta, se hizo para apegar el modelo a una especificación confiable que le permita volverse más amplio y crecer de manera horizontal, con interoperabilidad hacia otros sistemas de gestión de contenidos, o de forma vertical, hacia aplicaciones de distinta naturaleza.

El caso de estudio fue un primer acercamiento a la puesta en práctica de la teoría revisada en este trabajo. De acuerdo a los objetivos planteados, en el caso se demostró

que la reutilización es posible cuando hay estándares compatibles, ya que se reutilizaron los contenidos de los metadatos para alimentar los metadatos de un ROA. Como resultado, los objetos, sin duplicarse, ahora son accesibles desde dos sistemas que los gestionan de forma independiente.

Con el caso de estudio se detectó que IMS LRM no tiene contemplado el vaciado de otros esquemas de metadatos hacia su esquema, lo que requiere que se lleve a cabo un cuidadoso análisis para comprobar la compatibilidad semántica de los datos que se intercambiaron. Se encontró que no fue posible vaciar todos los datos y que hubo inconsistencia semántica, que llevó a la necesidad de un reacomodo para tener coherencia entre el metadato y el contenido que se le asignaría.

Un problema importante fue la falta de normalización de datos entre las bibliotecas. Sin la intervención humana el intercambio de datos hubiera sido pobre y con inconsistencia semántica entre elementos de los metadatos, ya que ninguna biblioteca estaba preparada para la interpretación semántica automatizada. Por lo que se cree necesario que el estudio de la semántica entre sistemas de metadatos requiere de especial atención para los ROA.

Finalmente, la proyección de cómo serán los ROA en un futuro es incierta, ya que los OA, los metadatos y los estándares están en pleno desarrollo y el punto de estabilidad aún no es claramente visible. Aún con esta constante de incertidumbre, los ROA deberán seguir creciendo hacia el apoyo de las actividades en los entornos *e-learning*.

8.1. Contraste de resultados

A fin de contrastar los resultados parciales obtenidos durante el desarrollo de este trabajo de investigación, se han presentado trabajos a diferentes foros, obteniéndose las siguientes publicaciones:

- Congresos internacionales

López, C. & García, J. F. (2005). Ontologies applied to learning objects repositories for educational environments in the semantic web. *Third International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education*. 7-10 junio, 2005. Cáceres. En prensa.

López, C. & García, J. F. (2005). Estándares y especificaciones para los entornos e-learning: convergencia de contenidos y sistemas. *Congreso Virtual Educa*, México. 21-24 de junio, 2005. México. En prensa.

Hernández, M. J., López, C., González, M. & García, P. (2005). Organización y

búsqueda de contenidos educativos: aportaciones de la web semántica. *Congreso Virtual Educa*, 21-24 de junio, 2005. México. En prensa.

- Congresos nacionales

López, C. & García, J. F. (2005). Repositorios de objetos de aprendizaje basados en estándares. *V Jornadas de Bibliotecas Digitales JBiDi'2005*, 14-16 de septiembre, 2005. Granada. En prensa.

López C. & García, F. J. (2004). Formación de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS. I simposio pluridisciplinar sobre diseño, evaluación y *descripción de contenidos educativos reutilizables*, 20-22 octubre, 2004. Universidad de Alcalá (Guadalajara).

- Revistas internacionales

López, C. & García, F. J. (2004). La reutilización de recursos educativos en la educación superior apoyada por e-learning. *Revista Digital Universitaria*, vol. 5, noviembre de 2004. <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num10/art64/int64.htm/>.

- Revistas nacionales

López C., García, F. J. & Pernías, P. (2005). Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS. *RED Revista de Educación a Distancia*, año IV, monográfico II. <http://www.um.es/ead/red/M2/>.

- Capítulos de libros

López C. & García, F. J. (2004). Los objetos de aprendizaje y otros recursos de educación en la Web. En F. J. García & M. Moreno (Eds.), *Tendencias en el desarrollo de aplicaciones web*. Salamanca: Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca.

8.2. Trabajo futuro

A raíz de las experiencias en esta investigación, las actividades subsecuentes estarán enfocadas a:

- Un estudio más minucioso de cada una de las especificaciones relacionadas con los repositorios, para poder llegar a la implementación, por etapas, del modelo propuesto y comprobar el nivel de interoperabilidad real que ofrecen las especificaciones de IMS. Se considera relevante el conocimiento profundo de las

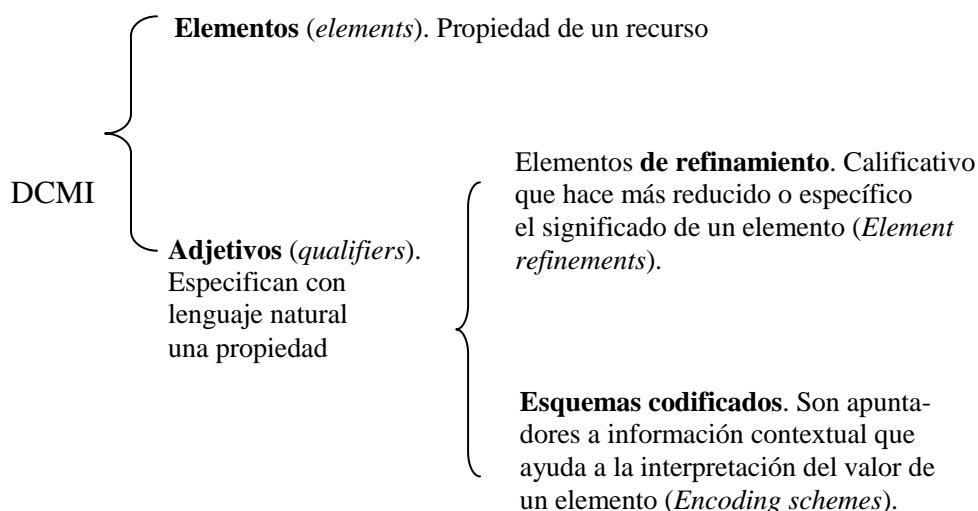
especificaciones relacionadas con los repositorios, a fin de poder compararlas con otras, difundir su uso y desarrollar sistemas educativos de vanguardia tecnológica y funcional.

- El desarrollo de un modelo de “repositorio semántico”, que pueda manipular distintos esquemas de metadatos, a través de la comprensión semántica de los datos mismos y no de los esquemas que los contienen. Esto dará un gran potencial a los ROA como recopiladores y gestores de contenidos, facilitando que cualquier sistema que haga uso de metadatos pueda ser reconocido y fácilmente interpretado para el intercambio de datos.

ANEXO A. Dublín Core Qualified

I. Definiciones

La Iniciativa de Metadatos *Dublin Core Qualified* está formada por elementos (*elements*) y adjetivos (*qualifiers*). Los elementos son los metadatos de más alto nivel, definen las propiedades de un recurso. Los adjetivos especifican con lenguaje natural una propiedad, en ningún caso pueden utilizarse para extender su valor semántico. Los adjetivos pueden ser de dos tipos: refinamientos del elemento (*element refinements*) y esquemas codificados (*encoded schemes*). Los refinamientos son calificativos que hacen más reducido o específico el significado de un elemento. Los esquemas son apuntadores a información contextual que ayuda a la interpretación del valor de un elemento, están formados por reglas de análisis gramaticales, notaciones formales, estándares, etcétera.



II. Descripción de los elementos y sus adjetivos

title. Es el nombre dado a un recurso. Usualmente, *title* será el nombre bajo el cual el recurso es oficialmente conocido.

Refinamiento:

- **alternative.** Cualquier título usado como sustituto o alternativo al título oficial del recurso. Se pueden incluir abreviaciones del título o traducciones.

creator. Es la entidad responsable de la creación del contenido del recurso, puede ser una persona (autor), organización o un servicio.

Adjetivos: no tiene.

subject. Se refiere al tema del contenido de un recurso.

Esquemas:

- **LCSH.** Library of congress Subject Headings.
- **MESH.** Medical Subject Headings.
<http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>.
- **DDC.** Dewey Decimal Classification. <http://www.oclc.org/dewey/index.htm>.
- **LCC.** Library of Congress Classification.
<http://lcweb.loc.gov/catdir/cpsolcco/lcco.html>.
- **UDC.** Universal Decimal Classification. <http://www.udcc.org>.

description. Describe del contenido del recurso.

Refinamientos:

- **tableOfContents.** Una lista de subunidades del contenido del recurso.
- **abstract.** Resumen del contenido del recurso.

publisher. Es la entidad responsable de que el recurso esté disponible. Puede ser una persona, una organización o un servicio.

Adjetivos: no tiene.

contributor. Es una entidad responsable de contriciones en el contenido del recurso. Puede ser una persona, una organización o un servicio.

