

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”

**Propuesta de una Interfaz Interoperable para una Red
Nacional Distribuida de Repositorios de Objetos de
Aprendizaje**

Ing. Javier Alexander Albornoz Rondón

Barquisimeto, 2010

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**Propuesta de una Interfaz Interoperable para una Red
Nacional Distribuida de Repositorios de Objetos de
Aprendizaje**

Trabajo presentado para optar al grado de Magíster Scientiarum
en Ciencias de la Computación

Por Ing. Javier Alexander Albornoz Rondón

Barquisimeto, 2010

**Propuesta de una Interfaz Interoperable para una Red
Nacional Distribuida de Repositorios de Objetos de
Aprendizaje**

Por Ing. Javier Alexander Albornoz Rondón

Trabajo de Grado Aprobado

Dr. Arsenio Pérez
Tutor

(Jurado 2)

(Jurado 3)

Barquisimeto, ____ de _____ de 2.010

Dedicatoria

A mis hijos y sobrinos.

*Que este trabajo sirva como ejemplo de que con esfuerzo
y dedicación se pueden alcanzar las metas propuestas.
Espero que me sigan en el camino.*

Agradecimiento

- A Dios Todopoderoso, por permitirme estar aquí para concluir finalmente esta empresa.
- A mi tutor y amigo, Dr. Arsenio Pérez, por iniciarme en el área de Educación a Distancia y confiar firmemente en mis capacidades y habilidades para realizar la investigación.
- A Johanna Bermúdez, por haber tomado el trabajo como suyo y haberme impulsado, apoyado y ayudado a escribir este documento.
- A Vanessa Godoy, por haberme acompañado en los momentos más difíciles durante la escolaridad de la maestría.
- A mi amigo y colega José Rojas, por haber compartido las alegrías y decepciones que se presentaron durante la investigación.
- A Edgar González, José Gregorio Sánchez, Maritza Bracho y Edison Sira, colegas de la Coordinación de Laboratorios, quienes siempre estuvieron pendiente de que concluyera mi trabajo.
- A Francisco Reaño, quien desinteresadamente me brindó su ayuda y colaboración al suministrar información y sugerir líneas en la investigación.

INDICE

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
INDICE.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE GRÁFICAS.....	xii
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA.....	17
Planteamiento del problema.....	17
Objetivos.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	21
Justificación e Importancia.....	21
Alcances y limitaciones.....	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
Antecedentes de la Investigación.....	25
Bases Teóricas.....	28
Educación a Distancia.....	28
eLearning.....	30
Plataforma de eLearning.....	30
Estándares de eLearning.....	32
Organizaciones de Estandarización en eLearning.....	33

Objeto de Aprendizaje.....	35
Usos de los OA.....	38
Beneficios del Modelo de los OA.....	40
Metadatos.....	41
Representación de los OA.....	45
Empaquetado y organización de recursos educativos.....	45
SCORM.....	48
Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA).....	50
Clasificación de los Repositorios de OA.....	52
Iniciativas para la Creación de Repositorios Digitales de Contenidos.....	54
ROA a nivel mundial.....	56
Lenguajes Estándares para Consultas en Sistemas Distribuidos.....	61
SQL.....	61
OAI-PMH.....	62
Redes P2P.....	63
Filosofía de las redes P2P.....	66
Aplicaciones de las redes P2P.....	66
Gnutella.....	67
Bases Legales.....	68
Operacionalización de las Variables.....	72
CAPÍTULO III.....	73
MARCO METODOLÓGICO.....	73
Tipo de Investigación.....	73
Fases del Estudio.....	74
Fase 1: Diagnóstico.....	74
Población y Muestra.....	75
Procedimiento.....	76
Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	76

Técnicas de Análisis de los Datos.....	78
Resultados.....	79
Conclusiones del Diagnóstico.....	91
Recomendaciones.....	93
Fase 2: Estudio de Factibilidad.....	94
CAPÍTULO IV.....	97
PROPUESTA DEL ESTUDIO.....	97
Justificación.....	97
Objetivos.....	99
General.....	99
Específicos.....	99
Descripción de la Propuesta.....	99
Introducción.....	99
Especificación de Requisitos Generales.....	100
Actores	102
Casos de Uso.....	103
Modelo del Dominio del Problema.....	112
Diagramas de Interacción.....	114
Campos Educativos Seleccionados.....	116
Propuesta de la Arquitectura de la Interfaz Interoperable.....	123
Capa 1: Datos y Sistemas Existentes.....	129
Capa 2: Capa de Interoperabilidad.....	132
Capa 3: Servicios de Aplicación y Servicios Comunes.....	136
Capa 4: Acceso y Presentación.....	138
CAPÍTULO V.....	142
Conclusiones.....	142
Recomendaciones.....	145
Aspectos Generales.....	145

Aspectos Técnicos.....	146
Líneas de Investigación Propuestas.....	146
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	148
ANEXOS.....	154
Anexo A.....	155
Anexo B.....	156
Anexo C.....	161
Anexo D.....	165

INDICE DE CUADROS

Tabla 1: Número de repositorios y número de registros en repositorios por país.....	56
Tabla 2: Operacionalización de Variables.....	72
Tabla 3: Especificación de Requisitos Generales.....	101
Tabla 4: Plantilla para la Definición de los Casos de Uso.....	103

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Plan de Formación Docente en EaD.	80
Gráfica 2: Cantidad de Cursos en Línea Publicados.....	81
Gráfica 3: Origen de los Recursos Tecnológicos disponibles para EaD.....	82
Gráfica 4: Distribución Física de la Plataforma Tecnológica.....	83
Gráfica 5: Plataforma para la Gestión de Aprendizajes.....	84
Gráfica 6: Acceso a Internet para EaD.....	85
Gráfica 7: Producción de OA.....	86
Gráfica 8: Estándares para la producción de OA.....	87
Gráfica 9: Intercambio de OA.....	88
Gráfica 10: Políticas de Compartimiento de OA.....	89
Gráfica 11: Software para la gestión del Repositorio de OA.....	90
Gráfica 12: Protocolos para el intercambio de OA.....	91

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Modelo de Plataforma de eLearning.....	31
Figura 2: Tipos de ROA por la distribución de los OA.....	53
Figura 3: Tipos de ROA por la distribución de los metadatos.....	53
Figura 4: Distribución de proveedores de datos por país.....	57
Figura 5: Arquitectura SQL.....	61
Figura 6: Diagrama de Clases de SQL.....	62
Figura 7: Diagrama de Casos de Uso Generales.....	110
Figura 8: Caso de Uso: Búsqueda de Contenido.....	111
Figura 9: Caso de Uso: Publicación de Contenido.....	112
Figura 10: Modelo del Dominio: Diagrama de Clases.....	114
Figura 11: Diagrama de Secuencia: Buscar Contenidos.....	115
Figura 12: Diagrama de Secuencia: Publicar Contenidos.....	116
Figura 13: Modelo de IMS para el Acceso a Repositorios.....	124
Figura 14: Arquitectura General de la interfaz interoperable.....	125
Figura 15: Arquitectura detalla del diseño de la Interfaz Interoperable.....	128

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”

DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Propuesta de una Interfaz Interoperable para una Red Nacional Distribuida de Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Autor: Ing. Javier Alexander Albornoz Rondón

Tutor: Dr. Arsenio Antornio Pérez Pérez

RESUMEN

Esta investigación propuso diseñar una Interfaz Interoperable de Recursos de Aprendizajes Abiertos para una Red Institucional Distribuida de Repositorios de Objetos de Aprendizaje. Para ello se plantearon como objetivos específicos: a) Diagnosticar las características de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje existentes a nivel nacional, b) Determinar la factibilidad para el diseño, y c) Diseñar la interfaz interoperable de recursos de aprendizaje abiertos siguiendo los protocolos y estándares planteados. La investigación determinó las condiciones de factibilidad bajo las cuales es exitosa la implantación de una interfaz interoperable con la que se pueda crear una red nacional distribuida de objetos de aprendizaje, justificando la necesidad de intercambio de recursos de aprendizaje entre las diferentes instituciones de educación que existen en el país. Para tales efectos se consideró como variable el diseño de la interfaz interoperable, siendo un elemento para crear la red nacional distribuida de tales repositorios utilizando tecnologías P2P para sistemas distribuidos. La investigación está diseñada bajo la modalidad de proyecto factible, por lo que se realizó un análisis del estado de los repositorios, producción de objetos de aprendizaje y políticas de intercambio en las instituciones de educación superior nacionales, con el que se evidenció la necesidad de la creación de la interfaz interoperable propuesta. Por último se realizó el diseño de la arquitectura para una aplicación siguiendo las líneas de Ingeniería del Software y tomando en cuenta los elementos requeridos para establecer los mecanismos de intercambio en redes autogestionadas.

Palabras Clave: Repositorios, e-Learning, Objetos de Aprendizaje, P2P

INTRODUCCIÓN

Bautista y otros (2006) señalan que hoy en día el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) “ha facilitado el crecimiento en forma acelerada de casi todas las áreas del conocimiento”, ocasionando transformaciones en todos los ámbitos de la sociedad.

En el actual contexto de la Sociedad de la Información, según Graells (2008), se exige el reconocimiento del derecho de acceder a este nuevo escenario y la vida cotidiana se vuelve cada día más compleja tecnológicamente. Muchos de los aspectos de la sociedad, de acuerdo a las ideas de Haddad y Draxler (2002), tienden a volverse dependientes del conocimiento, en general, y del tecnológico, en particular, lo que origina que los sistemas educativos cuenten con acceso a las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Al mismo tiempo, de que se doten de nuevas herramientas de trabajo y modernización, con importantes beneficios en el nuevo contexto.

En este sentido, la incorporación de nuevas herramientas en este campo ha permitido la creación de Objetos de Aprendizaje (OA) que facilitan su reutilización en cursos en línea. El crecimiento de la producción de estos objetos trajo como consecuencia el diseño y la implementación de repositorios que almacenan y organizan esa diversidad de objetos.

Partiendo de esa premisa, se puede pensar en una alternativa que permita compartir la producción de material didáctico de cada institución de educación superior con sus pares, con el objetivo de crecer aceleradamente en la producción de cursos en línea. Esta idea fué considerada por el autor de esta investigación para realizar el planteamiento del problema que se describe en el Capítulo I, llamado El

Problema. En ese mismo apartado se detallan los objetivos, la justificación e importancia, los alcances y limitaciones, que enmarcan este trabajo.

Se realizó un proceso de documentación que permitió estudiar los avales y soportes teóricos e investigaciones anteriores, para determinar el estado del arte y crear un marco de referencia que fue útil para elaborar el diseño. Esta información se expone en el Capítulo II, con el nombre de Marco Teórico.

El Capítulo III, llamado Marco Metodológico, describe las consideraciones metodológicas del proceso de investigación. Dadas las condiciones del estudio, se presentan tres fases que describen el método científico que se utilizó, incluyendo la aplicación de instrumentos de recolección de datos y el análisis de la información recopilada, el estudio de factibilidad de la alternativa de solución y el diseño de la propuesta.

El modelo arquitectural para resolver el diseño, justificado en los capítulos anteriores, se realiza siguiendo las líneas que proponen las metodologías de Ingeniería de Software. Tal diseño está descrito con detenimiento en el Capítulo IV, también llamado Propuesta del Estudio. En este capítulo se delinear los elementos y componentes que se deben tener en cuenta para la implantación de una red distribuida de Repositorios de OA que resuelve el problema planteado en el primer capítulo.

Para finalizar, el Capítulo V muestra las conclusiones de la investigación, haciendo un cierre con recomendaciones razonables, dejando ideas abiertas y nuevos horizontes para trabajos futuros.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

Actualmente vivimos en una era donde la información y el conocimiento implican el desarrollo de una sociedad globalizada, rompiendo fronteras y límites geográficos, tal como lo señaló Pozo (2002): “nunca ha habido una época en la que hubiera tantas personas aprendiendo tantas cosas distintas a la vez, y también tantas personas dedicadas a hacer que otras personas aprendan. Estamos en la sociedad del aprendizaje”.

En el ámbito educativo, las instituciones con el estallido de la virtualización y la incorporación de las *TICs*¹ han cambiado el acceso al conocimiento, los procesos y estrategias de aprendizaje, incorporando a su sistema la creación de cursos en línea y en consecuencia la producción de material didáctico digitalizado. Tal y como afirmó Crovi (2006): “las instituciones educativas están siendo removidas desde su propio centro, ya que la nueva forma de enseñar exige cambios administrativos, docentes, económicos, de infraestructura”.

Las bibliotecas han asumido este reto, integrando en su organización el concepto de bibliotecas digitales. Para Berumen y Arriaza (2008) estas bibliotecas gestionan sus procesos mediante sistemas integrados bibliotecarios que incluyen

1 *TICs* son las siglas de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

módulos adaptados a los diferentes procesos, adquisición, catalogación, tratamiento de publicaciones periódicas y de recursos electrónicos, almacenamiento de datos referenciales unidos al documento electrónico o digital original, permitiéndoles disponer de una cantidad de documentación electrónica importante y la posibilidad de dar acceso web no sólo a sus colecciones tradicionales, sino también a información remota, intangible y multimedia mediante enlaces desde la información referencial.

Esto ha conllevado a convertir la búsqueda de material educativo en una actividad común para cualquier persona que este involucrada en el área educativa. Los profesores, por ejemplo, buscan material externo para enriquecer sus cursos y así facilitar el proceso de enseñanza, mientras que los alumnos complementan los conocimientos obtenidos en clase buscando contenidos durante sus tareas o investigaciones. Tal y como lo comentó Martignago (2002) “la habilidad de los enseñantes, la responsabilidad creativa de los alumnos y los recursos de conocimiento distribuidos en red son las claves para la revolución didáctica”.

Para Otón y Otros (2007), buscar en Internet a través de la Web puede resultar en una gran cantidad de material útil para el proceso de enseñanza-aprendizaje, aunque muchos de los recursos más valiosos son difíciles de encontrar porque se encuentran escondidos dentro de sistemas cerrados como Sistemas de Gestión de Contenidos (*CMS*²) y de Aprendizaje (*LMS*³), herramientas de colaboración o bases de datos de contenidos digitales. Entre los sistemas difíciles de acceder en toda su funcionalidad desde la Web están los repositorios de materiales, diseñados específicamente con objetivos educativos y organizados como unidades relativamente independientes, llamados Objetos de Aprendizaje (OA).

El modelo de OA para la organización de contenidos educativos, según Soto y

2 *CMS* son las siglas en inglés de *Course Management System*

3 *LMS (Learning Management System)* o *CMS (Course Management System)*, siglas en inglés que representan una Herramienta de Gestión de Cursos en Línea.

Otros (2006), “consiste en descomponer los contenidos en pequeñas cápsulas independientes, u Objetos de Aprendizaje, que sirvan como unidades elementales para la construcción por composición de contenidos más grandes y complejos”.