Adjetivos: no tiene.

date. Una fecha asociada con un evento en el ciclo de vida del recurso.

Refinamientos:

- **created.** Fecha de creación del recurso.
- **valid.** Fecha de validez del recurso (usualmente un periodo).
- **available.** Fecha en que el recurso se hará o se hizo disponible.
- **issued.** Fecha formal de publicación.
- **modified.** Fecha en la cual el recurso fue modificado.
- **dateAccepted.** Fecha de aceptación del recurso (tesis, artículos, etc.).

-
- **dateCopyrighted.** Fecha de declaración de copyright.
 - **dateSubmitted.** Fecha de solicitud de revisión (tesis, artículo).

Esquemas:

- **period.** Especificación de los límites de un intervalo de tiempo. <http://dublincore.org/documents/dcmi-period/>.
- **W3CDTF.** Reglas de codificación de la w3c para fechas y horas, basado en ISO 8601. <http://www.w3.org/TR/NOTE-datetime>.

type. La naturaleza o el género del recurso

Esquemas (vocabulario):

- **collection.** Una colección es una suma de objetos. El recurso es descrito como grupo, sus partes pueden ser descritas y navegables de manera individual.
- **dataset.** Es información codificada es una estructura definida (listas, tablas y bases de datos), pretendiendo ser útiles para procesamiento directo de una máquina.
- **event.** Es una ocurrencia no persistente, temporal. Los metadatos proveen información para identificar el objetivo, lugar, duración, responsables y enlaces relacionados con el evento. El recurso tipo *event* podría no ser recuperable si su instanciación ha expirado o no ha ocurrido. (p.e. exhibiciones, conferencias, *workshop*, presentaciones, batallas, bodas, etcétera).
- **image.** Una imagen es una representación visual que no sea texto. (fotografías, pinturas, dibujos gráficos, animaciones, películas).
- **interactiveResource.** Es un recurso que requiere interacción del usuario para entenderse, ejecutarse o sentirse. (páginas web, multimedia, chats, realidad virtual).
- **service.** Sistema que provee uno o más funciones con valor para el usuario final (servicio de fotocopia, servicio bancario, servicio de autenticación, préstamo interbibliotecario, z39.50 o web server).
- **software.** Programa de computo en fuente o compilado, que puede estar disponible para instalación.

-
- **sound.** Recurso que principalmente se reconoce como audio (música, discurso, sonido).
 - **text.** Recurso cuyo contenido es principalmente palabras para leer (libros, cartas, disertaciones, poemas, periódicos, artículos). Facsímiles e imágenes de textos son de tipo *text*.
 - **physicalObject.** Objeto inanimado tridimensional (computadora, pirámide, escultura). Representaciones o sustitutos digitales deben usar *image*, *texto* o alguno de los otros *type*.

format. La manifestación física o digital del recurso. Usualmente, puede incluir el medio o las dimensiones del recurso. Puede ser usado para determinar el software, hardware u otro equipo necesario para desplegar u operar el recurso.

Refinamientos:

- **extent.** El tamaño o la duración del recurso.
- **medium.** El material o portador físico del recurso.

Esquemas

- **IMT.** Internet Media Type. www.isi.edu/in-notes/iana/assignments/media-types/media-types.
- **MIME.** <http://dublincore.org/usage/terms/references/#MIME>.

identifier. Una referencia no ambigua hacia el recurso dentro de un contexto dado. Se recomienda utilizar una cadena o número autogenerado.

Esquemas:

- **URI.** Uniform Resource Identifier. www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt.

source. Referencia a un recurso del cual se derivó el recurso que se describe.

Esquemas:

- **URI.** Uniform Resource Identifier. www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt.

language. Idioma del contenido intelectual del recurso.

Esquemas:

- **ISO639-2.** Códigos de representación de nombres de idiomas.

www.lcweb.loc.gov/standards/iso639-2/langhome.html.

- **RFC1766**. Internet RFC 1766 “etiquetas para la identificación de idiomas”, especifica un código de 2 letras tomado del iso 639, seguido opcionalmente de 2 letras del país tomadas del código iso 3166. www.ietf.org/rfc/rfc1766.txt.
- **RFC3066**. Internet RFC 3066 “etiquetas para la identificación de idiomas”. Especifica código de dos letras para la parte 1 o un código tres letras para la parte 2, tomados del ISO 639. Este RFC reemplaza al RFC1766.

relation. Referencia un recurso relacionado con el recurso descrito.

Refinamientos:

- **isVersionOf**. El recurso descrito es versión, edición o adaptación del recurso referenciado. Cambios en la versión implica cambios sustantivos en contenido pero no en formato.
- **hasVersion**. El recurso descrito tiene al recurso referenciado como versión, edición o adaptación.
- **isReplacedBy**. El recurso descrito es sustituido, desplazado o reemplazado por el recurso referenciado.
- **Replaces**. El recurso descrito suplanta, reemplaza el recurso referenciado.
- **isRequiredBy**. El recurso descrito es requerido por el recurso referenciado, física o lógicamente.
- **Requires**. El recurso descrito requiere el recurso referenciado para apoyar o sustentar su función, entrega o coherencia.
- **isPartOf**. El recurso descrito es física o lógicamente parte del recurso referenciado.
- **hasPart**. El recurso descrito incluye el recurso referenciado física o lógicamente.
- **isReferencedBy**. El recurso descrito es referenciado, citado o direccionado por el recurso referenciado.
- **references**. El recurso descrito referencia, cita o apunta al recurso referenciado.
- **isFormatOf**. El recurso descrito tiene el mismo contenido intelectual del recurso referenciado, pero presentado en otro formato.
- **hasFormat**. El recurso descrito preexiste al recurso referenciado, es el

mismo contenido intelectual presentado en otro formato.

- **conformsTo**. Referencia a un estándar establecido al que pertenece el recurso.

Esquemas:

- **URI**. Uniform Resource Identifier. www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt.

coverage. La extensión o alcance del contenido del recurso. Regularmente se incluye una ubicación de espacio, lugar, coordenadas geográficas; también puede ser un periodo de tiempo, una fecha, un rango de fechas.

Refinamientos:

- **spatial**. Características de espacio geográfico del contenido intelectual del recurso.

Esquemas:

- **Point**. Identifica un punto en el espacio utilizando sus coordenadas geográficas. <http://dublincore.org/documents/dcmi-point>.
- **ISO3166**. Código para representar los nombres de países. <http://www.din.de/gremien/nas/nabd/iso3166ma/codlstp1/index.html>
- **Box**. Identifica una región del espacio utilizando sus límites geográficos. <http://dublincore.org./documents/dcmi-box>.
- **TGN**. The Getty Thesaurus of Geographic Names. <http://www.getty.edu/research/tools/vocabulary/tgn/index.html>.
- **temporal**. Características de tiempo, época, del contenido intelectual del recurso.

Esquemas:

- **Period**. Especificación de los límites de un intervalo de tiempo. <http://dublincore.org/documents/dcmi-period/>.
- **W3CDTF**. Reglas de codificación de la w3c para fechas y horas, basado en ISO 8601. <http://www.w3.org/TR/NOTE-datetime>.

rights. Información sobre la propiedad de recurso y su manejo en materia de los derechos de autor. Puede incluir una leyenda, o una referencia hacia otro sitio que

provea las políticas de uso.

Adjetivos: no tiene.

audience. El tipo de sector o grupo hacia quienes el recurso está orientado, esto lo puede determinar el autor, el editor o una tercera parte.

Refinamientos:

- **mediator.** Una entidad que consigue el acceso al recurso y para la cual está orientado o es útil el recurso. Ultimo beneficiario del recurso o una entidad que consigue el acceso.
- **educationLevel.** Audiencia en términos de su progreso en un contexto educativo.

III: Referencias

DCMI. (2004). Dublin Core Metadata Element Set, Versión 1.1: Reference Description.

Disponible en <http://dublincore.org/documents/dces/>.

DCMI (2005). DCMI Metadata Terms. Disponible en

<http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>.

DCMI (2004). DCMI Type Vocabulary. Disponible en <http://dublincore.org/documents/dcmi-type-vocabulary/>.

Anexo B. Desarrollo de las especificaciones IMS

Documento	AÑO														
	2005	2004		2003		2002		2001				2000		1999	
IMS General Web Services	Version 1.0.1 Public Draft Specification 25-mar-05														
IMS Learner Information Package	Version 1.0.1 Final Specification 12-ene-2005			Version 1 Final Specification 25-06-2003	Version 1.0 Public Draft Specification 28-04-2003										
IMS Content Packaging		Version 1.1.4 Final Specification 1-nov-2004		Version 1.1.3 Final Specification 12-06-2003				Version 1.1.2 Final Release 10-08-2001	Version 1.1.1 Update Release 18-05-2001	Version 1.1 Public Release Final 20-04- 2001	Version 1.00 Public Release Final 18-03-2001	Version 1.1 Public Release Draft 21-12-2000	Version 1 Public Release Final 05-06- 2000	Version .92 Public Draft 20- 03-2000	Version .91 Public Draft 23- 02-2000
IMS ePortfolio		Version 1.0 Public Draft 12-08-2004													
IMS Resource List Interoperability		Version 1.0 Final Specification 30-08-2004	Version 1.0 Public Draft Specification 14-06-2004												
IMS AccessForAll Meta-Data (Accessability)		Version 1.0 Final Specification 23-08-2004	Version 1.0 Public Draft Specification 14-06-2004												
IMS Enterprise Services		Version 1.0 Final Specification 24-08-2004	Version 1 Public Draft Specification 3-02-2004			Version 1.1 Final Release 16-07-2002	Version 1.1 Public Draft 22-04-2002					Version 1.01 Public Release 12- 01-2000			Version 1 Public Release 4-11-1999
IMS Shareable State Persistence		Version 1.0 Final Specification 30-06-2004	Version 1 Public Draft Specification 26-03-2004												
IMS Question and Test Interoperability		Version 2.0 Public Draft Specification 24-06-2004		Version 1.2.1 Final Specification 26-03-2003		Version 1.2 Final Release 13-02-2002		Version 1.2 Public Draft Release 10- 10-2001	Version 1.1 Public Release Final (Lite) 18- 03-2001	Version 1.1 Public Release Final 18-03- 2001		Version 1.01 Public Release Final 25-08-2000	Version 1 Public Release Final 05-06- 2000	Version 1 Public Draft 25- 02-2000	
IMS Learning Resource Meta-Data		Version 1.3 Public Draft Specification 26-05-2004						Version 1.2.1 Final Release 01-08-2001	Version 1.2 Final Release 11-06-2001	Version 1.2 Public Release Draft 11-05- 2001		Version 1.1 Public Release Final 5-05-2000			Version 1 Public Release Draft 20-08- 1999
IMS Vocabulary Definition Exchange		Version 1 Final Specification 22-03-2004		Version 1 Public Draft Specification 3- 09-2003											

Documento	A N O								
	2005	2004	2003		2002		2001	2000	1999
IMS Simple Sequencing			Version 1.0 Final Specification 20-03-2003		Version 1 Public Draft 01-11-2002	Version 0.7.5 Public Draft 13-05-2002			
IMS Learning Design			Version 1.0 Final Specification 13-02-2003		Version 1.0 Public Draft Specification 18-08-2002				
IMS Digital Repositories Specification			Version 1 Final Specification 20-01-2003		Version 1.0 Public Draft 12-08-2002				
IMS Reusable Def. of Comp. or Educational Objective					Version 1.0 Final Specification 25-08-2002		Version .01 Public Release Draft 18-03-2001		

ANEXO C. Tabla de IMS LRM Information Model

Esta tabla fue tomada de forma parcial del documento IMS Meta-Data Information Model Versión 1.2.1, y se utilizó como guía para la asignación de valores de los elementos analizados en los apartados 7.2.4 y 7.2.5.

La tabla contiene la siguiente información:

Name: Nombre del elemento.

Domain: Vocabulario u otro tipo de información al que el elemento está limitado.

Type: Correspondencia del elemento con un contenido textual, numérico o fecha; y algunas limitantes de su tamaño y formato..

Extensible: Whether the element is extensible or not.

Note: Importancia del elemento y algunos comentarios sobre cómo utilizarlo

	Name	Domain	Type	Note
1	general	-	-	-
1.1	identifier	-	String	1. This element can be transparent to the meta-data creator. It can be created by the meta-data management system. 2. This element corresponds with the Dublin Core element DC.Identifier. 3. You can use your own ID method or the IMS best practice.
1.2	title	-	LangStringType (1000 char)	1. The title can be an already existing one or it may be created by the indexer ad hoc. 2. Corresponds with Dublin Core element DC.Title.
1.3	catalogentry	-	-	One of the catalog entries can be generated automatically by the tool.
1.3.1	catalog	-	String (1000 char)	Generally the name of the catalog.
1.3.2	entry	-	LangStringType (1000 char)	Generally the number in the catalog named in Catalog (1.3.1).

	Name	Domain	Type	Note
1.4	language	LanguageID = Langcode('-Subcode)*, with Langcode a two- letter language code as defined by ISO639 and Subcode a country code from ISO3166.	String (100 char)	<p>1. The approach adopted is compatible with that of the xml:lang attribute and is defined by RFC1766.</p> <p>2. ISO639 deals with 'ancient' languages, like Greek and Latin.</p> <p>3. Tool should provide useful default.</p> <p>4. It is customary to give the language code in lower case and the country code (if any) in upper case. However, the values are case insensitive.</p> <p>5. This element corresponds with the Dublin Core element DC.Language.</p>
1.5	description	-	LangStringType (2000 char)	This element corresponds to the Dublin Core element DC.Description.
1.6	keyword	-	LangStringType (1000 char)	It is strongly recommended not to use this element for characteristics that can be described by other elements.
1.7	coverage	-	LangStringType (1000 char)	This element corresponds with the Dublin Core element DC.Coverage.
1.8	structure	vocabulary: {Collection, Mixed, Linear, Hierarchical, Networked, Branched, Parceled, Atomic}	Vocabulary	-
1.9	aggregationlevel	restricted range: 1 - 4	Vocabulary	<p>Level 1 means smallest level of aggregation, e.g. raw media data or fragments.</p> <p>Level 2 refers to a collection of atoms, e.g. an HTML document with some embedded pictures or a lesson.</p> <p>Level 3 indicates a collection of level 1 resources, e.g. a 'web' of HTML documents, with an index page that links the pages together or a unit.</p> <p>Finally, level 4 refers to the largest level of granularity, e.g. a course.</p>
2	lifecycle	-	-	-

	Name	Domain	Type	Note
2.1	version	-	LangStringType (50 char)	-
2.2	status	vocabulary: {Draft, Final, Revised, Unavailable}	Vocabulary	-
2.3	contribute	-	-	-
2.3.1	role	vocabulary: { Author, Publisher, Unknown, Initiator, Terminator, Validator, Editor, Graphical Designer, Technical Implementer, Content Provider, Technical Validator, Educational Validator, Script Writer, Instructional Designer }	Vocabulary	It is recommended that exactly one instance of Author exists.
2.3.2	entity	vCard < http://www.imc.org/pdi >	String (1000 chars)	<p>1. If Role (2.3.1) is Author, then the entity is typically a person and this element corresponds with the Dublin Core element DC.Creator.</p> <p>2. If Role equals Publisher, then the entity is typically an organization and this element corresponds with the Dublin Core element DC.Publisher.</p> <p>3. If Role is not equal to Author or Publisher, then this element corresponds with the Dublin Core element DC.Contributor.</p> <p>4. If the entity is an organization, then it is typically a university department, company, agency, institute, etc. under whose responsibility the contribution was made.</p>
2.3.3	date	-	DateType	-
3	metametadata	-	-	-
3.1	identifier	-	String	This element can be transparent to the meta-data creator. It can be

	Name	Domain	Type	Note
				created by the meta-data management system. You can use your own ID method or the IMS best practice
3.2	catalogentry	-	-	One of the catalog entries can be generated automatically by the tool.
3.2.1	catalog	-	String (1000 char)	Generally system generated.
3.2.2	entry	-	LangStringType (1000 char)	Generally system generated.
3.3	contribute	-	-	-
3.3.1	role	vocabulary: {Creator, Validator}	Vocabulary	It is recommended that exactly one instance of creator exists.
3.3.2	entity	vCard <http://www.imc.org/pdi />	String (1000 char)	-
3.3.3	date	-	DateType	-
3.4	metadatascheme	-	String (30 char)	1. Generally user selectable or system generated. 2. If multiple values are provided, then the meta-data instance conforms to multiple meta-data schemes.
3.5	language	See general.language	String (100 char)	"none" is an acceptable value.
4	technical	-	-	-
4.1	format	restricted: MIME type or 'non-digital'	String (500 char)	1. Can be used to identify the software needed to access the resource. 2. This element corresponds with the Dublin Core element DC.Format.
4.2	size	-	String (30 char)	This refers to the actual size of the resource, and not to the size of a compressed version of the resource.
4.3	location	-	String (1000 char)	-
4.4	requirement	-	-	-

	Name	Domain	Type	Note
4.4.1	type	vocabulary: {Operating System, Browser}	Vocabulary	-
4.4.2	name	if Type='Operating System', then vocabulary: {PC-DOS, MS- Windows, MacOS, Unix, Multi-OS, Other, None} if Type='Browser' then vocabulary: {Any, Netscape Communicator, Microsoft Internet Explorer, Opera} if other type, then open vocabulary	Vocabulary	May be derived from Format (4.1) automatically, e.g., HTML implies "Multi-OS"
4.4.3	minimumversion	-	String (30 char)	-
4.4.4	maximumversion	-	String (30 char)	-
4.5	installationremarks	-	LangStringType (1000 char)	-
4.6	otherplatformrequirements	-	LangStringType (1000 char)	-
4.7	duration	ISO8601	DateType	This is especially useful for sounds, movies, or animations.
5	educational	-	-	-
5.1	interactivitytype	vocabulary: {Active, Expositive, Mixed, Undefined}	Vocabulary	In an expositive resource, the information flows mainly from the resource to the learner. Expositive documents are typically used for learning- by- reading. In an active learning object, information also flows from the learner to the resource. Active documents are typically used for learning- by- doing.