Gómez (2008) dice que en la web existen infinidad de repositorios cuyos modelos de objetos cumple con las mencionadas características y que en América Latina, la asimilación y el desarrollo de estas tecnologías ha sido incipiente y aislado. Otón (2006) afirmó que muchas instituciones cuentan con OA, pero una gran parte de estos no van de acuerdo con estándares internacionales, no cuentan con metadatos y no son almacenados de manera adecuada para su reutilización. Los Sistemas de Administración del Aprendizaje (LMS) no son vistos y no funcionan como repositorios de material educativo que puede ser compartido y explotado por la sociedad latinoamericana.

Al respecto, Bartolomé y Otros (2005) plantearon que faltan por abordar otros elementos complementarios tales como la visualización y uso de los objetos recuperados, la publicación de los metadatos para que otros repositorios o buscadores puedan indexar los objetos almacenados en los repositorios, la socialización de los contenidos o la gestión de los derechos de autor.

Para Aguirre y Otros (2004) las diferencias entre los modelos de datos, proporcionados por los sistemas de eLearning y los estándares educativos plantean la necesidad de buscar alternativas que involucren no sólo el aspecto de sintaxis sino también de semántica (significado) para conciliarlos con el fin de permitir su interoperabilidad.

El Autor de esta investigación considera que estos repositorios no proveen, en general, una masa crítica de OA que los vuelva atractivos y motive la producción de más objetos. Además, no contienen mecanismos que faciliten su integración para

desarrollar al máximo la interoperatividad entre repositorios, permitiendo que los OA que gestionan sean reutilizables, accesibles y adaptables.

En este sentido, se propuso diseñar una Interfaz Interoperable para una Red Nacional Distribuida de OA que aglutine, intercomunique y proporcione acceso a repositorios institucionales existentes en la red, a través de estándares internacionales.

Para aclarar la situación real de la problemática planteada, surgió la necesidad de formular las siguientes interrogantes, a las que se les da respuesta en el presente trabajo de investigación:

- ¿Qué características, protocolos, estándares y plataforma tienen los Repositorios de OA que hay en las Instituciones de Educación Superior en Venezuela?
- ¿Cuál es la factibilidad del Diseño de la Interfaz Interoperable para la Red de Repositorios de OA?
- ¿Cómo se pueden adaptar los repositorios existentes a las especificaciones y estándares de una Interfaz Interoperable de OA?

Para responder a estas interrogantes se plantearon los objetivos que se detallan en el siguiente apartado.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una Interfaz Interoperable para una Red Nacional Distribuida de

Repositorios de OA.

Objetivos Específicos

- (a) Identificar las características, protocolos y estándares de los Repositorios de OA (ROA) existentes en las instituciones de educación superior a nivel nacional.
- (b) Determinar la factibilidad del diseño de la interfaz interoperable considerando los factores sociales, económicos, legales, operativos e institucionales.
- (c) Diseñar la Interfaz Interoperable de ROA empleando protocolos y estándares internacionales.

Justificación e Importancia

Los OA son la pieza clave en la construcción del material docente de forma que los contenidos educativos se fragmentan en unidades modulares independientes que pueden ser reutilizados en distintos entornos y en diferentes aplicaciones.

De acuerdo a las ideas de Soto y Otros (2006), el empleo de OA permite reutilizar los contenidos creados de una determinada experiencia educativa en contextos de aprendizaje diferentes. El proceso de construcción y distribución a los usuarios del material docente implica por tanto la creación, descubrimiento y agregación de unidades de aprendizaje simples en recursos educativos más complejos.

Gómez (2008), definió un repositorio o almacén digital de recursos educativos

como una colección de recursos (objetos o unidades de aprendizaje) que son accesibles a través de una red de comunicaciones. De acuerdo a lo que sugiere IMS (2003), no se necesita un conocimiento previo de la estructura de la colección, la cual puede contener los propios recursos o únicamente los metadatos que los describen, junto con una referencia para su localización. Por lo tanto, el objetivo de un repositorio es facilitar la reutilización de recursos educativos, facilitando el acceso a los recursos almacenados en el mismo. Los servicios que un repositorio de este tipo debe ofrecer al exterior, están relacionados con la búsqueda de OA a partir de metadatos, con el acceso a los OA localizados, o con el almacenamiento de OA en el repositorio.

De acuerdo a Invenia (2009), se sabe que Internet y las crecientes facilidades para presentar material en formato digital han ampliado a este ámbito la clientela potencial de los contenidos digitales. De esta manera la información almacenada en repositorios dispersos puede ser universalmente empleada para propósitos distintos de aquellos que originalmente propiciaron su creación. Además, la posibilidad de acceder a múltiples repositorios permite la creación de nuevos servicios que satisfagan en mayor medida las necesidades de los usuarios.

En este sentido, si los productores de contenidos pudieran disponer de grandes colecciones de recursos, accesibles desde repositorios compartidos por las comunidades institucionales de la nación, se podría aumentar considerablemente la difusión de sus trabajos y reducir el tiempo empleado para construir nuevos contenidos y cursos en línea (Albornoz, 2008). En consecuencia, se crearía un patrimonio con un gran volumen de recursos de aprendizaje que beneficie tanto a los encargados y responsables de preparar los cursos, como a toda la comunidad universitaria nacional. Este acervo de contenidos digitales pondría a nuestro país en un lugar importante, no solo a nivel latinoamericano, sino mundial, respecto a la producción académica y de investigación.

Esta interfaz tomará la forma de un bien público, accesible a cualquier profesor o estudiante que tenga acceso a Internet, brindándole la posibilidad de acceder a una gran cantidad de OA, diseñados con diferentes propósitos educativos, diseños pedagógicos y contenidos mediáticos e informativos, para que luego puedan escoger los que mejor se adapten a las necesidades específicas, proporcionando así una educación personalizada y facilitando el proceso de aprendizaje. Para las instituciones que deseen utilizar los objetos dentro de sus propios sistemas de manera transparente, el único requerimiento será que compartan la producción interna con la Red Distribuida de OA a través de la interfaz interoperable, objeto de esta investigación.

Por otra parte, según Dorrego (2008), en el Plan de Desarrollo de la Nación está contemplado el desarrollo de la educación sustentado por las tecnologías, argumento que potencia la virtualización de los procesos, con miras a la inclusión social y la democratización. En este escenario es más que propicio el diseño, la construcción e implantación de herramientas colaborativas que permitan compartir los recursos de aprendizaje abiertos, que faciliten un crecimiento acelerado de la producción de cursos en línea y se consolide como un acervo documental que redunde en beneficios para los docentes y estudiantes.

Además, es bien conocido para la comunidad universitaria nacional, que desde el año 2002, REACCIUN realizó una instalación sistemática y progresiva de la red de alta velocidad que utiliza Internet 2 para interconectar a las instituciones de educación superior con fines académicos, que podría ser utilizada como principal elemento para establecer canales de comunicación entre los repositorios de cada institución, asegurando excelentes tiempos de respuesta para la transmisión entre nodos y con ello, mejorar sustancialmente la búsqueda y obtención de los OA de otros repositorios externos a través de Internet.

Respecto a los Materiales Didácticos, una vez desarrollada la interfaz

interoperable que propone esta investigación, se potenciará la reutilización, se ampliará la oferta para profesores, productores de cursos y estudiantes y se facilitará el acceso a diversidad de recursos de aprendizaje. Con respecto a los cursos en línea, se reducirá el tiempo de producción y elaboración y permitirá un crecimiento coherente y estandarizado. Por último, respecto al propio repositorio distribuido, se creará una masa crítica de material didáctico para conformar el acervo nacional, se promoverá el intercambio colaborativo entre las Instituciones Nacionales de Educación Superior, se potenciará el uso de la red académica nacional y se promoverá el uso de las TICs aplicadas a la educación.

Alcances y limitaciones

En este trabajo se considera sólo el diseño de una Interfaz Interoperable para una red nacional distribuida de OA en las Instituciones de Educación Superior venezolanas, debido a que el acceso a repositorios extranjeros se encuentran restringido o protegido por disposiciones legales, por lo que sería necesario estudiar modelos de licenciamiento para definir las políticas de compartimiento. Una vez definidas estas políticas puede llegar a ser aplicada a nivel internacional donde se encuentren alojados OA, incluyendo cualquier institución, organismo o empresa que tenga un repositorio y esté dispuesta a instalar una instancia de la interfaz.

Sin embargo, la implantación de la red distribuida que propone este investigación está sujeta al establecimiento de un marco legal que delimite las políticas de licenciamiento para la producción de material didáctico y el intercambio de los mismos entre las instituciones de educación superior.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

En relación a la investigación que se desarrolló, se encontraron trabajos donde se observan serios intentos por resolver el problema de crear sistemas que integren las aplicaciones, recursos, guías y trabajos provenientes de procesos de enseñanza y aprendizaje en línea, en las que los contenidos puedan ser reutilizados y compartidos, entre personas o entre Repositorios Federados⁴.

A nivel internacional, Aguirre y Otros (2004) plantearon en su trabajo de Mediadores e Interoperabilidad en eLearning, el diseño de un caso práctico: Edutella, donde consideró la aplicación de los estándares, las tecnologías de Web semántico, los mediadores educativos y los *wrappers* como factores claves en la integración e interoperabilidad de recursos educativos en eLearning dentro del proyecto “Elena” de la Universidad Politécnica de Madrid. Recomendó la infraestructura de red *Peer to Peer* (P2P) para repositorios educativos, ya que permite conectar pares educativos heterogéneos con diferentes tipos de repositorios, lenguajes de consulta y esquemas de metadatos y la tecnología JXTA⁵ usando el estándar RDF⁶ para proporcionar un

4 De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española, *federar* significa “unir por alianza, liga o pacto entre varios”.

5 *JXTA* siglas en inglés de *Juxtapose*. Corresponde con una implementación hecha en Java que crea una API con las funcionalidades necesarias para interconectar nodos en redes P2P.

6 *RDF* son las siglas en inglés de *Resource Description Framework*.

soporte en los metadatos flexible y abierto para la interconexión con otros sistemas similares. Sin embargo, las herramientas utilizadas para la creación de este proyecto no están siendo mantenidas por la comunidad, por lo que tiene escaso soporte y bajo mantenimiento y, además, las tecnologías utilizadas están siendo reemplazadas.

El trabajo presentado por Sánchez y Otros (2004) sobre el Diseño e Implantación de una Interfaz Interoperable para un Patrimonio de Recursos Educativos Basado en una Red de Acervos Abiertos y Distribuidos de OA, se fundamentó en un modelo de e-educación, e-campus, el cual se basó en la construcción de un patrimonio de recursos educativos de uso común. Dichos recursos están compartidos y organizados en repositorios abiertos y distribuidos de OA, a través de una red de instituciones y comunidades educativas que generan dichos objetos de uso común. Para encontrar OA con alguna característica especial se realizan búsquedas basadas en una sintaxis especial en el lenguaje de consulta XQuery sobre los elementos más relevantes o los principales campos de los metadatos asociados a este. Construyeron la interfaz integrando Repositorios de OA Distribuidos en diferentes fuentes y, toda la arquitectura la desarrollaron con base en estándares y especificaciones reconocidas como LOM⁷, IMC, SCORM⁸, tomando recomendaciones de W3C⁹ para el trabajo con SOAP¹⁰ y WSDL¹¹. Este diseño, por estar basado en Servicios Web, hace a la plataforma dependiente de la disponibilidad de los nodos para la búsqueda, por lo que con una solución basada en redes autogestionadas se puede mejorar sustancialmente. Por otra parte, el propio usuario debe decidir los nodos que va a consultar, mientras que los algoritmos de búsqueda de las redes P2P no se necesita tener conocimiento de los elementos que la componen.

7 *LOM* son siglas en inglés de *Learning Object Metadata*.

8 *SCORM* son siglas en inglés de *Sharable Content Object Reference Model*.

9 *W3C* son siglas en inglés de *World Wide Web Consortium*.

10 *SOAP* son siglas en inglés de *Simple Object Access Protocol*.

11 *WSDL* son siglas en inglés de *Web Services Description Language*.

Bartolomé y otros (2005) en su trabajo de Investigación sobre el Desarrollo de una Red de Repositorios Distribuidos de OA describe una aplicación que implementa una Red de Repositorios Distribuidos de OA para búsquedas de OA a través de nodos. La arquitectura de la aplicación responde a una red federada de nodos interconectados entre sí y controlados cada uno de ellos por un administrador. Cada nodo de la red está constituido por un Gestor de OA, un buscador por taxonomía y por contenidos, un administrador, un espacio de usuarios para almacenar y visualizar los OA descargados. Para realizar la interconexión de los nodos de la red crearon un servicio web, que realiza la búsqueda de OA en los repositorios de todos los nodos que forman la red de la universidad. Dicho servicio web lo realizaron mediante la herramienta de libre distribución AXIS, complemento de la aplicación *Apache Tomcat*. Con esta aplicación se persigue proporcionarle a un usuario que necesite un OA conectarse a otros nodos independientes del nodo al que pertenece, realizar la búsqueda en dicho nodo y, en caso de que lo necesite, visualizar o traerse dicho objeto a su espacio y si lo desea, publicarlo en su propio nodo.

Otón y Otros (2007) realizaron la Propuesta de un Arquitectura de Software Basada en Servicios para la Implementación de Repositorios de OA Distribuidos, con el propósito de localizar OA e integrarlos en un sistema de teleformación o eLearning. Para ello, definió un marco funcional y arquitectónico para la adaptación de un sistema basado en SOA, que le permitió crear una arquitectura orientada a servicios multicapa, empleando servicios Web e implementando sistemas de publicación y búsqueda, que logren el acceso universal a objetos y unidades de aprendizaje, almacenados en diferentes repositorios federados, a través de directorios de servicios de búsqueda publicados en registros.

Particularmente en Venezuela, Moreno (2008) propuso un Diseño de Ingeniería del Software para el Desarrollo de OA basados en SCORM para la Asignatura Programación I de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, justificando la

necesidad de construir OA basados en un estándar que pudieran ser reutilizados. Este trabajo concluyó que la construcción de material didáctico utilizando estándares puede ser reutilizado y que mientras esa producción se incrementa paulatinamente será necesaria la creación de repositorios institucionales para albergar tales objetos.

Bases Teóricas

Educación a Distancia

Según Dávila (2009), la educación a distancia resulta un campo apropiado para comprender los desafíos actuales de las entidades educativas frente a la sociedad de la información y el conocimiento, así como ante las tecnologías y nuevos escenarios que reclama la sociedad actual.