	Name	Domain	Type	Note
				note: Activating links to navigate in hypertext documents is not considered as an information flow. Thus, hypertext documents are expositive.
5.2	learningresourcetype	vocabulary: {Exercise, Simulation, Questionnaire, Diagram, Figure, Graph, Index, Slide, Table, Narrative Text, Exam, Experiment, ProblemStatement, SelfAssesment}	Vocabulary	This element corresponds with the Dublin Core element 'Resource Type'. The vocabulary is adapted for the specific purpose of learning objects.
5.3	interactivitylevel	vocabulary: {very low, low, medium, high, very high}	Vocabulary	-
5.4	semanticdensity	vocabulary: {very low, low, medium, high, very high}	Vocabulary	-
5.5	intendedenduserrole	vocabulary: {Teacher, Author, Learner, Manager}	Vocabulary	A learner works with a resource in order to learn something. An author creates or publishes a resource. A manager manages the delivery of the resource, e.g., a university or college. The document for a manager is typically a curriculum.
5.6	context	vocabulary: {Primary Education, Secondary Education, Higher Education, University First Cycle, University Second Cycle, University Postgrade, Technical School First Cycle, Technical School	Vocabulary	-

	Name	Domain	Type	Note
		Second Cycle, Professional Formation, Continuous Formation, Vocational Training}		
5.7	typicalagerange	-	LangStringType (1000 chars)	-
5.8	difficulty	vocabulary: { very easy, easy, medium, difficult, very difficult }	Vocabulary	-
5.9	typicallearningtime	ISO8601	DateType	-
5.10	description	-	LangStringType (1000 char)	-
5.11	language	-	String (100 char)	See general.language.
6	rights	-	-	Intent is to reuse results of ongoing work in the Intellectual Property Right and e-commerce communities. This category currently provides the absolute minimum level of detail only.
6.1	cost	vocabulary: { yes, no }	Vocabulary	-
6.2	copyrightandotherres trictions	vocabulary: { yes, no }	Vocabulary	-
6.3	description	-	LangStringType (1000 char)	-
7	relation	-	-	-
7.1	kind	vocabulary list from Dublin Core: {IsPartOf, HasPart, IsVersionOf, HasVersion, IsFormatOf, HasFormat, References, IsReferencedBy, IsBasedOn, IsBasisFor,	Vocabulary	This element corresponds with the Dublin Core element DC.Relation.

	Name	Domain	Type	Note
		Requires, IsRequiredBy }		
7.2	resource	-	-	-
7.2.1	identifier	-	String	-
7.2.2	description	-	LangStringType (1000 char)	-
7.2.3	catalogentry	-	-	See general.catalogentry.
7.2.3.1	catalog	-	String (1000 char)	Generally the name of the catalog.
7.2.3.2	entry	-	LangStringType (1000 char)	Generally the number in the catalog named in Catalog (7.2.3.1).
8	annotation	-	-	-
8.1	person	vCard <http://www.imc.org/pdi >	String (1000 char)	-
8.2	date	-	DateType	-
8.3	description	-	LangStringType (1000 char)	-
9	classification	-	-	1. End users can refer to their preferred classifications. 2. If Purpose (9.1) equals Discipline, then this category corresponds with the Dublin Core element DC.Subject.
9.1	purpose	vocabulary: {Discipline, Idea, Prerequisite, Educational Objective, Accessibility Restrictions, Educational Level, Skill Level, Security Level}	Vocabulary	-
9.2	taxonpath	-	-	There may be different paths, in the same or different classifications, that describe the same characteristic.

	Name	Domain	Type	Note
9.2.1	source	-	LangStringType (1000 char)	Any recognized "official" taxonomy, any user-defined taxonomy. A tool may provide the top-level entries of a well-established classification (LOC, UDC, DDC, etc.).
9.2.2	taxon	-	-	A TaxonPath can have a depth from 1 to 9. Normal values are between 2 and 4.
9.2.2.1	id	-	String (100 char)	Repertoire of ISO/IEC 10646-1
9.2.2.2	entry	-	LangStringType (500 char)	-
9.3	description	-	LangStringType (2000 char)	-
9.4	keyword	-	LangStringType (1000 char)	-

ANEXO D. Clase java CVSColmex

Archivo: CVSColmex.txt

Autor: Francisco J. Benavente

```
-----  
package net.universia.rayuela.lucene.write.colmex;  
import net.universia.commons.Visitor;  
import net.universia.commons.dom.DOMUtils;  
import net.universia.rayuela.lucene.write.CSVIndexer;  
import net.universia.scorm.*;  
import net.universia.scorm.types.*;  
  
import org.dom4j.Document;  
  
import java.io.File;  
import java.text.DateFormat;  
import java.text.NumberFormat;  
import java.util.Date;  
import java.util.Locale;  
import java.util.Map;  
import java.util.StringTokenizer;  
import java.util.regex.Matcher;  
import java.util.regex.Pattern;  
  
/**  
 * User: Paco  
 * Date: 01-jun-2004  
 * Time: 16:05:51  
 */  
public class CSVColmex implements Visitor  
{  
    /**  
     *implementación de la interfaz Visitor. Este método sera llamado  
     *para cada una de las entradas de la tabla CSV, recibiendo como  
     *parametro un mapa con los valores de todas las columnas de la  
     *tabla  
     */  
    public void visit(Object o) throws Exception  
    {  
        // Los valores de esta entrada estan guardados como un Mapa,  
        // usando como claves los nombres de las columnas.  
        Map m = (Map) o;  
  
        // Con los valores de esta entrada, creamos una estructura LOM  
        Lom lom = colmex2Lom(m);  
  
        // Convertimos la estructura LOM en un documento XML  
        Document doc = lom.toDocument();  
  
        // Escribimos el XML en un archivo  
        File file = getFile(get(m, C), get(m, FOLIO));  
        DOMUtils.writeXML(file, doc);  
    }  
  
    // Nombres de las columnas en el archivo CSV  
    private static final String IDIOMA = "IDIOMA";  
    private static final String TITULO = "TITULO";  
    private static final String DESCRIPCION = "DESCRIPCION";  
    private static final String TEMA = "TEMA";
```

```

private static final String COBERTURA = "COBERTURA";
private static final String PALABRAS_CLAVE = "PALABRAS_CLAVE";
private static final String AUTOR = "AUTOR";
private static final String EDITOR = "EDITOR";
private static final String FECHA = "FECHA";
//private static final String COLABORADOR = "COLABORADOR";
private static final String FORMATO = "FORMATO";
private static final String URL = "URL";
private static final String DERECHOS = "DERECHOS";
private static final String TIPO = "TIPO";
private static final String FUENTE = "FUENTE";
private static final String AUDIENCIA = "AUDIENCIA";
private static final String FOLIO = "FOLIO";
private static final String RELACION = "RELACION";

// Valores de defecto a utilizar para determinados campos de la
// estructura LOM
private static final String DEF_INTERACTIVITYTYPE = "Expositive";
private static final String DEF_LEARNINGRESOURCETYPE = "Narrative
Text";
private static final String DEF_INTERACTIVITYLEVEL = "very low";
private static final String[] DEF_INTENDEDENDUSERROLE =
{"Learner", "Teacher", "Author"};
private static final String[] DEF_CONTEXT = {"Higher Education",
"University Postgrade", "Professional Formation", "Continuous
Formation"};
private static final String DEF_STRUCTURE = "Atomic";
private static final String DEF_VERSION = "1.0";
private static final String DEF_STATUS = "Final";
private static final String[] DEF_METADATACREATOR = {"UNAM",
"Portal Universia, S.A."};
private static final String DEF_LANGUAGE = "es_MX";
private static final String DEF_METADATASCHEME = "LOMv1.0";
private static final String DEF_REQUIREMENTTYPE = "Browser";
private static final String DEF_REQUIREMENTNAME = "Any";
private static final String DEF_ADOBEREADER = "Adobe® Reader®
(http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html)";

// Nombre de la columna que identifica el tipo de catalogo
private static final String C = "C";
// Posibles valores de la columna "C"
private static final String[] CATALOG_ID = {"F", "L", "E"};

// Valores de defecto para la estructura LOM que son dependientes
del tipo de catálogo
private static String[] DEF_CATALOG = {"Colecciones Mexicanas -
Archivo Franciscano", "Colecciones Mexicanas - Literatura Mexicana
del Siglo XIX", "Colecciones Mexicanas - Primeros Españoles en
México"};
private static final String[] DEF_AGGREGATIONLEVEL = {"3", "1",
"3"};
private static final String[] DEF_CONTENTPROVIDER = {"Biblioteca
Nacional de México", "DGSCA", "Espamexis"};
private static final String[] DEF_FORMAT = {"text/html",
"application/pdf", "text/html"};
private static final String[] DEF_URL = {
"http://lyncis.dgsca.unam.mx/franciscanos/cgi-bin/usuario/
imagen.cgi?campo=folio&numeroimg=0&valordebusqueda=",
null,
"http://lyncis.dgsca.unam.mx/espanoles/cgi-bin/usuario/
imagen.cgi?campo=id_documento&numeroimg=0&valordebusqueda="