En los últimos años ha sido numerosa la literatura generada en torno al tema de educación a distancia (EaD). Para clarificar este concepto, se exponen las definiciones que reconocidos autores han propuesto. García (2001) afirmó que:

La educación a distancia es un sistema tecnológico de comunicación masiva y bidireccional que sustituye la interacción personal en el aula del profesor y alumno, como medio preferente de enseñanza, por la acción sistemática y conjunta de diversos recursos didácticos y el apoyo de una organización tutorial, que proporcionan el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Para él, la flexibilidad en cuanto al manejo del tiempo por parte del estudiante, la ausencia del requisito de asistencia periódica a clase, la posibilidad de seguir los estudios desde cualquier parte a donde el alumno se vea obligado a trasladarse, en definitiva, el alto grado de autonomía de que el educando goza en el sistema, constituye a la educación a distancia en una opción apropiada para este tiempo, ya que permite compatibilizar las exigencias de capacitación con las limitaciones

geográficas que impone la vida contemporánea. Según Schlosser y Simonson (2002), la Educación a Distancia es “una modalidad de educación formal con base institucional, donde el grupo de aprendizaje está separado, y en la cual se usan sistemas de telecomunicación interactivos para conectar a los aprendices, recursos y profesores”.

Dávila (2009), citó en su libro a García (1986), quien define la Educación a Distancia como:

Una estrategia educativa basada en la aplicación de la tecnología al aprendizaje sin limitación del lugar, tiempo, ocupación o edad de los estudiantes. Implica nuevos roles para los alumnos y para los profesores, nuevas aptitudes y nuevos enfoques metodológicos.

Ante este panorama, para el autor de esta investigación la Educación a Distancia es un medio que posibilita la interacción entre los estudiantes y facilitadores en una forma colaborativa, permitiendo la construcción de aprendizajes significativos, la elaboración de proyectos de innovación, promoción y desarrollo, así como su aplicación en diversos contextos educativos, haciendo uso de Tecnologías de Información,

Para Garduño (2005), la aplicación de Tecnologías de Información en la Educación a Distancia complicó aún más la situación conceptual de la misma; de ahí que en los últimos años se ha intentado generar conceptos que expliquen de manera apropiada el uso de las tecnologías recientes en esta modalidad. Hoy existe una amplia gama de conceptos orientados a explicar y fundamentar las características relacionados con la separación de los sujetos del acto educativo, la producción de OA, materiales didácticos, almacenamiento en repositorios, los procesos de la comunicación, aspectos relacionados con la educación a distancia, con la educación virtual (eLearning) y con diversas formas de aprendizaje.

eLearning

Morrison (2004) definió el concepto “eLearning” como el “aprendizaje que utiliza herramientas relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones (Internet, Intranets, redes inalámbricas, ordenadores personales, ordenadores de mano o televisión interactiva)”. También puede utilizar la tecnología como simple soporte de una enseñanza similar a la tradicional, por ejemplo: utilizando pizarras electrónicas o videoconferencia. Es por tanto un nuevo tipo de aprendizaje que requiere de una plataforma de gestión y distribución de contenidos didácticos.

Según Souto (2006), eLearning es:

Una enseñanza a distancia caracterizada por una separación física entre profesorado y alumnado, sin excluir encuentros físicos puntuales, entre los que predomina una comunicación de doble vía asincrónica donde se usa preferiblemente Internet como medio de comunicación y de distribución del conocimiento, de tal manera que el alumno es el centro de una formación independiente y flexible, al tener que gestionar su propio aprendizaje, generalmente con ayuda de tutores expertos.

Poco a poco se ha hecho evidente la necesidad de estructurar y definir los cursos distribuidos sobre una plataforma de eLearning, un tema, un ejercicio o un grupo de prácticas pueden ser recursos utilizados dentro de varios cursos.

Plataforma de eLearning

De acuerdo a Souto (2006), uno de los avances más importantes en el desarrollo de eLearning es la aparición de su plataforma, que provee de diversos recursos para la interacción, actividades de aprendizaje (ver Figura 1), presentación de contenidos y gestión de alumnos.

Para Bernárdez (2007) la plataforma de eLearning está compuesta por:

- Un área de instrucción e interacción con los alumnos (*ILS*¹²), que incluye diversas herramientas para el aprendizaje asíncrono y sincrónico, tales como: email, chat, aula virtual, foros de discusión, áreas de presentación, acceso a contenidos y ejercicios.
- Un área de gestión de contenidos (*LCMS*¹³), que almacena y conecta contenidos en módulos reutilizables.
- Un área de gestión de alumnos (*LMS*), que lleva registro de la situación de cada estudiantes en términos de aprendizaje, participación y revista.

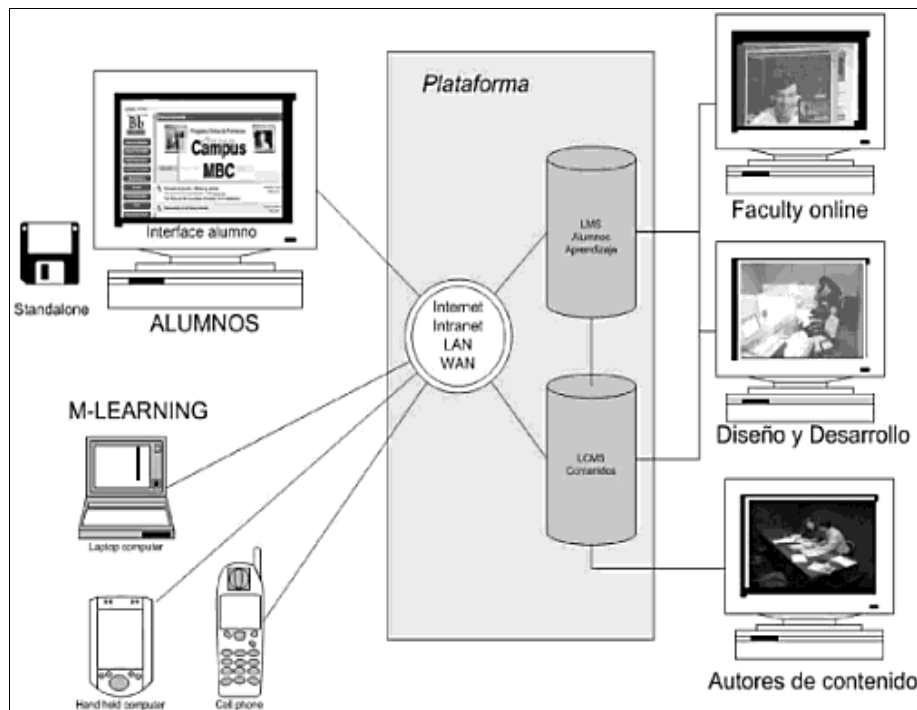


Figura 1: Modelo de Plataforma de eLearning
Fuente: Bernárdez (2007)

12 *ILS* son las siglas en inglés de *Integrated Learning System*

13 *LCMS* son las siglas en inglés de *Learning Course Management System*

Estándares de eLearning

Gómez (2008), aseguró que el mayor problema que aborda la industria del eLearning en la actualidad es la ausencia de metodologías técnicas, documentales y psicopedagógicas comunes y aceptadas, que garanticen los objetivos de accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad y reutilización de los materiales curriculares encontrados en las redes.

Según Bernárdez (2007) un estándar eLearning, es un conjunto de reglas en común para las compañías dedicadas a la tecnología eLearning. Estas reglas además de especificar la forma para construir cursos en línea y las plataformas sobre las cuales son impartidos estos cursos para que puedan interactuar unas con otras, proveen modelos comunes de información para cursos eLearning y plataformas *LMS*, permitiendo a los sistemas y a los cursos compartir datos o comunicarse con otros.

Para Otón y Otros (2007), estas reglas, además, definen un modelo de empaquetado estándar para los contenidos. Los contenidos pueden ser empaquetados como OA, de tal forma que permita a los productores crear contenidos que puedan ser fácilmente reutilizados e integrados en distintos cursos.

Rehak (2003) expuso las principales razones que impulsan la creación de estándares en el área de eLearning:

- Protección de la inversión ante quiebra de proveedores.
- Portabilidad de contenidos de cursos entre diferentes tecnologías de adiestramiento y/o plataformas eLearning.
- Integración de iniciativas eLearning con sistemas de Recursos Humanos Corporativos, Sistemas de Control o Administración de gestión académica.

- Integración de plataformas eLearning en la infraestructura tecnológica existente.

Los objetivos que persiguen cumplir los estándares de eLearning según Morrison (2004) son:

- Durabilidad: Que la tecnología desarrollada con el estándar evite la obsolescencia de los cursos.
- Interoperación: Que se pueda intercambiar información a través de una amplia variedad de LMS o LCMS.
- Accesibilidad: Que se permita un seguimiento del comportamiento de los alumnos.
- Reutilización: Que los distintos cursos y OA puedan ser reutilizados con diferentes herramientas y en distintas plataformas.
- Adaptabilidad: Los estándares se refieren al hecho de poder facilitar la adaptación o personalización del entorno de aprendizaje.
- Productividad: Si los proveedores de tecnología eLearning desarrollan sus productos siguiendo estándares comúnmente aceptados, la efectividad de eLearning se incrementa significativamente y, el tiempo y costos se reducen.

Organizaciones de Estandarización en eLearning

La implantación y difusión de estándares ha sido el medio de generalización de las aplicaciones en Internet y de la extensión de la propia red, apoyados por diferentes organismos que, desde hace años establecieron sus propias especificaciones.

Actualmente se está produciendo una convergencia hacia estándares comunes e intercambiables que soportan la definición de recomendaciones y nuevos estándares para campos de actividad específicos como el eLearning (Souto, 2006).

Para Otón y Otros (2007), los organismos de estandarización sobre eLearning más importantes son:

- AICC (Aviation Industry Computer Based Training Committee).
- IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) con el grupo de trabajo LTSC (Learning Technology Standards Committee).
- IMS (Instructional Management System) Global Learning Consortium.
- ADL (Advanced Distributed Learning).
- ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe).
- ISO (International Standards Organization), con el subcomité SC36 denominado “Information Technology for Learning, Education and Training”.

Estos cubren el espectro de necesidades de definición en el entorno del eLearning: estructura de cursos, contenidos reutilizables, metadatos, arquitecturas de plataformas e intercambio de datos.

Aguirre y Otros (2004), plantearon otras iniciativas que no están específicamente orientadas al ámbito eLearning pero que aportan opciones y bases para la interoperabilidad de los ROA y de los sistemas eLearning son:

- (a) **OAI**¹⁴. Promueve estándares para la Interoperabilidad en la disseminación de contenidos a través de la recuperación automática de metadatos para crear colecciones.
- (b) **NSDL**¹⁵. 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.
- (c) **OKI**¹⁶. 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.

Todos estos estándares, especificaciones y modelos de referencia son accesibles de manera pública y sientan las bases necesarias para la construcción de repositorios de cualquier tamaño y diseñados bajo cualquier tecnología.

Objeto de Aprendizaje

IEEE-LTSC (2002), definió OA como: “Cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada para el aprendizaje, la educación o la enseñanza”. Esta definición, deliberadamente genérica, presenta un concepto de OA débil desde el punto de vista teórico según Boyle y Cook (2001).

Diversos autores como Sosteric y Otros (2001), Wiley (2002) y Polsani (2003) señalaron la necesidad de establecer una definición sin ambigüedades que resulte realmente útil a efectos prácticos. A este respecto, consideraron las definiciones existentes en la bibliografía y presentaron su propia definición de cara a posibilitar la

14 *OAI* siglas en inglés de *Open Archives Initiative*.

15 *NSDL* siglas en inglés de *National Science Digital Library*.

16 *OKI* siglas en inglés de *Open Knowledge Initiative*.

identificación, desarrollo y análisis de los OA. Polsani (2003), definió objeto de aprendizaje como: “Unidad didáctica independiente y autocontenida predispuesta para su reutilización en diversos contextos educativos”.

Para Wiley (2002) el “Objeto de aprendizaje es cualquier recurso digital que pueda reutilizarse en apoyo al aprendizaje”.

Otros autores han desechado las definiciones teóricas y han definido el concepto de OA mediante la enumeración de un conjunto de características que dichos elementos deben reunir, idealmente, para ser considerados como tales. A este respecto, Bartolomé y otros (2005) enumeraron los atributos de un OA reutilizable:

- (a) Es modular, autocontenido y puede utilizarse en diferentes aplicaciones y entornos.
- (b) No es secuencial.
- (c) Satisface un único objetivo didáctico.
- (d) Está orientado a un público amplio (es decir, puede adaptarse a destinatarios distintos a los originales).
- (e) Es coherente y unitario dentro de un esquema predeterminado, de manera que mediante un número limitado de meta-etiquetas se pueda capturar la idea principal.
- (f) No está en ningún formato específico, por lo que puede reutilizarse para diferentes propósitos sin que se alteren sus valores esenciales, ni el contenido de su texto, imágenes o datos.

Esta clasificación de atributos es compartida por otros autores como Friesen o Polsani, que únicamente difieren en la denominación de los atributos: “accesibilidad, modularidad e interoperabilidad” Friessen (2004)). Por su parte, Rehak (2003) añadió un atributo más, la perdurabilidad, que definieron como la “inmunidad” ante los cambios en el software y hardware que los utilizan.

Según Sánchez y Otros (2004) los OA son una: “Unidad didáctica, independiente, autocontenida y perdurable, predispuesta para su reutilización en diversos contextos educativos mediante la inclusión de información autodescriptiva en forma de metadatos en formato digital estandarizados específicamente orientados a la automatización de procesos de gestión”.

Roig (2005) señaló que los OA son como un subconjunto importante de la web semántica que se pueden reutilizar en diferentes contextos para lograr el objetivo de aprendizaje particular. Para este autor, los OA tienen como características:

- (a) Reusabilidad o reutilización: pueden utilizarse las veces que se requiera, en múltiples contextos y de manera simultánea.
- (b) Granularidad, referido al tamaño de los OA. En este sentido, se habla de elementos nucleares (una imagen, por ejemplo), contenidos únicos (un concepto, por ejemplo), contenidos multinivel (un problema).
- (c) Interoperabilidad: flexibilidad para ser utilizados con herramientas o plataformas diferentes.
- (d) Durabilidad: resistencia a los cambios, sin necesidad de rediseñar.
- (e) Formato: texto, vídeo, simulaciones.
- (f) Accesibilidad: acceso desde cualquier lugar y por cualquier persona.

- (g) Personalización: el ensamblaje se enfoca según un modelo de competencias personales más que de curso.