```

```

};
private static final String[] DEF_RELACION = {"Manuscritos del
siglo XVI al XIX sobre los Franciscanos en México.", "Revistas
literarias que reflejan la sociedad mexicana del siglo XIX.",
"Documentos manuscritos de la comunidad de españoles en México en
el siglo XIX."};

// Patrones de expresiones regulares utilizados para extraer la
// información relevante de los valores de determinados campos.
private static final String PATTERN_ISPARTOF =
".*<isPartOf>(.)</isPartOf>.*";
private static final String PATTERN_DATECREATED =
".*<created>(.)</created>.*";
private static final String PATTERN_SIZE =
".*<extent>(.)</extent>.*";

/**
 * Método que se encarga de convertir los valores de una entrada
 * de la tabla a una estructura LOM, convirtiendo apropiadamente
 * los datos y añadiendo valores de defecto a otros campos de la
 * estructura.
 *
 * @param m Los valores de la entrada de la tabla como un mapa en
 * el que las claves son los nombres de las columnas
 * @return la estructura Lom creada
 */
private static Lom colmex2Lom(Map m)
{
    Lom lom = Lom.createLom();

    // Según el catálogo (valor de la columna C) obtenemos un
    // índice de array para acceder
    // a los valores de defecto de este catálogo
    int catId = -1;
    for (int i = 0; i < CATALOG_ID.length; i++)
    {
        String s = CATALOG_ID[i];
        if (s.equals(get(m, C)))
            catId = i;
    }
    assert catId != -1;

    // Los metadatos van en "es"
    Locale locale = new Locale("es");

    // La fecha de hoy
    String hoy = DateFormat.getDateInstance().format(new Date());

    // GENERAL
    General general = lom.getGeneral();
    CatalogEntry cat = general.addNewCatalogentry();
    cat.getCatalog().setText(DEF_CATALOG[catId]);
    cat.getEntry().add(get(m, FOLIO));
    general.getTitle().add(locale, get(m, TITULO));
    general.addNewDescription().add(locale, get(m, DESCRIPCION));
    if (get(m, PALABRAS_CLAVE) != null)
        addKeywords(general, get(m, PALABRAS_CLAVE), locale);
    if (!"E".equals(get(m, C))) // En el caso de ... el TEMA
        encaja mejor como Keywords que como descripción
        addKeywords(general, get(m, TEMA), locale);
    else

```

```

        general.addNewDescription().add(locale, get(m, TEMA));
        assert "SP-MX".equals(get(m, IDIOMA)) : IDIOMA + " no es 'SP-
        MX', sino " + get(m, IDIOMA);
        general.addNewLanguage().setText(DEF_LANGUAGE);
        general.addNewCoverage().add(locale, get(m, COBERTURA));
        general.getStructure().setVocabulary(DEF_STRUCTURE);

general.getAggregationlevel().setVocabulary(DEF_AGGREGATIONLEVEL[catId
]);
// LIFECYCLE
LifeCycle lifecycle = lom.getLifecycle();
lifecycle.getVersion().add(DEF_VERSION);
lifecycle.getStatus().setVocabulary(DEF_STATUS);

addContributor(lifecycle.addNewContribute(), "Author", "FN",
get(m, AUTOR), null);
String date = extract(PATTERN_DATECREATED, get(m, FECHA),
true);
addContributor(lifecycle.addNewContribute(), "Publisher",
"ORG", get(m, EDITOR), date);
addContributor(lifecycle.addNewContribute(), "Content
Provider", "ORG", DEF_CONTENTPROVIDER[catId], null);

// METAMETADATA
Metametadadata metametadadata = lom.getMetametadadata();
metametadadata.setLanguage(locale.getLanguage());
Contribute contribute = metametadadata.addNewContribute();
addContributors(contribute, "Creator", "ORG",
DEF_METADATACREATOR, hoy);

metametadadata.addNewMetadatascheme().setText(DEF_METADATAScheme);

// TECHNICAL
Technical technical = lom.getTechnical();
technical.addNewFormat().setText(DEF_FORMAT[catId]);
String size = extract(PATTERN_SIZE, get(m, FORMATO), false);
if (size != null)
    technical.getSize().setText(size);
Location loc = technical.addNewLocation();
if ("L".equals(get(m, C)))
    loc.setText(get(m, URL));
else
    loc.setText(DEF_URL[catId] + get(m, FOLIO));
loc.getType().setText(Location.TYPE_URI);
Requirement req = technical.addNewRequirement();
req.setType(DEF_REQUIREMENTTYPE);
req.setName(DEF_REQUIREMENTNAME);
if (DEF_FORMAT[catId].equals("application/pdf"))
    technical.getOtherplatformrequirements().add(locale,
DEF_ADOBEREADER);

// EDUCATIONAL
Educational educational = lom.getEducational();

educational.getInteractivitytype().setVocabulary(DEF_INTERACTIVITYTYPE
);
assert "Texto".equalsIgnoreCase(get(m, TIPO)) ||
"text".equalsIgnoreCase(get(m, TIPO)) ||
"Coleccion".equalsIgnoreCase(get(m, TIPO)): TIPO + " no es
'Texto' ni 'Coleccion'";

```

```

educational.addNewLearningresourcetype().setVocabulary(DEF_LEARNINGRESOURCETYPE);

educational.getInteractivitylevel().setVocabulary(DEF_INTERACTIVITYLEVEL);

    assert "Investigadores, docentes alumnos".equalsIgnoreCase
(get(m, AUDIENCIA) || "Investigadores, docentes y
estudiantes".equalsIgnoreCase(get(m, AUDIENCIA))
        : AUDIENCIA + " no es 'Investigadores, docentes y
        alumnos'";
for (int i = 0; i < DEF_INTENDEDEDUSERROLE.length; i++)
{
    String s = DEF_INTENDEDEDUSERROLE[i];
    educational.addNewIntendedenduserrole().setVocabulary(s);
}
for (int i = 0; i < DEF_CONTEXT.length; i++)
{
    String s = DEF_CONTEXT[i];
    educational.addNewContext().setVocabulary(s);
}

// RIGHTS
Rights rights = lom.getRights();
rights.getCost().setVocabulary("no");
rights.getCopyrightandotherrestrictions().setVocabulary("yes");
rights.getDescription().add(locale, get(m, DERECHOS));

// RELATION
Relation relation = lom.addNewRelation();
relation.getKind().setVocabulary("IsPartOf");
Resource resource = relation.getResource();
resource.getDescription().add(locale, DEF_RELACION[catId] +
("(" + extract(PATTERN_ISPARTOF, get(m, RELACION), true)
+ ")");

relation = lom.addNewRelation();
relation.getKind().setVocabulary("IsBasedOn");
resource = relation.getResource();
resource.getDescription().add(locale, get(m, FUENTE));

return lom;
}

private static String extract(String pattern, String texto,
boolean required)
{
    return extract(pattern, texto, 1, required);
}

private static String extract(String pattern, String texto, int
grupo, boolean required)
{
    Pattern p = Pattern.compile(pattern);
    Matcher matcher = p.matcher(texto);
    if (matcher.matches())
        return matcher.group(grupo).trim();
    else
    {
        if (required)
            assert false : "La expresión regular " + pattern + "