Usos de los OA

Se pueden hacer múltiples clasificaciones para comprender los usos posibles que puedan darse a un OA. A continuación se expone un breve análisis de clasificación descrito por Bernárdez (2007):

- (a) Atendiendo al usuario de los OA: según esta clasificación, un OA lo puede utilizar un profesor o un alumno. El profesor puede utilizarlo en diferentes escenarios dentro de una clase como herramienta de enseñanza, para componer nuevos materiales didácticos, o como elemento de comparación y validación de otros contenidos. El alumno en cambio es el receptor del contenido, así como la parte activa del proceso de aprendizaje recogido en el diseño interno del mismo. El éxito completo recogido por distintos enfoques de diseño pedagógico e instructivo recalca en la consecución de los objetivos propuestos en el OA.
- (b) Atendiendo a la herramienta en que se utilizan los OA: en LMS o en repositorios tenemos:
 1. Sistemas de gestión del aprendizaje (LMS): este tipo de sistemas proporcionan un entorno de ejecución para los OA, de tal forma que el seguimiento del aprendizaje es monitoreado por un “motor software interno” capaz de ejecutar y entender los estándares de secuenciado y navegación para la consecución de objetivos. La mayoría de estos sistemas también proporcionan un entorno colaborativo para el trabajo en grupo, así como herramientas para la comunicación: foros, chats u otros medios.

Algunos permiten además la creación de OA, como Moodle, incluyendo capacidades de reutilización de objetos con el apoyo de diversos mecanismos de conexión entre diferentes repositorios.

2. Repositorios de OA (ROA): son los almacenes de los OA. Permiten albergar diferentes objetos y habilitan los mecanismos de acceso remoto para la reutilización de los mismos. Gracias a este tipo de almacenes es posible fomentar la reutilización de los contenidos didácticos, de tal forma que el proceso de generación de nuevos contenidos pueda apoyarse en los ya existentes. Incluso en algunos casos será posible la autogeneración de un curso en función del perfil del usuario.
- (c) Atendiendo a las modalidades de enseñanza: los OA se pueden usar en la enseñanza presencial, semi-presencial (*blended learning*) o en la enseñanza a distancia con el apoyo de TIC (eLearning) completamente online.
- (d) Atendiendo a la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada: dependiendo de si el profesor utiliza una metodología de enseñanza conductista, cognitivista o socio-constructivista, utilizará diferentes OA con distintas funcionalidades. Desde este punto de vista, el desarrollo de un objeto de aprendizaje normalmente se basa en una metodología de enseñanza-aprendizaje específica. Esto es, actualmente cada profesor desarrolla un OA acorde a las necesidades de sus alumnos y a su metodología de enseñanza.
- (e) Atendiendo al tipo de actividades que se pueden desarrollar en un proceso formativo: los OA se pueden utilizar en actividades de auto-formación si el alumno no desea ningún tipo de seguimiento por parte de un tutor, en actividades de auto-aprendizaje si el alumno configura lo que desea aprender, en actividades adaptables si se configuran y secuencian los contenidos en

función de las capacidades de un alumno o en actividades colaborativas si se desea que un tutor guíe y evalúe el avance del alumno.

Beneficios del Modelo de los OA

La fragmentación de los recursos educativos en OA es un importante avance con respecto al concepto previo de enseñanza basada en cursos. El nuevo enfoque aporta, según Lonw mire (2000), beneficios innegables como la flexibilidad, la facilidad para realizar actualizaciones, búsquedas y gestión de los contenidos, la personalización, la interoperabilidad, la facilidad para dirigir el aprendizaje a unos objetivos concretos y el incremento en el valor de los contenidos desarrollados según su modelo.

Para Duval (2004), la sola definición del concepto de OA no es suficiente para alcanzar todos estos beneficios. Resultan necesarias una bases mínimas de interoperabilidad y compatibilidad que permitan que componentes desarrollados por distintas entidades puedan intercambiar información y ser utilizados conjuntamente sin necesidad de introducir modificaciones. En este sentido, los estándares técnicos en el ámbito del eLearning persiguen la interoperabilidad y compatibilidad entre componente, y aseguran la reusabilidad de los OA. En particular, Boyle y Cook (2001) opinaron que la interoperabilidad es una pre-condición para reusabilidad, pues supone un lenguaje común que permite la comunicación de sistemas distintos.

La existencia de estándares que definan particularidades como la estructura y contenido de los metadatos, la forma de empaquetar los OA o el secuenciado de los contenidos resulta esencial para el desarrollo con éxito de los sistemas de eLearning.

La estandarización fomenta la comunicación y el intercambio, lo que permite que las organizaciones que generan contenidos obtengan rendimientos adicionales

sobre sus inversiones. Finalmente, potencia el desarrollo de herramientas para la creación y gestión de contenidos estandarizados.

Metadatos

Los metadatos, para Carrillo (2008), son la información acerca de la información. En otras palabras, es la etiqueta donde se encuentran las características generales del OA que facilita su búsqueda en un repositorio de OA y su uso en una plataforma de aprendizaje virtual. Formalmente, se definen como datos relativos a ciertas propiedades asociadas a una entidad que permiten dotar a la misma de la capacidad de crear información superior a la que podrá generar por sí sola.

Según Bernárdez (2007), los metadatos caracterizan a los datos y a las aplicaciones, describiendo el contenido; los principales usos son catalogar, organizar, mantener los datos e intercambiarlos.

En el ámbito de los OA, para Sicilia y Otros (2009) “el uso de metadatos es universalmente aceptado como medio para aumentar su calidad y reusabilidad”, ya que una correcta anotación de metadatos permite conocer los contenidos y objetivos didácticos de cada objeto a priori y facilita tanto el almacenamiento de los mismos en repositorios, como los procesos de búsqueda, selección y recuperación. Aunque existe consenso acerca de la necesidad de utilizar un registro de metadatos que describa el contenido de los OA, en la literatura se pueden encontrar dos posturas divididas sobre la forma de asociación entre ambos:

- (a) Un primer grupo de autores como Lonwmire (2000) y Smythe (2003) postularon que el OA final se compone en realidad de dos partes: el contenido real del objeto (texto, imágenes, video, etc.) y un registro de metadatos que describe dicho contenido. Para la mayoría de autores, el registro de metadatos

resulta esencial cuando se trata de reutilizar el objeto, y por tanto debe almacenarse “empaquetado” junto con el contenido formando una unidad dispuesta para ser archivada en un repositorio y posteriormente reutilizada.

- (b) Otros autores, como Robson (2002) y Mckell y Thropp (2001), propusieron que aunque los metadatos puedan ser asociados al contenido, no tienen por qué necesariamente ir asociados con ellos ni almacenarse conjuntamente. Este modelo se caracteriza por la separación de funciones entre los creadores del contenido y las personas que crean los metadatos, existiendo una relación de relativa independencia entre ambos similar a la separación entre el registro de un catálogo en una biblioteca y el libro al que hace referencia. Un estudio comparativo de los más importantes repositorios en línea llevado a cabo por Duval y Otros (2002), demuestra que “la mayoría de ellos proporcionan miles de referencias sobre elementos didácticos pero no se almacenan los OA en sí”. Estos repositorios, entre los que destaca: MERLOT, sólo guardan información de metadatos sobre los OA y un enlace que permite acceder a los mismos. Los contenidos finales se encuentran distribuidos por todo Internet.

Según Duval y Otros (2002), el estudio y definición de los metadatos para los OA es uno de los principales campos de investigación dentro del eLearning. Todos los esfuerzos importantes derivan del conjunto de elementos de metadatos de Dublin Core Metadata Initiative, organización dedicada a “promover la adopción generalizada de estándares de metadatos interoperables y el desarrollo de vocabularios especializados de metadatos para describir recursos con el objetivo de facilitar la creación de sistemas inteligentes de búsqueda de información”. Para Sicilia y Otros (2009), el conjunto de elementos de metadatos de Dublin Core constituye un medio para la descripción de recursos de información, entendidos como cualquier cosa que tenga identidad, y es por tanto la especificación más amplia de metadatos.

Los metadatos pueden ser útiles según Ianelle y Waugh (2008) para:

- (a) Resumir el significado de los datos
- (b) Permitir a los usuarios búsquedas de datos
- (c) Permitir a los usuarios determinar si los datos son lo que necesitan
- (d) Dar información que afecta la utilización de los datos (condiciones jurídicas, el tamaño, la edad, y así sucesivamente)
- (e) Indicar las relaciones con otros recursos.

En el caso particular de los OA, los metadatos resultan especialmente importantes de cara a la búsqueda y reutilización de los recursos. Por ello,

Para lograr esto, se han propuesto y puesto en operación varios estándares, especificaciones y modelos de referencia de corte internacional. Según Otón y otros (2007) destacan: el caso de LOM, estándar de IEEE para describir el contenido y forma de los metadatos que se debe agregar a un OA para facilitar su indexado y búsqueda. SCORM es un modelo de referencia de ADL para el empaquetado de varios OA, la definición de su secuencia y la intercomunicación entre objetos y sistemas. SQI¹⁷ es un estándar que permite la comunicación sincrónica y asíncrona de búsquedas y resultados entre repositorios. OAI-PMH¹⁸ es otro estándar que permite la captura de los metadatos presentes en varios repositorios para evitar la federación de búsquedas cuando ésta no es deseable.

17 *SQI* son las siglas en inglés de *Simple Query Interface*.

18 *OAI-PMH* siglas en inglés de *Open Archive Initiative - Protocol for Metadata Harvesting*.

IEEE ha desarrollado LOM, una especificación estándar de metadatos para OA basada en Dublin Core y llevada a cabo con el esfuerzo conjunto de destacadas organizaciones como IMS, ARIADNE o AICC. LOM según IEEE-LTSC (2002):

“determina un esquema de datos conceptual que define la estructura de una instancia de metadatos para un objeto de aprendizaje. Dicha instancia describe características del objeto agrupadas en categoría general, ciclo de vida, meta-metadatos, educativas, técnicas, derechos, relación, anotación y clasificación. Su propósito es facilitar la búsqueda, evaluación, adquisición y uso de OA por parte de los alumnos, instructores o sistemas automatizados, así como el intercambio de los mismos y su uso compartido, permitiendo el desarrollo de catálogos e inventarios”

No obstante, en general LOM no es utilizado directamente como esquema final, sino como referencia fundamental para esfuerzos de estandarización a nivel local o regional basados en LOM tales como CanCore, FAILTE, The Learning Federation Metadata Application Profile, o UK LOM Core. Para Ianelle y Waugh (2008) estos esfuerzos se constituyen generalmente en perfiles de aplicación, dirigidas a una comunidad particular de implementadores con requisitos de aplicación comunes. Un perfil de aplicación lo definieron Duval y Otros (2002) como: “un compendio de elementos de metadatos seleccionados a partir de uno o más esquemas existentes para formar un nuevo esquema combinado” .

Este punto de vista también fue compartido por Sicilia y Otros (2009), debido a que este constituye un nuevo conjunto de metadatos cuyo propósito es cubrir los requisitos funcionales de una aplicación concreta o de una comunidad de práctica y proporcionar directrices a los implantadores de metadatos, manteniendo la capacidad de interoperación con aplicaciones que trabajan con recursos definidos según los esquemas originales.

Representación de los OA

Empaquetado y organización de recursos educativos

Para Bernárdez (2007), un factor clave en el proceso de intercambio de agregaciones de recursos educativos entre diferentes sistemas es la preservación de las relaciones existentes entre las distintas unidades que componen la agregación. Así, es indispensable la definición de modelos de datos que permitan la representación de la estructura de las agregaciones de recursos educativos, con el fin de facilitar el intercambio de cursos completos o partes de los mismos. La recomendación más destacada en este campo es la propuesta por el consorcio IMS: la especificación IMS Content Packaging, cuyo elemento clave es el paquete.

Según López y García (2008), un paquete representa una agregación de recursos educativos que es tratado como una entidad única. Esta agregación puede incluir un curso independiente, una o varias partes de un curso, o incluso una colección de cursos. Además del consorcio IMS, otras instituciones han estado trabajando en este campo. Por ejemplo, la primera tarea de la iniciativa ADL en este área fue la adaptación del formato para la definición de estructuras de cursos desarrollado por el AICC a XML. La última versión oficial del modelo de referencia SCORM ha adoptado la propuesta IMS. Así, el SCORM Content Aggregation Model (CAM) incluye una versión extendida del IMS Packaging Model, incorporando, entre otras aportaciones menos significativas, la posibilidad de definir pre-requisitos de acceso.

Los pre-requisitos soportan la definición de comportamientos dinámicos sencillos para la organización de los recursos, por medio del establecimiento de un conjunto de condiciones de acceso a cada ítem dependiendo del estado del alumno en los otros ítems de la agregación. De este modo, SCORM proporciona capacidades

sencillas de secuenciado y navegación condicional. Sin embargo, dice Carrillo (2008), estas capacidades son muy limitadas.

El consorcio IMS ha publicado un modelo de secuenciado más versátil denominado IMS Simple Sequencing Specification. Esta especificación de IMS (2003) define un método para representar el comportamiento pretendido por el creador en una sesión de aprendizaje, es decir, la secuencia de entrega de objetos educativos al alumno. El proceso general de secuenciado simple se describe como una combinación de varios modelos de comportamiento: navegación, salida, acomodación, selección y aleatoriedad, secuenciado y entrega.

Los paquetes IMS se componen de dos elementos. El primero es el Manifiesto, un documento XML en el que se describen los contenidos encapsulados y su organización. El segundo son los propios Contenidos Educativos, descritos en el Manifiesto, tales como páginas Web, ficheros de texto, objetos de evaluación o cualquier otro tipo de material de datos. Cuando estos elementos se encapsulan en un fichero único (un fichero comprimido: .zip, .jar, o .cab), el archivo resultante se denomina fichero de intercambio de paquete.

Dentro del Manifiesto existe el sub-elemento Metadatos utilizado para describir en general el contenido empaquetado bajo un esquema de metadatos de OA. Ejemplos válidos pueden ser IEEE LOM¹⁹, IMS-MD²⁰, LTSC²¹ o algún otro perfil de aplicación de los citados. Gracias a la descripción realizada bajo estos esquemas, el objeto de aprendizaje empaquetado puede ser localizado por sistemas de búsqueda externos.

19 LOM son las siglas en inglés de *Learning Object Metadata*.

20 MD son las siglas en inglés de *Metadata Description*.

21 LTSC son las siglas en inglés de *Learning Technology Standards Committee*.

LOM-LTSN planteado por García (2001) puede ser identificado y clasificado dentro de un árbol jerárquico gracias a la categoría *classification* del esquema de metadatos utilizado, facilitando así la localización y clasificación de contenidos para su posterior búsqueda y navegación.

Otro de los componentes fundamentales del manifiesto es el sub-elemento Organizaciones. Este se utiliza para especificar una o varias organizaciones alternativas para los recursos incluidos en el paquete. Cada organización define las relaciones estáticas existentes entre los recursos de la agregación como un árbol jerárquico, donde cada elemento (ítem) se corresponde bien con un recurso educativo o bien con una agregación de elementos (ítemes) de menor nivel.

Además, en el sub-elemento Recursos dentro del Manifiesto, se incluyen las referencias a todos los recursos utilizados. La especificación define dos tipos posibles de referencias: locales y globales. Las referencias locales son utilizadas para localizar únicamente los recursos almacenados dentro del paquete. La localización es posible gracias al uso de identificadores internos.

Por otro lado, las referencias globales permiten el uso de recursos externos al paquete. Según Otón y Otros (2007), en este tipo de referencia, el direccionamiento es posible gracias al uso de URL's. Cada recurso en IMS-CP²² puede contener una o varias referencias a varios ficheros. En el caso de una página Web, si en ésta existen varias imágenes, en el recurso aparecerán las referencias al fichero HTML y a las imágenes contenidas.

IMS-CP posee una amplia aceptación gracias a la inclusión en la especificación agrupada SCORM-CP. Así en los sistemas de ejecución de contenidos de aprendizaje conformes con esta especificación, tales como Moodle o Atutor, es posible el

²² CP son las siglas en inglés de *Content Packaging*.

intercambio de cursos. También algunas herramientas de construcción de Metadatos, como RELOAD o la herramienta Authorware de Adobe, utilizan los esquemas de IMS-CP para la construcción del manifiesto del paquete didáctico.

El modelo IMS Simple Sequencing de actividades de aprendizaje, también de IMS (2003), aporta un esquema base utilizado para especificar la navegación entre las distintas actividades de aprendizaje existentes en un OA. Este esquema permite crear un lenguaje lógico (escrito en XML), capaz de ser procesado por un LMS con la finalidad de habilitar los mecanismos de ejecución y seguimiento sobre el grado de complejidad de las actividades definidas por el diseñador del OA.

De modo general, toda actividad definida en el elemento organización de un Manifiesto (tanto IMS como SCORM) es secuenciada dentro de un entorno de ejecución.

Para Dávila (2009), el orden básico parte del árbol de actividades, basado en la estructura base de organización del OA. En el árbol se especifica la composición de las actividades. Los nodos padre definen la agrupación de una serie de actividades (sus sucesores inmediatos). La forma más simple de secuenciado es la composición por recorrido pre-orden. Este recorrido puede ser modificado si se introducen en las agrupaciones determinadas reglas de secuenciado creadas por el diseñador del OA. A partir de este árbol de actividades es posible establecer la información de secuenciado.

SCORM

Para ADL (2004), SCORM es un modelo común de OA basado en componentes, cuyo principal objetivo es permitir el compartimiento de contenidos educativos estándar entre diferentes sistemas eLearning. SCORM es empleado para el

diseño y manejo de los OA hacia el que converjan el resto de iniciativas, engloba varios estándares y especificaciones como LOM, las especificaciones de IMS sobre las secuencias y diseño de contenidos, o el EML de la Universidad Abierta de Holanda (OUNL).

De acuerdo a la especificación de ADL (2004), SCORM es una colección integrada y armonizada de las especificaciones y estándares descritos en diferentes ámbitos de aplicación dentro de la siguiente serie de libros técnicos: SCORM Content Aggregation Model, SCORM Run-Time Environment y SCORM Sequencing and Navigation.

En cuanto al modelo de agregación de contenidos, García (2001) opinó que SCORM provee un medio común de componer contenidos docentes desde diversas fuentes que se puedan compartir y reutilizar (SCO²³). Define como un objeto de aprendizaje puede ser identificado, descrito y agregado dentro de un curso o una parte de un curso, y como puede ser compartido por diversos gestores de aprendizaje (LMS) o por diversos repositorios.

Cada SCO queda compuesto por múltiples recursos (páginas HTML, applets, imágenes y texto plano, entre otros.) y estructurado en función de un manifiesto de metadatos.

El objetivo del entorno operativo o de ejecución de SCORM es proporcionar un medio para la interoperabilidad entre los objetos, SCO, y los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS). Un requisito de SCORM es que el contenido pueda intercambiarse entre múltiples LMS sin tener en cuenta las herramientas que usen para crear o utilizar los contenidos. Para que esto sea posible, debe existir un método común para ejecutar un contenido en la plataforma de usuario final, un método

²³ SCO siglas en inglés de *Sharable Content Object*.

común para que los contenidos se comuniquen con el LMS y elementos de datos predefinidos que sean intercambiables entre el LMS y el contenido durante su ejecución. En el estándar SCORM aparecen como ASSETS.

SCORM almacena la secuencia de los contenidos didácticos apoyándose en diferentes estándares de navegación, como IMS Simple Sequencing o el AICC CMI001, lo que permite indicar el modo de ejecución de los contenidos a lo largo de una actividad de enseñanza. Los motores de ejecución de SCORM obtienen la información de secuencia del paquete a ejecutar, de esta forma el motor de ejecución sigue estrictamente la secuencia de contenidos establecida por el creador de contenidos.

Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA)

Los repositorios de OA describen los distintos recursos didácticos existentes en la Web, almacenando registros de metadatos asociados a los objetos descritos y garantizando una búsqueda mucho más estructurada del conocimiento existente. Los creadores de OA y estudiantes pueden obtener las referencias a estos objetos como resultado de una búsqueda más detallada que hace uso de los metadatos almacenados en el repositorio.

Según García (2005), existen repositorios institucionales, de empresas de formación, de asociaciones, consorcios, organizaciones, la propia Web se puede considerar como un gran repositorio, siempre que se le apliquen las estrategias de búsqueda, procesamiento, selección y catalogación a través de esquemas de metadatos. La estructura de metadatos supone contar con una detallada estructura textual, que describe atributos, propiedades y características distribuidos en diferentes campos que identifican claramente al objeto, con el fin de que pueda encontrarse, ensamblarse, utilizarse, en suma. Por tanto, definió a los repositorios de OA como

una gran colección de los mismos, estructurada como un banco o base de datos con metadatos asociados y que generalmente podemos buscar en los entornos Web.

López y García (2008) opinaron que no sólo interesa que existan excelentes repositorios o almacenes estructurados de objetos, sino que lo deseable es que tanto los objetos como los repositorios se atengan a determinados criterios de estandarización con el fin de hacer posible los intercambios, migración y encaje de objetos entre repositorios y plataformas distintos. Si los objetos cumplen con determinados estándares sus posibilidades aumentan al permitirse combinarlos, ensamblarlos, agruparlos, catalogarlos, secuenciarlos, permutarlos, entre otros.

Para Downes (2004) los ROA más conocidos, 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 opera sólo como módulos adicionales a otros productos, como las plataformas de aprendizaje o los administradores de contenidos, 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 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.

ADL (2002) propuso un conjunto básico de funciones que los repositorios deben proveer a fin de dar acceso a los OA 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. Solicitar un objeto de aprendizaje que ha sido localizado.

- Recuperar. 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. Proveen metadatos a otros repositorios.

Además de estas funciones también deben considerarse el manejo de los derechos de copia o DRM²⁴.

Clasificación de los Repositorios de OA

López y García (2008) clasificaron los Repositorios de OA según la forma en la que se concentran los recursos y por la forma en la que se distribuyen los metadatos.

Por la forma en que se concentran los recursos, principalmente se identifican dos tipos de Repositorios de OA:

- (a) Los que contienen los OA 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 2a).

24 *DRM* Siglas en inglés de *Digital Rights Management*.

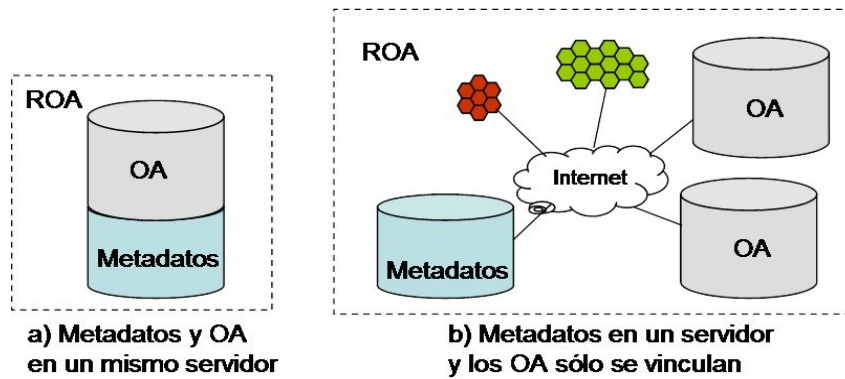


Figura 2: Tipos de ROA por la distribución de los OA.
 Fuente: López y García (2008).

- (b) 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 2b).

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

Por la forma en la que los catálogos de metadatos se organizan, se diferencian dos modelos de ROA:

- (a) El modelo centralizado (Figura 3a), en el cual los metadatos de los OA están contenidos en un mismo servidor, aunque el objeto esté localizado en alguno otro. Los consideran los más comunes.

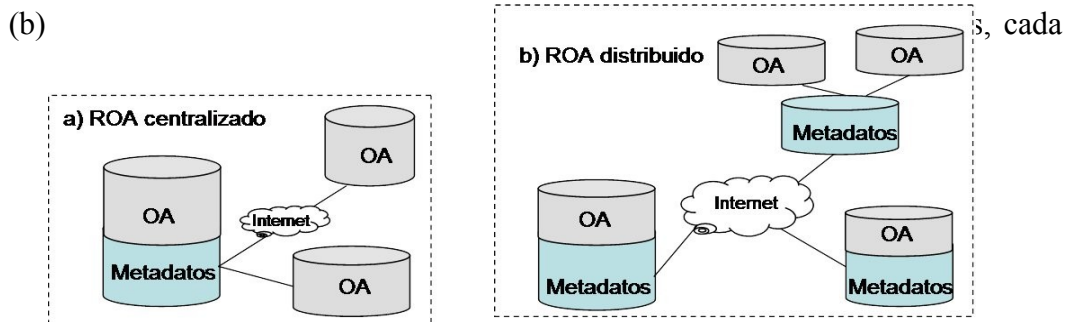


Figura 3: Tipos de ROA por la distribución de los metadatos.
 Fuente: López y García (2008)

Iniciativas para la Creación de Repositorios Digitales de Contenidos

Según Bartolomé y otros (2005), existen diferentes iniciativas para la creación de repositorios digitales de contenidos y la interoperabilidad entre ellos, de los que mencionó:

- IMS DRI²⁵: esta especificación facilita un esquema funcional de la arquitectura del sistema y un modelo de referencia completo para la interoperabilidad de repositorios. Tiene como objetivo la elaboración de recomendaciones que permiten la interoperabilidad entre diferentes repositorios digitales. El propósito es poder acceder a cualquier almacén de recursos educativos para obtenerlos sin necesidad de conocer cual es la organización o estructura de dicho almacén. En esta recuperación, los metadatos son el elemento principal para la identificación de los recursos. Gracias a esta especificación, se consigue acceder a los contenidos almacenados en repositorios desde sistemas de enseñanza LMS, sistemas de gestión de contenidos educativos LCMS, portales de búsqueda de contenidos, y desde cualquier agente software que sea compatible con IMS DRI.
- OAI²⁶: es una iniciativa para desarrollar y promover estándares de interoperabilidad para la difusión de contenidos en Internet. No está específicamente orientada a los contenidos educativos, sino a cualquier contenido digital. El objetivo de OAI es crear una forma simple y sencilla de intercambiar información (concretamente metadatos) entre repositorios heterogéneos que alberguen cualquier objeto que contenga metadatos asociados. Para ello OAI desarrolló el Protocolo PMH²⁷ que permite la

25 *IMS DRI* siglas en inglés de *IMS Digital Repository Interoperability*.

26 *OAI* siglas en inglés de *Open Archives Initiative*.

27 *PMH* siglas en inglés de *Protocol for Metadata Harvesting*.

generación y obtención de metadatos a partir de los registros de cualquier tipo de repositorio. OAI-PMH facilita una sencilla herramienta técnica para que una entidad actuando como proveedor de información pueda fotorgar metadatos a una entidad que facilite la consulta empleando los estándares abiertos HTTP²⁸ y XML²⁹. Los metadatos suministrado puede encontrarse en cualquier formato que responda a los esquemas aceptados por una comunidad (o por un pequeño grupo de proveedores de datos y otro de prestadores de servicios de acceso a la información), aunque el esquema básico de funcionamiento descansa en las indicaciones del estándar Dublin Core, para garantizar un mínimo de interoperabilidad. Así es posible que metadatos obtenidos de fuentes dispersas y heterogéneas puedan almacenarse en una sola base de datos, sobre la que pueden realizarse las consultas necesarias.

- OKI: desarrolla y promueve especificaciones que describen como los componentes de un entorno software se pueden comunican con otros sistemas. Las especificaciones proporcionadas por OKI permiten la interoperabilidad e integración de sistemas, definiendo los estándares SOAP. El modelo de arquitectura planteado por OKI aplica los conceptos básicos de separación, ocultación y organización en capas jerarquizadas, para obtener los beneficios de la interoperabilidad y la integración simple.
- SQI es una especificación que pretende ser una capa que garantice la interoperabilidad entre redes o entornos educacionales heterogéneos. El objetivo es ser una parte del sistema que sea capaz de buscar en los distintos repositorios (heterogéneos) de objetos educativos existentes en las redes a pesar de que posean interfaces propietarias de búsqueda de

28 *HTTP* siglas en inglés de *Hypertext Transport Protocol*.

29 *XML* siglas en inglés de *Extensible Markup Language*.

cada fabricante. Para permitir la interoperabilidad entre repositorios digitales heterogéneos es necesario tener en cuenta ciertos aspectos. Por un lado, se necesita un modelo semántico común, el cual especifique el formato de las distintas propiedades de los objetos contenidos en los repositorios. Por otro lado, la interoperabilidad está basada en protocolos comunes, los cuales definen las interacciones posibles entre los repositorios. Para ello se debe disponer de una gran variedad de protocolos para intentar cubrir un amplio espectro de repositorios.

ROA a nivel mundial

La creación de ROA es relativamente reciente, puesto que las iniciativas de desarrollo iniciaron a finales de la década pasada. En un análisis sobre software para ROA Leslie y Otros (2004) afirmaron que el mercado de software para estas

País	Nº Repositorios	Porcentaje	Nº Documentos	Porcentaje
Brasil	94	60,26%	277399	34,40%
México	12	7,69%	222132	27,55%
Argentina	10	6,41%	4736	0,59%
Venezuela	10	6,41%	282084	34,98%
Colombia	9	5,77%	4965	0,62%
Perú	7	4,49%	3792	0,47%
Chile	6	3,85%	11176	1,39%
Costa Rica	3	1,92%	0	0,00%
Uruguay	2	1,28%	100	0,01%
Cuba	1	0,64%	0	0,00%
TOTAL	156	100%	806384	100%

Tabla 1: Número de repositorios y número de registros en repositorios por país.

Fuente: Gómez (2008)

aplicaciones es todavía inmaduro. A pesar de ello, Gómez (2008) demostró que el crecimiento de ROA ha sido rápido y los resultados se pueden ver en los repositorios ya disponibles en la Web, con cierta cantidad de OA recopilados, tal como se puede evidenciar en la Tabla 1.