```

```

        no encaja con " + texto;
        return null;
    }
}

private static void addKeywords(General general, String s, Locale
locale)
{
    StringTokenizer st = new StringTokenizer(s, ",");
    while (st.hasMoreTokens())
    {
        String t = st.nextToken().trim();
        general.addNewKeyword().add(locale, t);
    }
}

private static void addContributor(Contribute contribute, String
role, String vcardKey, String entity, String date)
{
    addContributors(contribute,        role,        vcardKey,        new
String[]{entity}, date);
}

private static void addContributors(Contribute contribute, String
role, String vcardKey, String[] array, String date)
{
    contribute.getRole().setVocabulary(role);
    if (date != null)
        contribute.getDate().setDatetime(date);
    for (int i = 0; i < array.length; i++)
        contribute.addNewCentity().add(vcardKey, array[i]);
}

private static NumberFormat getNumberFormat(int numdigitos)
{
    NumberFormat nf = NumberFormat.getIntegerInstance();
    nf.setMinimumIntegerDigits(numdigitos);
    nf.setGroupingUsed(false);
    return nf;
}

private static File getFile(String prefijo, String folio)
{
    int NUMDIGITOS = 7;
    String SUFIJO = ".xml";

    String fdir = "C:/xp/WEBS/Rayuela/WEB-
INF/RAYUELAINDEX/colmex/";

    File dir = new File(fdir);
    dir.mkdirs();

    NumberFormat nf = getNumberFormat(NUMDIGITOS);
    return new File(dir, prefijo +
nf.format(Long.parseLong(folio)) + SUFIJO);
}

// Un sencillo método privado para evitar tener que hacer casting
// a String
// al obtener los valores del mapa
private static String get(Map m, String key)

```

```
{
    return (String) m.get(key);
}

public static void main(String[] args) throws Exception
{
    int from = 0;
    int to = 999999;

    // El primer parametro es el nombre del archivo CSV
    String archivoCSV = args[0];
    // Los restantes parámetros opcionales permiten procesar
    // solamente una parte del archivo
    if (args.length >= 2)
        from = Integer.parseInt(args[1]);
    if (args.length >= 3)
        to = Integer.parseInt(args[2]);

    // Esta clase, CSVColmex implementa la interfaz Visitor
    // necesaria para la función visitRecords
    CSVIndexer.visitRecords(archivoCSV, from, to, new
    CSVColmex());
}
}
```

Anexo E. Lista de acrónimos

ADL	Advanced Distributed Learning
AICC	Aviation Industry Computer-Based Training Comitee
API	Application Program Interface
ARIADNE	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe
BURA	Biblioteca Universa de Recursos de Aprendizaje
CAM	Content Aggregation Model
CAREO	Campus Alberta Repository of Educational Objects
CeLeBraTe	Context eLearning with Broadband Technologies
CLOE	Co-operative Learning Object Exchange
CM	Colecciones Mexicanas
CMS	Content Management Systems
DC	Dublin Core
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
DOI	Digital Object Identifier
GEM	Gateway to Educational Materials
HTML	HyperText Markup Language
IEEE	Institute of Electric
IMS	Instructional Management Systems (pero el consorcio pide que no se utilice más y que sólo se llame IMS).
IMS AFAM	IMS AccessForAll Meta-Data
IMS CP	IMS Content Packaging
IMS DRI	IMS Digital Repositories Interoperability
IMS ES	IMS Enterprise Services
IMS LIP	IMS Learner Information Package
IMS LRM	IMS Learning Resources Meta-Data
IMS QTI	IMS Question & Test Interoperability
IMS RDCEO	IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective
IMS RLI	IMS Resource List Interoperability
IMS SSP	IMS Shareable State Persistente
IMS VDE	IMS Vocabulary Definition Exchange
IO	Objeto(s) de Información
JPG	Joint Photographic expert Group

LCMS	Learning Content Management Systems
LMS	Learning Management Systems
LOM	Learning Object Metadata
LTSC	Learning Technology Standards Comitee
MARC	Machine Readable Cataloguing
MERLOT	Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching
NSDL	National Science Digital Library
OA	Objeto(s) de Aprendizaje
OAI	Open Archives Initiative
OKI	Open Knowledge Initiative
PDA	Personal Digital Assistant
PDF	Portable Document File
POOLS	Portals for Online Objects in Learning
PURL	Persistent Uniform Resource Locator
RDF	Resource Description Framework
ROA	Respositorios de Objetos de Aprendizaje
SCO	Sharable Content Object
SCORM	Shareable Content Object Reference Model
SMETE	Science, Mathematics, Engineering and Technology Education
SN	Sequencing and Navigation
SOAP	Simple Object Access Protocol
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web
XML	eXtended Markup Language

Referencias

- ADL.** (2002). Emerging and Enabling Technologies for the design of Learning Object Repositories Report. Advanced Distributed Learning Initiative. Recuperado el 15 de marzo de 2005, de <http://xml.coverpages.org/ADLRepositoryTIR.pdf>.
- ADL.** (2005). Sharable Content Object Reference Model. Recuperado el 10 de marzo de 2005, de <http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>.
- Aggarwal, A. K. & Bento, R.** (2000). Web-based education. En A. Aggarwal, (Ed.), *Web Based Learning and teaching technologies: opportunities and challenges* (pp. 198-215). Hershey/London: Idea Group.
- Ahmed, K., Ayers, D., Birbeck, M., Cousins, J., Dodds, D., Lubell, J., Nic, M., Rivers-Moore, D., Watt, A., Worden, R. & Wringhtson, A.** (2001). *Professional XML Meta Data*. Bimingham: UK Press.
- Avgeriou, P., Papasalourus, A., Retalis, S.** (2001). Web-Based Learning Environments: Issues, Trends, Challenges. En *Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe, Science and Technology Education*. (paralimmi, Cyprus, May 2001)
- Berlanga, A., & García, F.** (2005). Learning Technology Specifications: Semantic Objects for Adaptive Learning Environments. *Int. J. Learning Technology*, Vol. 1, No. 4, pp.458–472.
- Berners-Lee, T.** (2000). *Tejiendo la red: El inventor del World Wide Web nos descubre su origen*. Madrid: Siglo XXI.
- Berners-Lee, T., Hendeler, J., & Lassila, O.** (2001). The Semantic Web. *Scientific American*, 284 (5): 34-43. Consultado el 4 de marzo de 2005, en <http://www.scientificamerican.com/>.
- Boag, S., Chamberlin, D., Fernández, M. F., Florescu, D., Robie, J. & Siméon, J.** (2005). *XQuery 1.0: An XML Language*. W3C Working Draft. Recuperado el 20 de abril de 2005 de <http://www.w3.org/TR/xquery/>.
- Borgman, C. L.** (1999). What are Digital Libraries, Who is Building Them, and Why? En Aparac, T. (Ed.), *Digital libraries: Interdisciplinary concepts, challenges and opportunities* (pp. 29-42). Zagreb: Benja.
- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-MacQueen, C. M., Maler, E., & Yergeau, F. (Eds.).** (2004). *Extensible Markup Language (XML) 1.0*. 3a. edición. W3C. Consultado el 28 de marzo de 2005, en <http://www.w3.org/TR/REC-xml>.
- Brusilovsky, P.** (2001). *Adaptative Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 87-110.
- CANARIE.** (2001). *White Paper for a Learning Object Repository*. Recuperado el 5 de marzo de 2005, de http://oknl.edu.gov.on.ca/eng/pdf/1_3_13_1.pdf.
- Caplan, P.** (2003). *Metadata Fundamentals for All Librarians*. Chicago: American Library Association.