También comentó, aunque los proveedores de datos instalados actualmente son pocos (ver Figura 4), muchas instituciones latinoamericanas están trabajando intensamente en la creación de repositorios documentales, debido a que en ellas es donde se genera la mayor cantidad de trabajo intelectual, el cual se debe identificar, difundir, reutilizar y mantener organizado. En general las universidades se encuentran influenciadas por los procesos de acreditación institucional y de programas académicos, que les obliga a renovar y actualizarse constantemente.

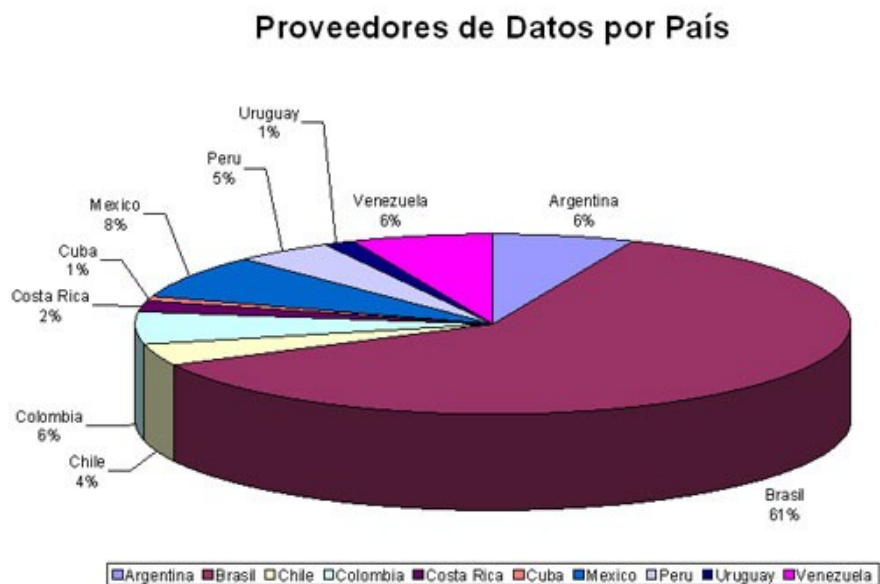


Figura 4: Distribución de proveedores de datos por país.
Fuente: Gómez (2008)

Para López y García (2008), los proyectos más reconocidos de repositorios de OA han formado sus colecciones por asociaciones entre grupos o por la aportaciones individuales, para compartir el recurso creado. También existen iniciativas que están trabajando en propuestas para la interoperabilidad entre repositorios, con la finalidad de formar redes de sistemas distribuidos que permitan búsquedas federadas. Entre estas mencionaron:

- MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching), es el repositorio más conocido por lo que marcó 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 OA.
- CAREO (Campus Alberta Repository of Educational Objects), es un repositorio centralizado de OA multidisciplinares de profesores de Alberta (Canadá). 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 (Cooperative Learning Object Exchange), es un modelo cooperativo para el desarrollo, uso y reutilización de OA. 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. 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 OA, desarrollando y distribuyendo herramientas para crear repositorios conectados. Este proyecto está 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. Se puede acceder a este proyecto a través de la dirección 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 heterogéneos de aprendizaje como herramientas de tutor, 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 Canadá, 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>.

La iniciativa de interoperabilidad del CEN/ISSS apoyada por PROLEARN, cuyo objetivo es el de proporcionar una especificación de una interfaz simple de acceso SQI (Simple Query Interface). El proyecto europeo ELENA es un claro ejemplo de uso de esta especificación, en el que se crea una red de repositorios de información útil para el aprendizaje (tales como Amazon, LASON, Clix y HCD On Line entre otros) conectados a través de esta interfaz. SQI es parte de LORI (Learning Object Repository Interface). LORI es una arquitectura de integración por capas que define los servicios necesarios para conseguir la interoperabilidad entre repositorios, como por ejemplo servicios de autenticación, administración de la sesión y servicios de aplicación (consultas o petición de contenidos).

Por último, uno de los esfuerzos más importantes desarrollados en los últimos años por la iniciativa ADL, la organización para las iniciativas de investigación nacional CNRI y el laboratorio de arquitectura de sistemas de aprendizaje LSAL. CORDRA (Content Object Repository Discovery and Registration/Resolution Architecture) es un modelo de arquitectura distribuida abierta para repositorios. En las especificaciones de este modelo se establecen una serie de servicios para el descubrimiento, compartimiento y reutilización de recursos con contenido didácticos. CORDRA se complementa con SCORM aportando las especificaciones de federación entre distintos repositorios utilizando diversos agentes software coordinados (CORDRA Registry, CORDRA Catalog, Federation Repository y Content Repository).

Lenguajes Estándares para Consultas en Sistemas Distribuidos

SQL

Otón y Otros (2007), conceptualizaron a SQL³⁰ como una especificación, enmarcada en el entorno de los repositorios de OA, que define una capa para facilitar las búsquedas de contenidos.

Arquitectura SQL

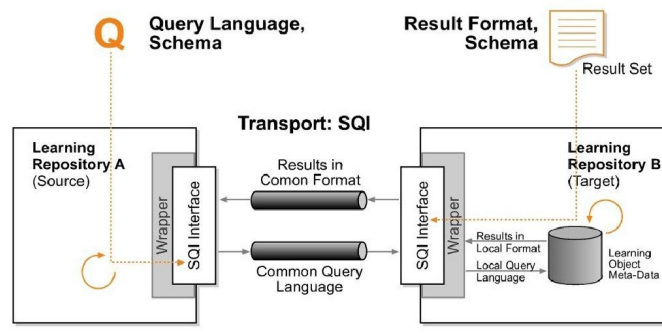


Figura 5: *Arquitectura SQL*
Fuente: Nguyen y Massart (2007)

Para Nguyen y Massart (2007), SQL especifica un estándar y un API para resolver la problemática de las búsquedas de contenidos digitales en entornos heterogéneos como Internet, donde existen múltiples repositorios con recursos orientados a la educación que residen en entornos dispares y hacen complicado su acceso para usuarios externos. El API además de definir una serie de primitivas que permiten a los usuarios considerar los repositorios digitales como “peers” (pares) de una comunicación en la que un repositorio puede actuar como fuente de consultas y

30 *SQL* siglas en Inglés de *Simple Query Interface*

otro como objetivo de las mismas, provee un mecanismo para configurar tanto el lenguaje utilizado en la búsqueda, como el lenguaje de la respuesta.



Figura 6: Diagrama de Clases de SQI
Fuente: Nguyen y Massart (2007)

OAI-PMH

Para Weiss (2006), el protocolo define un mecanismo para la generación y obtención de metadatos a partir de los registros de cualquier tipo de repositorio. OAI-PMH facilita una sencilla herramienta técnica con la que una entidad que actúe como proveedor de información puede facilitar metadatos a una entidad que realice la consulta empleando los estándares abiertos HTTP y XML. El metadato suministrado puede encontrarse en cualquier formato que responda a los esquemas aceptados por una comunidad (o por un pequeño grupo de proveedores de datos y otro de prestadores de servicios de acceso a la información), aunque el esquema básico de funcionamiento descansa en las indicaciones del estándar Dublin Core, para garantizar un mínimo de interoperabilidad. Así es posible que los metadatos obtenidos de fuentes dispersas y heterogéneas puedan almacenarse en una sola base de datos, sobre la que pueden realizarse las consultas necesarias. Para acceder finalmente a la información el enfoque OAI debe combinarse con otros mecanismos.

Según Barrueco (2005), OAI-PMH solamente es una interfaz sumamente sencilla para acceder a la información bibliográfica disponible en un archivo o repositorio. Por lo tanto cualquiera puede realizar una implementación del mismo para poner a disposición de la comunidad Internet los datos que hasta ahora estaban escondidos en bases de datos o catálogos.

Redes P2P

Para Millán (2006), el término P2P es el acrónimo de la frase en inglés “Peer to Peer” que en español es “par a par” o “punto a punto”, esto quiere decir que es un tipo de red que no tiene clientes ni servidores fijos, en cambio se compone de una serie de nodos que se comportan simultáneamente como clientes y como servidores respecto de los demás nodos de la red.

Este modelo de red contrasta con el modelo cliente-servidor, el cual se rige mediante una arquitectura monolítica donde no hay distribución de tareas entre sí, sólo una simple comunicación entre un usuario y una terminal, en la que el cliente y el servidor no pueden cambiar de roles.

Según Morillas (2005), las redes de ordenadores P2P son redes que aprovechan, administran y optimizan el uso de banda ancha que acumulan de los demás usuarios en una red por medio de la interconexión entre los mismos usuarios participantes de la red, obteniendo como resultado mucho más rendimiento en las conexiones y transferencias que con algunos métodos centralizados convencionales, donde una cantidad relativamente pequeña de servidores provee el total de banda ancha y recursos compartidos para un servicio o aplicación. Típicamente, estas redes se conectan en gran parte con otros nodos vía *ad hoc*.

Dichas redes son útiles para muchos propósitos, pero se usan muy a menudo para compartir toda clase de archivos que contienen: audio, video, texto, software y datos en cualquier formato digital. Este tipo de red es también comúnmente usado en telefonía VoIP para hacer más eficiente la transmisión de datos en tiempo real, así como lograr una mejor distribución del tráfico de los paquetes de voz entre los extremos que se comunican.

Millán (2006), comentó que cualquier nodo puede iniciar, detener o completar una transacción compatible. La eficacia de los nodos en el enlace y transmisión de datos puede variar según su configuración local (cortafuegos, NAT, enrutadores, entre otros.), velocidad de proceso, disponibilidad de ancho de banda de su conexión a la red y capacidad de almacenamiento en disco.

Una posible clasificación de las redes P2P pudiera ser acorde a su grado de centralización según Baran (1999):

- (a) Redes P2P centralizadas: este tipo de red P2P se basa en una arquitectura monolítica en la que todas las transacciones se hacen a través de un único servidor que sirve de punto de enlace entre dos nodos y que, a la vez, almacena y distribuye los nodos donde se almacenan los contenidos. Poseen una administración muy dinámica y una disposición más permanente de contenido. Sin embargo, está muy limitada en la privacidad de los usuarios y en la falta de escalabilidad de un sólo servidor, además de ofrecer problemas en puntos únicos de fallo, situaciones legales y enormes costos en el mantenimiento así como el consumo de ancho de banda.
- (b) Redes P2P puras o totalmente descentralizadas: las redes P2P de este tipo son las más comunes, siendo las más versátiles al no requerir de gestión central de ningún tipo, lo que permite una reducción de la necesidad de usar un servidor

central, por lo que se opta por los mismos usuarios como nodos de esas conexiones y también como almacenistas de esa información. En otras palabras, todas las comunicaciones son directamente de usuario a usuario con ayuda de un nodo (que es otro usuario) quien permite enlazar esas comunicaciones. Las redes de este tipo tienen las siguientes características:

1. Los nodos actúan como cliente y servidor.
2. No existe un servidor central que maneje las conexiones de red.
3. No hay un enrutador central que sirva como nodo y administre direcciones.

(c) Redes P2P híbridas, semi-centralizadas o mixtas: en este tipo de red, se puede observar la interacción entre un servidor central que sirve como hub y administra los recursos de banda ancha, enrutamientos y comunicación entre nodos pero sin saber la identidad de cada nodo y sin almacenar información alguna, por lo que el servidor no comparte archivos de ningún tipo a ningún nodo. Tiene la peculiaridad de funcionar (en algunos casos como en Torrent) de ambas maneras, es decir, puede incorporar más de un servidor que gestione los recursos compartidos, pero también en caso de que el o los servidores que gestionan todo caigan, el grupo de nodos sigue en contacto a través de una conexión directa entre ellos mismos con lo que es posible seguir compartiendo y descargando más información en ausencia de los servidores.

Filosofía de las redes P2P

Para Aguilera y Morante (2007), el P2P se basa principalmente en la filosofía e ideales de que todos los usuarios deben compartir. Conocida como filosofía P2P, es aplicada en algunas redes en forma de un sistema enteramente meritocrático en donde

“el que más comparte, más privilegios tiene y más acceso dispone de manera más rápida a más contenido”. Con este sistema se pretende asegurar la disponibilidad del contenido compartido, ya que de lo contrario no sería posible la subsistencia de la red.

Según Millán (2006), aquellos usuarios que no comparten contenido en el sistema y con ello no siguen la filosofía propia de esta red, se les denominan “leechers”; los cuales muchas veces representan una amenaza para la disponibilidad de recursos en una red P2P debido a que únicamente consumen recursos sin reponer lo que consumen, por ende podrían agotar los recursos compartidos y atentar contra la estabilidad de la misma.

Aplicaciones de las redes P2P

En la actual Internet, el ancho de banda o las capacidades de almacenamiento y cómputo son recursos caros. En aquellas aplicaciones y servicios que requieran una enorme cantidad de recursos pueden usarse las redes P2P. Algunos ejemplos de aplicación de las redes P2P, según Barceló y Otros (2008):

- (a) Intercambio y búsqueda de ficheros. como BitTorrent o la red eDonkey2000.
- (b) Sistemas de ficheros distribuidos, como CFS o Freenet.
- (c) Sistemas de telefonía por Internet, como Skype.

Según Morillas (2005), a partir del año 2006 cada vez más compañías europeas y americanas, como Warner Bros o la BBC, empezaron a ver el P2P como una alternativa a la distribución convencional de películas y programas de televisión, ofreciendo parte de sus contenidos a través de tecnologías como la de BitTorrent.

No obstante, Millán (2006) planteó que las redes P2P pueden ser usadas para hacer funcionar grandes sistemas software diseñados para realizar pruebas que identifiquen la presencia de posibles drogas. El primer sistema diseñado con tal propósito fue desarrollado en 2001, en el Centro Computacional para el Descubrimiento de Drogas (Centre for Computational Drug Discovery) en la prestigiosa Universidad de Oxford con la cooperación de la Fundación Nacional para la Investigación del Cáncer (National Foundation for Cancer Research) de Estados Unidos. En una escala más pequeña, existen sistemas de administración autónoma para los biólogos computacionales, como el Chinook, que se unen para ejecutar y hacer comparaciones de datos bioinformáticos con los más de 25 diferentes servicios de análisis que ofrece.

Gnutella

Para Morillas (2005), Gnutella surgió para evitar los problemas con las licencias de las otras redes. Al ser una red con protocolo libre de patentes, existen multitud de clientes. Diferente a un servidor centralizado, esta red de trabajo no hace uso de un servidor central, el cual guarda pistas de todos los usuarios, en su defecto, permite distribuir archivos sin usar servidores, con el fin de que no se este actualizando directamente el servidor con el contenido de las PC registradas.

Según Sava (2003), la red Gnutella trabaja en un modelo de ambiente distribuido. Esta red se compone de numerosos nodos en el mundo, su topología no indica jerarquía alguna dado que cada nodo cumple la misma funcionalidad. Una de las características de este modelo es que los nodos de mayor ancho de banda son preferidos para que formen hubs o anillos centrales en la red. Cada usuario en la red tiene un alto grado de anonimato debido a que cada nodo solo sabe acerca de los nodos con los que se conecta directamente.

Folgueira (2005) describió el funcionamiento de la red Gnutella como sigue: para compartir archivos usando este modelo, una máquina A equipada con Gnutella Servent (llamado así porque el programa actúa como una combinación de cliente y servidor) se conecta con otra máquina Gnutella B. A le avisa a B que esta viva, esta a su vez le avisa de esto a todas las computadoras con las cuales esta conectada, las cuales siguen el mismo procedimiento. Una vez que A, ha informado que está viva a varios miembros de la red peer, el puede comenzar a realizar búsquedas enviando el pedido a todos los miembros de la red, comenzando por B quien a su vez lo envía a las máquinas a las que esta conectada, repitiéndose esto por cada equipo. Si una de las computadoras de la red tiene el archivo pedido, esta transmite información del archivo (nombre, tamaño, entre otros) a la computadora solicitante, por la ruta que se estableció entre esta computadora y A. Dándole como resultado una lista de todos los archivos enviados. Si A desea bajar un archivo, se establece una conexión directa con la computadora que dio la respuesta.

Aunque al parecer el alcance de esta red es potencialmente infinita, en realidad esta es limitada por el “tiempo de vida” (TTL), que es el número de capa o niveles de computadoras que el pedido puede alcanzar (Millán, 2006).

Bases Legales

La Ley de Educación Superior de Venezuela no contempla disposiciones referentes a Estudios a Distancia. Existe la Ley Orgánica de Educación, vigente desde 1980 y la Ley de Universidades vigente desde 1970 y ninguna de las dos ha sido modificada hasta los momentos. Estas incluyen la educación tradicional presencial y la educación a distancia. Sin embargo, existen iniciativas internas de varias universidades que tratan de enmarcar reglamentos y normativas relacionadas con esta

modalidad, lo que ha motivado la producción de materiales didácticos y cursos en línea que han sido almacenados en repositorios destinados para tales fines, avalados por el Proyecto Nacional de Educación Superior a Distancia (PNESD), que se está desarrollando en el país, bajo la coordinación de la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU), ente adscrito al Consejo Nacional de Universidades (CNU) y al Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior, con la participación de las Instituciones de Educación Superior (IES) nacionales. Es un proyecto innovador, incluyente y flexible, llevado a cabo con el propósito de sistematizar y reglamentar el desarrollo de la Educación Superior a Distancia (ESD) de alta calidad en las instituciones que ofrecen educación superior en Venezuela, de manera que coexista como modalidad con la educación presencial en los programas de pregrado y postgrado que éstas ofrecen.

El fundamento legal de ésta investigación se apoyó en una serie de disposiciones legales. Entre ellas cabe mencionar a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), la cual en su Artículo 102 plantea:

La educación es un derecho humano y un deber social fundamental, es democrática, gratuita y obligatoria. El estado la asumirá como función indeclinable y de máximo interés en todos sus niveles y modalidades y como instrumento científico, humanístico y tecnológico al servicio de la sociedad.

De igual forma hace un planteamiento de suma importancia en su Artículo 108 donde señala que “Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley”, ya que el Estado garantizará las innovaciones de carácter tecnológico para elevar la calidad de la educación que se imparte en las instituciones de educación superior de todo el país. No obstante, el personal que está destinado para ello debe poseer una formación permanente en la materia.

En el Artículo 110 se plantea que el Estado debe asumir la responsabilidad de

crear las oportunidades y las bases de una plataforma tecnológica adecuada para que la educación pueda tener una base sólida para su posterior crecimiento:

El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico social y político del país, así como la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo a la ley.

En concordancia con esta investigación la Reforma Parcial del Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación (1999), según el Decreto N° 313 publicado en la gaceta N° 36.787 de fecha 15 de Septiembre de 1999 establece en su Artículo 10:

A los fines del cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 63 de la Ley Orgánica de Educación el Ministerio de Educación Cultura y Deporte realizará evaluaciones nacionales, regionales y locales en los planteles de los niveles y modalidades del sistema educativo. Dicha evaluación incluirá tanto a los docentes como alumnos. También serán evaluados los materiales didácticos, los recursos para el aprendizaje, las condiciones del ambiente escolar y cualesquiera otros elementos del proceso educativo que permitan mejorar el nivel de rendimiento y la calidad de la educación.

Del mismo modo, la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2000), publicada en Gaceta Oficial N° 36.920 de fecha 28 de marzo del año 2000 en el Artículo 2, señala que:

Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías cuando estén disponibles y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad de personales e impulsar la integración eficiente de servicios de telecomunicaciones; promover la investigación el desarrollo y la transferencia tecnológica.

En este mismo orden de ideas y muy en la actualidad se encuentra el Decreto N° 825 de la Gaceta Oficial N° 36.955, publicado el 22 de mayo de 2000, el cual establece en el Artículo 1° que “se declara el acceso y el uso de Internet como política prioritaria para el desarrollo cultural, económico, social y político de la República

Bolivariana de Venezuela”. El artículo 5 del mismo decreto indica:

El Ministerio de Educación Cultura y Deporte dictará las directrices tendentes a instruir sobre el uso de Internet, el comercio electrónico la interrelación y la sociedad del conocimiento. Para la correcta implementación de lo indicado deberá incluirse estos temas en los planteles de Mejoramiento Profesional del Magisterio.

En cuanto al Anteproyecto de la Ley de Educación Superior (2004) Versión 1-D, establece en el Artículo 33 que “la ciencia, la tecnología,... y sus aplicaciones, así como los servicios de información, ..., son de interés público”.

En el mismo anteproyecto en el Artículo 42, establece en el Parágrafo F que el Sistema Nacional de Educación Superior tiene como propósito “garantizar la participación de las instituciones de educación superior, en los planes de Ciencia, Tecnología e Innovación, desarrollo social, económico y cultural, a nivel local, regional y nacional”.

De todo este compendio de artículos se desprende la base legal que sustenta la implantación tecnológica en todos los niveles de la educación por lo cual se hace imperante la necesidad de crear y preservar un patrimonio de recursos abiertos que permita la consulta, recuperación y entrega de OA que faciliten la construcción de cursos en línea.

Operacionalización de las Variables

Definición Conceptual

Para efectos de esta investigación se considerará como variable el diseño de una interfaz interoperable, que será un elemento que justificará la posibilidad de crear la Red Nacional Distribuida para los ROA. De esta variable se desprenden dos dimensiones, a saber:

- Interoperación, la cual describe la capacidad que tendrá la interfaz para intercambiar objetos entre repositorios. Esta capacidad se medirá mediante la frecuencia de consulta, cantidad de OA recibidos y la cantidad de OA entregados.
- Repositorio de OA, que determinará la capacidades de almacenamiento de OA que tiene un nodo independiente.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño de una Interfaz de Interoperable	Interoperación	<ul style="list-style-type: none">• Intercambio de OA• Protocolos
	Repositorios de OA	<ul style="list-style-type: none">• Cantidad de OA producidos en cada sitio• Estándares

Tabla 2: Operacionalización de Variables.
Fuente: El Autor.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el Marco Metodológico de la presente investigación se desarrollaron aspectos metodológicos relativos al tipo de estudio y su diseño de investigación en relación a los objetivos planteados, se describió la naturaleza de la investigación, las fases de estudio, las técnicas e instrumentos que se emplearon en la fase de diagnóstico y el análisis e interpretación de los resultados que permitieron generar las conclusiones del diseño de una Interfaz Interoperable para una Red Nacional Distribuida de Repositorios de OA.

Tipo de Investigación

El desarrollo de este trabajo de grado se ubicó dentro de la modalidad de Estudio de Proyectos, por cuanto representa “una proposición sustentada en un modelo viable para resolver un problema práctico planteado, tendente a satisfacer necesidades institucionales o sociales y pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnología, métodos y procesos”, tal como lo establece el Manual para la Elaboración del Trabajo y Tesis de Grado de los Postgrados de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (2002).

De acuerdo a la descripción anterior, la investigación se clasificó como un Proyecto Factible ya que tiene como finalidad resolver un problema que presenta la

comunicación entre los ROA existentes en las instituciones de educación superior venezolanas, como es la falta de una interfaz que permita la interoperabilidad entre ellos para el acceso a los OA disponibles.

En resumen, la investigación determinó las condiciones de factibilidad bajo las cuales es exitosa la implantación de una Interfaz Interoperable que permita crear una Red Nacional Distribuida de OA, exponiendo la necesidad de intercambio de recursos de aprendizaje entre las diferentes instituciones de educación que existen en el país.

Fases del Estudio

Fase 1: Diagnóstico

El primer paso que se llevó a cabo durante la ejecución de la investigación, fue realizar un estudio del estado actual de los ROA a nivel nacional. Se identificó a quienes Rojas (2008) llama en su trabajo “informantes claves”, que de acuerdo a su apreciación no son más que individuos que puedan hacer aportes significativos a la investigación. Para este caso, se seleccionaron a expertos en el área de tecnología aplicada a la educación a distancia que laboran en las principales instituciones de educación superior, consultando sobre su producción, gestión y consumo de OA, así como sus políticas de compartimiento e intercambio. Para la realización del estudio se hizo uso de encuestas (en forma de formularios digitales puestos en línea), convirtiéndose en una fuente de información importante para el estudio.

Paralelamente, se realizó un estudio del estado del arte de la interoperabilidad de repositorios. Con este estudio se obtuvo una visión acerca de los estándares y tecnologías que se utilizaron para el diseño de la interfaz. Tomando como base esa información se determinaron los requisitos y las funcionalidades básicas para la

interfaz interoperable y se seleccionó el protocolo y la plataforma de hardware y software sobre la que se realizó el diseño de dicha interfaz. Esta revisión se basó en publicaciones realizadas en revistas indexadas y conferencias, así como en especificaciones, reportes técnicos y documentación técnica disponible.

Población y Muestra

Una población se refiere al conjunto para el cual son validadas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación, según Sabino (1999). Para los fines de la investigación, el universo de estudio estuvo constituido por un representante de cada una de las cincuenta y dos (52) instituciones de educación superior que existen a nivel nacional: instituciones públicas y privadas; universidades, institutos tecnológicos, institutos politécnicos y colegios universitarios registrados en la OPSU, adscrita al Ministerio del poder popular para la Educación Superior.

Hernández (2003), considera la muestra como un subconjunto de elementos de la población. De igual manera, Arias (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. En tal sentido la muestra de la investigación quedó conformada por el veinte por ciento (20%) de las instituciones nacionales de educación superior, partiendo del planteamiento de Arias (2006) que a su vez cita a Ary y Otros (1989), quienes señalan que aunque hay diversidad de opiniones acerca del tamaño ideal, algunos autores consideran tomar entre un 10% a 30% de la población. Basándose en esta premisa, para los fines de esta investigación se consideró como muestra a once (11) representantes de las instituciones de educación superior, a saber: Universidad Valle del Momboy (UVM), Universidad Iberoamericana del Deporte (UID), Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Universidad Marítima del Caribe (UMC), Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas

Armadas (UNEFA), Universidad de Los Andes (ULA), Universidad del Zulia (LUZ), Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR) y Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).

Procedimiento

Se realizó un proceso de investigación metodológica en el que se ejecutaron secuencialmente los siguientes pasos:

- (a) Elaboración de los instrumentos de recolección de datos.
- (b) Determinación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.
- (c) Difusión y Aplicación los instrumentos.
- (d) Análisis e Interpretación de los resultados obtenidos.
- (e) Presentación de las conclusiones del diagnóstico.
- (f) Estudio y Análisis del estado del arte, protocolos y estándares.
- (g) Determinación de las condiciones de factibilidad.
- (h) Elaboración del Diseño de la Interfaz Interoperable.

Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Valera (2005), quien a su vez cita a Lee (1992) y a varios investigadores dedicados a hacer estudios tanto cuantitativos como cualitativos, sugieren combinar más de un método en una misma investigación. Por esta razón, para esta

investigación, se aplicaron los siguientes métodos de recolección de datos:

- (a) Revisión Bibliográfica, con la finalidad de conocer conceptos, características y funcionamiento de los actuales ROA utilizados a nivel nacional e internacional, junto con sus protocolos de acceso y herramientas de administración y gestión.

- (b) Aplicación de un Cuestionario tipo Encuesta (ver Anexo B), que contenía preguntas cerradas, estructuradas de la siguiente manera: una primera parte, para medir los avances de la institución con respecto a la educación a distancia con la finalidad de identificar el número de OA potenciales que se pueden agregar a la red; una segunda parte, para identificar los aspectos tecnológicos de la institución y determinar la factibilidad técnica para la instalación de un nodo de la red que sugiere esta investigación y, una tercera parte, para observar los aspectos relacionados con los OA y el almacén utilizado para dichos objetos, determinando el estado y uso de los repositorios institucionales. Para tal efecto, se realizó una encuesta en formato digital, utilizando las herramientas web que proporciona *Google Docs y Hojas de Cálculo*³¹, que suministró los datos en forma indirecta para su posterior análisis e interpretación. Desde esa herramienta se exportaron los datos recolectados en Formato ODS para ser procesado con la aplicación de software *Hoja de Cálculo de Open Office*³².

- (c) Mesas de Trabajo conjuntas para realizar el levantamiento de requisitos, lo

31 *Google Docs y Hojas de Cálculo*, oficialmente llamado *Google Docs & Spreadsheets*, es un programa gratuito basado en Web para crear documentos en línea con la posibilidad de colaborar en grupo. Incluye un Procesador de textos, una Hoja de cálculo, Programa de presentación básico y un editor de formularios destinados a encuestas.

32 *Hoja de Cálculo Open Office*, también llamada *OpenOffice.org Calc* es una hoja de cálculo similar Microsoft Excel o Lotus 1-2-3. Calc ofrece una serie de características no presentes en Excel, incluyendo un sistema que, automáticamente define serie de gráficas, sobre la base de la disposición de la información del usuario.

cuales se analizaron luego para construir o definir la arquitectura propuesta.

Técnicas de Análisis de los Datos

Luego de la aplicación del instrumento de recolección de datos al personal de las instituciones de educación superior, se determinaron los elementos estadísticos con los que se tuvo una perspectiva clara sobre la necesidad de crear una Interfaz Interoperable para la Red Nacional Distribuida de OA. Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados utilizando una Hoja de Cálculo Open Office que permitió generar gráficos estadísticos en función de la información recabada.