-
- Castells, M. (1996).** La era de la Información: Economía, Eociedad y Cultura. En *La sociedad red* (Vol. 1). Madrid: Alianza Editorial.
- CETIS. (2003).** *Why are Learning Standards so Important?* Recuperado el 3 de abril de 2005, de <http://www.cetis.ac.uk/static/why.html>.
- CETIS. (s.f.).** *Standards-Compliant Products Directory*. Recuperado el 5 de abril de 2005, de <http://www.cetis.ac.uk/directory>.
- Coad, P. & Jill, N. (1993).** *Object Oriented Programming*. New Jersey: Yourdon Press.
- Comezaña, O. & García, F. (2005).** *Plataformas para Educación Basada en Web: Herramientas, Procesos de Evaluación y Seguridad*. Informe Técnico DPTOIA-IT-2005-1. Salamanca: Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca.
- Dalziel, J. (2002).** *Reflections on the COLIS (Collaborative Online Learning and Information Systems) Demonstrator Project and the "Learning Object Lifecycle"*. Recuperado el 3 de marzo de 2005, de <http://www.melcoe.mq.edu.au/documents/ASCILITEDalziel.rev.doc>.
- Daniel, G. (2004).** *Learning Object Repositories. WWWtools for Education*. Recuperado el 10 de noviembre de 2004, de <http://magazines.fasfind.com/wwwtools/m/1030.cfm>.
- DCMI. (2004).** *Dublin core Metadata Element Set, Version 1.1.: Reference Description*. Recuperado el 10 de marzo de 2005, de <http://dublincore.org/documents/usageguide/elements.shtml>.
- DCMI. (2005).** *Dublin Core Metadata Terms*. Recuperado el 17 de marzo de 2005, de <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>.
- DLC Digital Library Comitté. (2003).** *Inventory of Metadata Standards and Practices*. Northwestern University Library. Recuperado el 18 de noviembre de 2004, de <http://staffweb.library.northwestern.edu/dl/metadata/standardsinventory/>.
- Downes S. (2002).** *Design and Reusability of Learning Objects in an Academic Context: A New Economy of Education?* National Research Council. Recuperado el 8 de agosto de 2004, de <http://www.downes.ca/files/milan.doc>.
- Downes, S. (2004).** *The Learning Marketplace. Meaning, Metadata and Content Syndication in the Learning Object Economy*. Moncton, New Brunswick: el autor. Recuperado el 19 de abril de 2005, de <http://www.downes.ca/files/book3.htm>.
- Duncan, C. (2003).** Granularization. En A. Littlejohn (Ed.), *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-learning* (pp 12-19). Open & Flexible Learning Series. London, Sterling: VA Taylor & Francis
- EduTools. (2005).** *Compare Management Systems*. Recuperado el 2 de marzo de 2005, de <http://www.edutools.info/course/compare/all.jsp>.
- Friesen, N. (2004)** CanCore: Semantic Interoperability for Learning Object Metadata. En D. Hillman & E. L. Westbrooks, *Metadata in Practice* (pp 104-116). Georgia: American Library Asociation.
-

-
- García, A. & Martín, A. V.** (2002). Caracterización Pedagógica de los Entornos Virtuales de Aprendizaje. *Teoría de la Educación*, Vol. 14, 67-92.
- García, F. J.** (2000). *Modelo de Reutilización Soportado por Estructuras Complejas de Reutilización Denominadas Mecanos*. Colecciones Vítor; 53. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- García, F. J.** (2004). Web Semántica y Ontologías. En J. F. García & M. Moreno (Eds.), *Tendencias en el Desarrollo de Aplicaciones Web* (pp. 1-23). Salamanca: Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca.
- González, M.** (2005). Cómo Desarrollar Contenidos para la Formación on Line Basados en Objetos de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, IV, Monográfico III. Recuperado el 4 de abril de 2005, de <http://www.um.es/ead/red/M3/>.
- Gruber, T. R.** (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Gudgin, M., Hadlye, M., Mendelsohn, N., Moreau, J. & Nielsen, H. F.** (2003). *SOAP Version 1.2. W3C Recommendation*. Recuperado el 24 de marzo de 2005 de <http://www.w3.org/TR/soap12-part1/#acks>.
- Hatala, M., Richards, G., Eap., T. & Willms, J.** (2004). Interoperability of Learning Object Repositories and Services: Standards, Implementations and Lessons Learned. *Proceedings of the 13th WWW Conference*. Recuperado el 22 de mayo de 2005, de <http://www.www2004.org/proceedings/docs/2p19.pdf>.
- Hillman, D.** (2003). *Using Dublin Core*. Recuperado el 10 de marzo de 2005 de <http://dublincore.org/documents/usageguide/>.
- IEEE.** (2001). *Learning Object Metadata Working Group*. Recuperado el 14 de diciembre de 2004, de <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>.
- IEEE.** (2002). *1484.12.1 Standard for Learning Object Metadata*. ANSI/IEEE.
- IMS.** (2004). *IMS Specifications*. Recuperado el 8 de marzo de 2005, de <http://www.imsglobal.org/specifications.cfm>.
- ISO.** (1997). *ISO 690-2:1997 Information and Documentation. Bibliographic References. Part 2: Electronic Documents or Parts thereof*. International Organization for Standardization.
- Jackl, A.** (2004a). *IMS Resource List Interoperability Conformance Requirements*. Recuperado el 15 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/rli/rliv1p0/imsrli_infov1p0.html.
- Jackl, A.** (2004b). *IMS Resource List Interoperability Information Model*. Recuperado el 15 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/rli/rliv1p0/imsrli_infov1p0.html.
- JORUM+ Project.** (2004). *The JISC Online Repository for [learning and teaching] Materials*. Recuperado el 5 de marzo de 2005, de http://www.jorum.ac.uk/docs/Vol1_Fin.pdf.
- Kraan, W.** (2003). *Te one Standard, LOM and the Semantic Web*. CETIS. Recuperado el 8 de julio de 2005, de <http://www.cetis.ac.uk/content/20030127164729/printArticle>.
-

-
- Kaplan-Leiserson, E.** (s/f). *Glosary*. American Society of Training and Development. Recuperado el 20 de marzo de 2005, de <http://www.learningcircuits.org/glossary.html>.
- Kokkekink, S. & Schwanzl, R.** (2002). *Expressing Qualified Dublin Core in RDF/XML*. Dublin Core Metadata Initiative. Recuperado el 3 de septiembre de 2004, de <http://dublincore.org/documents/dcq-rdf-xml/>.
- Leiner, B. M.** (1998). *The Scope of the Digital Library*. DLib Working Group on Digital Library Metrics. Recuperado el 30 de agosto de 2004, de <http://www.dlib.org/metrics/public/papers/dig-lib-scope.html/>.
- Leslie, S., Landond, B., Lamb, B. & Poulin., R.** (2004). *Learning Object Repository Software*. EduTools. Recuperado el 21 de abril de 2005, de <http://www.edutools.info/lor/>.
- López, C.** (2000) *Modelo para el Desarrollo de Bibliotecas Digitales Especializadas*. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico Autónomo de México. Recuperado el 16 de febrero de 2005, de http://www.bibliodgsca.unam.mx/tesis/tes7cllg/sec_10.htm.
- López, C.** (2004) *Reflexiones sobre los Estándares en e-Learning*. eCampus UNIACC. Recuperado el 10 de mayo de 2005, de http://www.ecampus.cl/Textos/tecnologia/clara_lopez/clara.htm.
- López, C. & García, F. J.** (2005). Ontologies Applied to Learning Objects Repositories for Educational Environments in the Semantic Web. *Proceedings of the Third International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education*. m-ICTE 2005. In press
- López C., García, F. J. & Pernías, P.** (2005). Desarrollo de Repositorios de Objetos de Aprendizaje a través de la Reutilización de los Metadatos de una Colección Digital: de Dublin Core a IMS. *RED Revista de Educación a Distancia*, año IV, monográfico II. <http://www.um.es/ead/red/M2/>.
- Lowerison G., Gallant, G. & Boyd, G.** (2003). Learning Objects in Distance Education: Addressing issues of Quality, Learner Control and Accessibility. *Proceedings of the 2003 CADE-ACED Conference*. Recuperado el 25 de agosto de 2004, de http://www.cade-aced2003.ca/conference_proceedings/Gallant.pdf.
- Marcelo, C., Puente, D., Ballesteros, M. A. & Palazón, A.** (2002). *e-Learning, Teleformación, Diseño, Desarrollo y Evaluación de la Formación a través de Internet*. Barcelona: Gestión 2000.
- Martínez, M. & Olan, M.** (2005). *Manual de Catalogación en Formato MARC*. Arco/Libros: Madrid.
- Masie Center Learning Consortium.** (2003). *Making Sense of Learning Specifications & Standards: A Decision Maker's Guide to ther Adoption*. (2ª Ed). Recuperado el 12 de marzo de 2004, de <http://www.masie.com/masie/default.cfm?page=standards>.
- Mason R., Weller, M., & Pegler, C.** (2003). *Learning in the Connected Economy*. Londres:
-

Open University.

- Massart, D. & Dung, L. T.** (2004). Federated Search of Learning Object Repositories: The CeLeBraTe Approach. *International Conference RIVF'04* (pp. 143-146).
- Mckell, M., & Thropp., S.** (2001). IMS Learning Resource Meta-data Information Model. Recuperado el 10 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd_infov1p2p1.html.
- McLean, N. & Lynch, C.** (2003). *Interoperability between Information and Learning Environments: Bringing the Gaps*. Recuperado el 25 de abril de 2005, de http://www.imsglobal.org/DLims_white_paper_publicdraft_1.pdf.
- Mena, M.** (2004). América Latina en la Búsqueda de Nuevos Modelos de Educación a Distancia. En M. Mena (compiladora), *La Educación a Distancia en América Latina* (pp 15-36). Buenos Aires: ICDE-UNESCO.
- Mohan, P. & Brooks, C.** (2003). Learning Objects on the Semantic Web. *Proceedings of 2003 International Conference on Advanced Learning Technologies*. Atenas, Grecia. Recuperado el 14 de diciembre de 2004, de http://www.cs.usask.ca/~cab938/icalt2003_mohan_brooks.pdf.
- Morales, E. M.** (2004) *Estándares Educativos para la Gestión del Conocimiento en e-Learning*. Trabajo de Grado, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- Morales, E. & Garcia F.** (2005). Quality Content Management for e-Learning: General Sigues for a Decisión Support System. *7th International Conference on Enterprise Information Systems*. In Press
- Morales, E., García, F. J., Rego, H., Moreira, T. & Barbosa, H.** (2005). Knowledge Management for e-learning based on Learning Objects: A Qualitative Focus. *Proceedings of the ITHET 6th Annual International Conference*. IEEE CS Press. In Press.
- NISO.** (2002). *Z39.50 Resource Page*. National Information Standards Organization. Recuperado el 15 de mayo de 2005 de <http://www.niso.org/z39.50/z3950.html>.
- NISO.** (2005). *ANSI/NISO Z39.88-2004: The OpenURL Framework for Context-Sensitive Services*. U.S., Maryland: NISO Press.
- OKNL** (2001). *White paper for Learning Object Respository*. Recuperado el 21 de mayo de 2005, de http://oknl.edu.gov.on.ca/eng/pdf/1_3_13_1.pdf.
- Ortega, M.** (2004). Sistemas de E-Learning y Colaboración: Guías para el desarrollo de Sistemas Colaborativos en Web. En F. J. García & M. N. Moreno (Eds.), *Tendencias en el Desarrollo de Aplicaciones Web*. Salamanca: Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca.
- Peña, R., Baeza-Yates, R. & Rodríguez, J. V.** (2002). *Gestión Digital de la Información, de Bits a Bibliotecas Digitales y la Web*. Madrid: RA-MA.

-
- Porter D., Curry J, Muirhead B. & Galan, N.** (2002). *A Report on Learning Object Repositories*. CANARIE Inc. Recuperado el 5 de marzo de 2005, de <http://www.canarie.ca/funding/elearning/lor.pdf>.
- Powell, A., Nilsson, M., Naeve, A & Johnston, P.** (2005). *DCMI Abstract Model*. Recuperado el 5 de abril de 2005, de <http://www.dublincore.org/documents/abstract-model/>
- Pujol, D.** (2005). *Contenidos Digitales y Formación on-Line*. eLearning Workshops. Recuperado el 23 de abril de 2005, de http://www.elearningworkshops.com/modules.php?name=News&new_topic=8.
- RAE: Real Academia Española** (2003). *Diccionario de la Lengua Española*. (22th ed.). Madrid: Espasa Calpe S.A.
- Ragget, D., Le Hors, A. Jacobs & Jacobs, I.** (1999). *HTML 4.01 Specification*. W3C Recommendation. Recuperado el 30 de mayo de 2005, de <http://www.w3.org/TR/html4/>
- Rego, H. M. G., Moreira, T. H. R. S. L. & Peñalvo, F. J. G.** (2005). Reusable Learning Objects as Key Factor on AHKME Elearning Platform. En V. Uskov (Ed.), *Proceedings of the Fourth IASTED International Conference on Web-Based Education, WBE 2005* (pp 183-188). Acta Press.
- Rehak, D. & Mason, R.** (2003). Keeping the Learning in Learning Objects. En A. Littlejohn (Ed), *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-learning* (pp 20-34). London: Sterling, VA Taylor & Francis.
- Reigeluth, M. C.** (2000). *Diseño de la Instrucción: Teorías y Modelos: un Nuevo Paradigma de la Teoría de la Instrucción*. Madrid: Santillana (ed. original 1983).
- Rengarajan, R.** (2001). *LCMS and LMS: Taking Advantage of Tight Integration*. Click 2 Learn. Recuperado el 6 de marzo de 2005, de http://www.e-learn.cz/soubory/lcms_and_lms.pdf.
- Riley, K. & Mckell, M.** (2003a). *IMS Digital Repositories Interoperability-Core Functions Best Practice Guide*. Recuperado el 3 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/driv1p0/imsdri_bestv1p0.html.
- Riley, K. & Mckell, M.** (2003b). *IMS Digital Repositories Interoperability-Core Functions Information Model*. Recuperado el 3 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/driv1p0/imsdri_infov1p0.html.
- Romero, L. M. & Rubio M. J.** (2004). Lineamientos generales para la educación a distancia. En Mena, M. (compiladora) *La Educación a Distancia en América Latina* (pp 175-215). Buenos Aires: ICDE-UNESCO.
- Rosenberg, M. J.** (2001). *E-Learning Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. Columbus, HO: McGraw-Hill.
- Ruiz, R. & Pinto, M.** (1990). *Directrices Fundamentales para la Normalización de Revistas Científicas*. Universidad de Granada, UNESCO.
-

-
- Senlle, A., Stroll, G. A.** (1994). *Calidad Total y Normalización*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- Sicilia, M. A. & García, E.** (2003). On the integration of IEEE-LOM metadata instantes and ontologies. *Learning Technology*, vol 5. no. 1.
- Sieber, V., & Andrew, D.** (2003). Learning technologies and learning theories. En C. Ghaoui (Ed.), *Usability Evaluation of Online Learning Programs*. Hershey: Idea Group Inc.
- Singh, H. & Reed, C.** (2002). *Demystifying e-learning standards*. Industrial and Commercial Training, Vol. 34, No. 2, 62-65.
- Smythe C. & Jackl, A.** (2004a). *IMS Content Packaging Best Practice and Implementation Guide*. Recuperado el 25 de enero de 2005, de http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_bestv1p1p4.html.
- Smythe C. & Jackl, A.** (2004b). *IMS Content Packaging Information Model*. Recuperado el 25 de enero de 2005, de http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_infov1p1p4.html.
- Sun Microsystems.** (2005). *The Java Tutorial*. Recuperado el 5 de mayo de 2005, de <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/index.html>.
- Tennant, R.** (2002). *XML in libraries*. Neal-Schuman Publishers, Inc.
- Thorne, K.** (2003). *Blended Learning: How to Integrate Online & Traditional Learning*. London: VA Kogan.
- Thropp, S.** (2004a). *Sharable Content Object Reference Model 2004: Overview*. 2a. edición. Documentation Suite. Recuperado el 10 de marzo de 2005 de <http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>.
- Thropp, S.** (2004b). *SCORM Content Aggregation Model Versión 1.3.1*. Documentation Suite. Recuperado el 10 de marzo, de 2005 de <http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>.
- Thropp, S.** (2004c). *SCORM Run Time Environment Versión 1.3.1*. Documentation Suite. Recuperado el 10 de marzo, de 2005 de <http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>.
- Thropp, S.** (2004d). *SCORM Sequencing and Navigation*. Documentation Suite. Recuperado el 10 de marzo, de 2005 de <http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>.
- Thropp, S. & Mckell, M.** (2001a). *IMS Learning Resource Meta-data Best Practice and Implementation Guide*. Recuperado el 10 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd_besty1p2p1.html.
- Thropp, S. & Mckell, M.** (2001b). *IMS Learning Resource Meta-data XML Binding Specificacion*. Recuperado el 10 de febrero de 2005, de http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd_bindv1p2p1.html
- Toshniwal, R. & Agrawal, D. P.** (2004). Tracing the Roots of Markup Languages. *Communications of the ACM*. Vol 47, No. 5, 95-98.

-
- Tramullas, J.** (2002). Propuestas de concepto y definición de la biblioteca digital. *Actas de las III Jornadas de bibliotecas digitales JBIDI*, (pp. 11-20).
- Vassileva J.** (1997) Dynamic Courseware Generation on the WWW. *Proceedings of the Intelligent Educational Systems on the World Wide Web*. Workshop at AIED'97, Kobe. Japan.
- Wiley, D. A.** (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. En D.A. Wiley (Ed.) *The Instructional Use of Learning Objects*. Recuperado el 14 de diciembre de 2004, de <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.
- Witten, I. H. & Bainbridge, D.** (2003). *How to build a digital library*. San Francisco: Morgan Kaufmann.