Validación del Instrumento

Para asegurar que los datos que iban a aportar las encuestas medirían lo esperado, los instrumentos fueron sometidos al análisis de jueces, que de acuerdo a Canales (2006) constituyen una forma no empírica de afirmar su validez. Este autor señala que al someter el instrumento al juicio de los expertos, éstos respaldan a través de sus conocimientos previos, que el instrumento es adecuado para medir lo que se desea medir. Con base en este principio, se seleccionaron tres (3) doctores en el área de educación, docentes universitarios especialistas en investigación, a quienes se les hizo llegar un ejemplar del Instrumento acompañado por un Formato de Validación, la Tabla de Operacionalización de las Variables y el Formulario de Aprobación del Experto (ver Anexo C). El Dr. Alirio Dávila, el Dr. Arsenio Pérez y la Dra. Koraida Rojas debían tomar en cuenta los siguientes aspectos para emitir su veredicto:

- (d) **Pertinencia:** Correspondencia del Ítem con el Aspecto.
- (e) **Claridad:** Redacción precisa y sencilla del ítem.
- (f) **Congruencia:** Lógica interna del ítem.

Resultados de la Validación

Luego de realizar una revisión detallada del instrumento y completar el Formato de Validación, los evaluadores no presentaron ningún tipo de sugerencias o recomendaciones, consiguiendo la aprobación de los mismos.

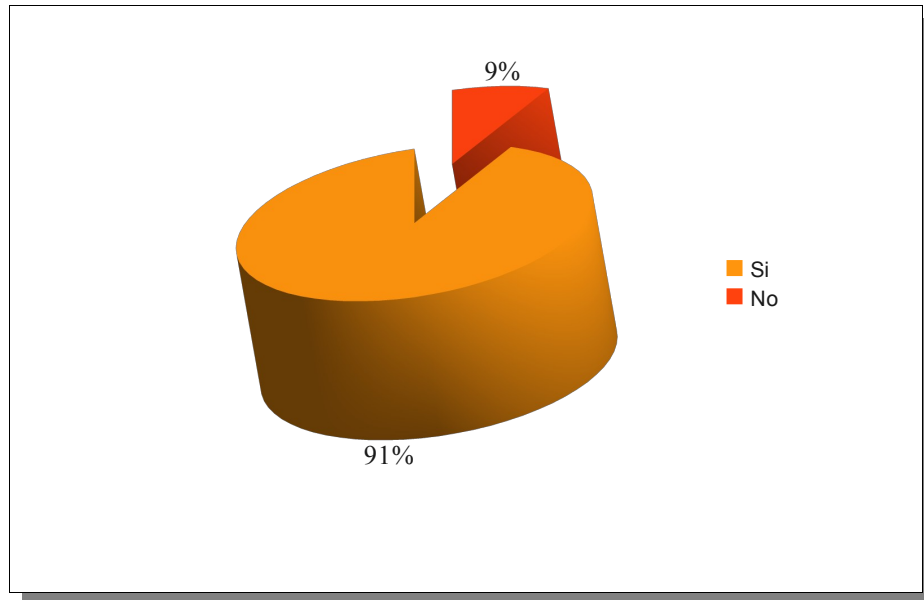
Aplicación de los Instrumentos

Para que el instrumento pudiera ser llenado por los sujetos de la muestra, se enviaron invitaciones electrónicas a sus buzones de correo y se esperó hasta que completaran las encuestas para poder iniciar con el proceso de análisis de los datos.

Resultados

A continuación se muestran las gráficas y se analizan e interpretan los resultados por cada uno de los ítemes del instrumento, luego de haber sido aplicados a la muestra.

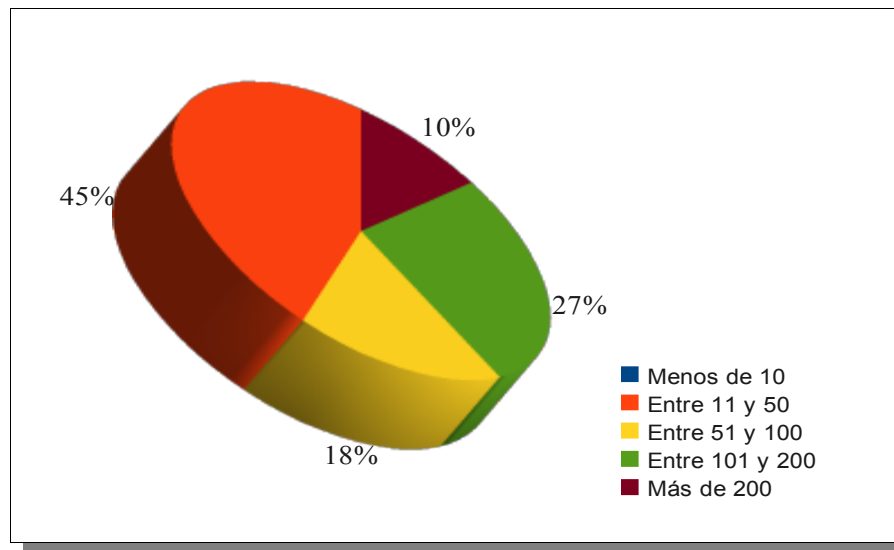
Ítem 1.- ¿Tiene algún Plan de Formación Docente en el Área de Educación a Distancia?



Gráfica 1: Plan de Formación Docente en EaD.
Fuente: El Autor.

Como se observa en la Gráfica 1, el 91% de las Instituciones de Educación Superior en Venezuela tienen un Plan de Formación Docente en el Área de Educación a Distancia, lo que asegura la preparación de la comunidad de dicha institución, en la producción de materiales didácticos electrónicos o digitales que se convertirán en OA potenciales, incrementando el número de elementos que alimentarán el acervo institucional y en consecuencia el repositorio.

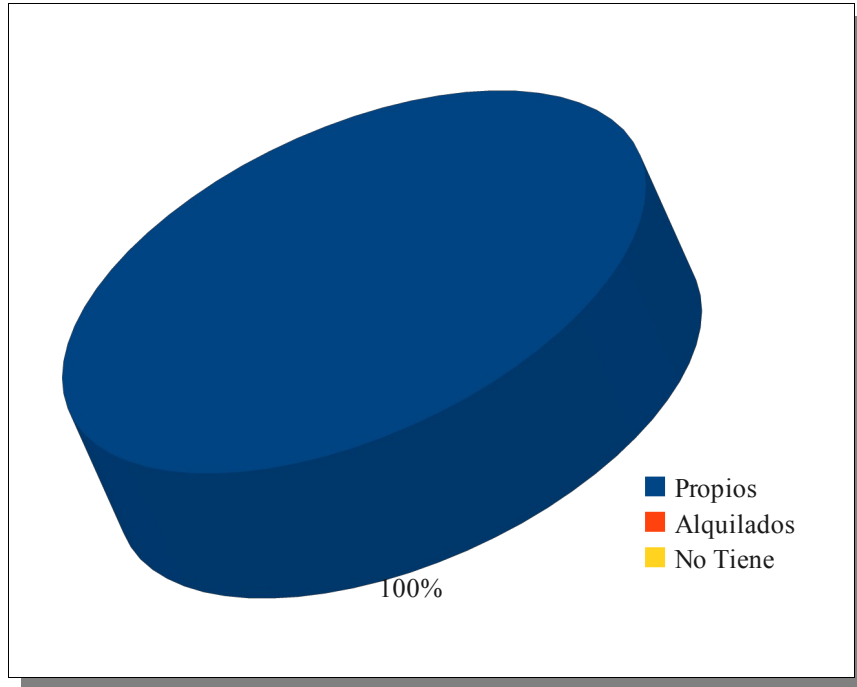
Ítem 2.- ¿Cuántos cursos en línea se encuentran publicados?



Gráfica 2: Cantidad de Cursos en Línea Publicados.
Fuente: El Autor.

Al observar la Gráfica 2 se puede notar que el 45% de las Instituciones de Educación Superior en Venezuela de la muestra tienen al menos once (11) cursos publicados, otro 45% más de cincuenta (50) cursos y un 10% más de doscientos (200) cursos. Este hecho sugiere que la comunidad educativa trabaja activamente en la producción OA. El número de cursos incrementará sustancialmente al poder contar con OA que permitan reutilizar material didáctico al conformar o ensamblar el curso. Estos OA estarán disponibles y serán de fácil acceso utilizando los recursos que proporcionará la Red Distribuida que plantea esta investigación.

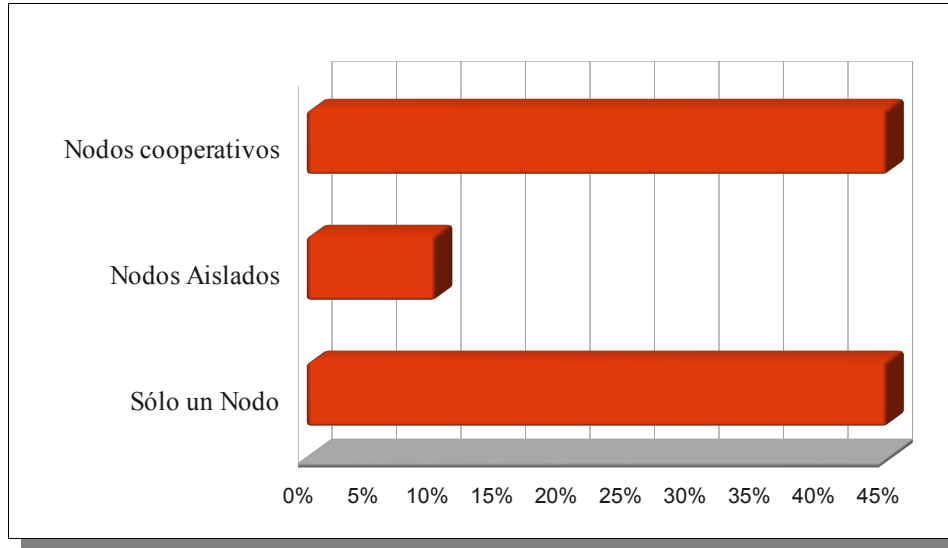
Ítem 3.- ¿De dónde provienen los Recursos Tecnológicos para hacer EaD en su institución?



Gráfica 3: Origen de los Recursos Tecnológicos disponibles para EaD.
Fuente: El Autor.

La gráfica anterior muestra que todas las Instituciones de Educación Superior en Venezuela (100% de la muestra) disponen de recursos tecnológicos propios para realizar sus actividades de EaD. Esto significa que tienen disponibilidad para convertirse en un nodo potencial dentro de la Red Distribuida de Repositorios. La disponibilidad de tales recursos resulta ser un elemento valioso que apoya la factibilidad técnica de esta investigación.

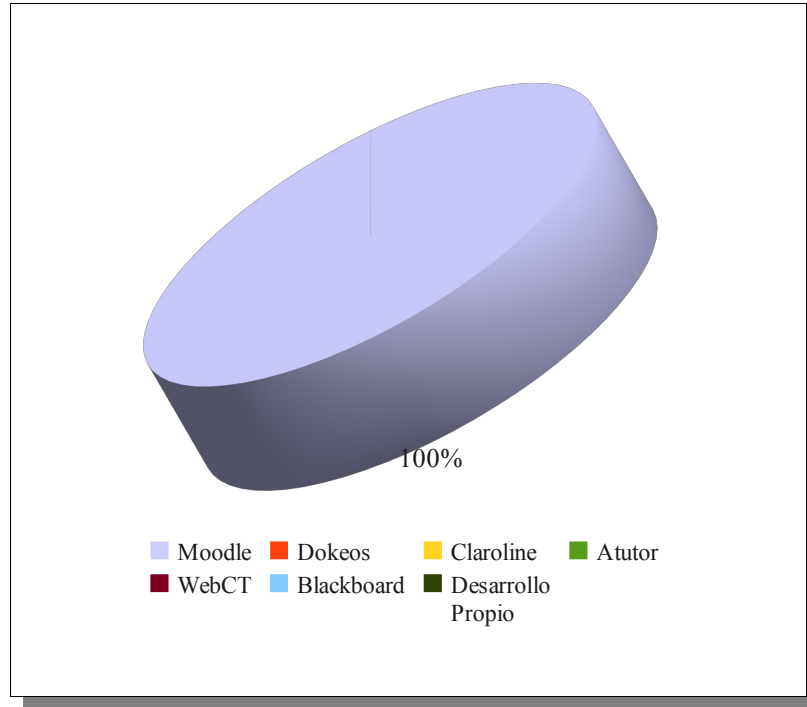
Ítem 4.- ¿Cómo está distribuida físicamente la Plataforma Tecnológica en su institución?



Gráfica 4: *Distribución Física de la Plataforma Tecnológica.*
Fuente: El Autor.

Con esta gráfica se puede observar si las instituciones de educación superior ya han experimentado algún mecanismo de interconexión entre nodos propios, lo que evidencia el hecho de que administran una red. La experiencia de casi la mitad (un 45%) de ellas es utilizar nodos cooperativos, pues muchas instituciones tienen núcleos o facultades en situaciones geográficas separadas que interconectan sus equipos mediante una red. Cada facultad o núcleo tiene recursos propios donde almacenar sus OA, por lo que instalar una interfaz interoperable beneficiará incluso sus procesos internos.

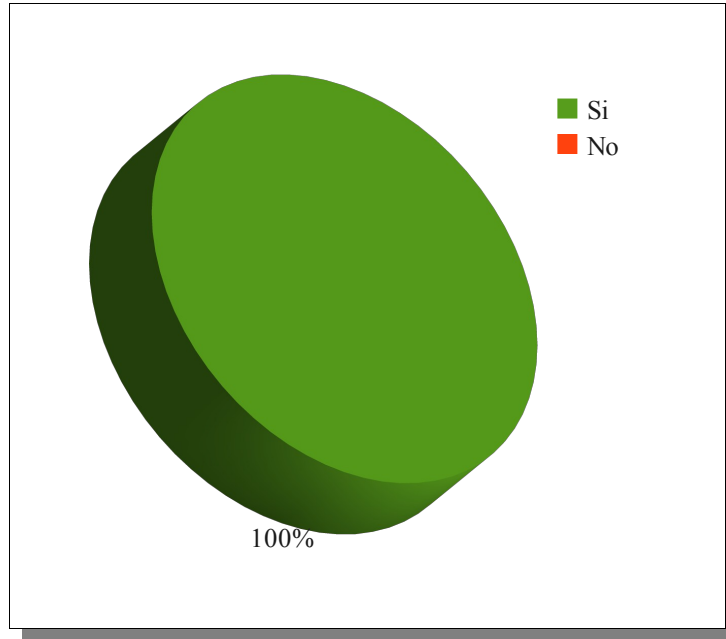
Ítem 5.- ¿Qué software utilizan para la gestión de cursos en línea?



Gráfica 5: Plataforma para la Gestión de Aprendizajes.
Fuente: El Autor.

Moodle se ha convertido un estándar *de facto* en la gestión de cursos en línea a nivel mundial y esta afirmación se pone en evidencia al observar la gráfica anterior con los resultados de la encuesta, pues el 100% de las instituciones de educación superior de la muestra utilizan este CMS. El hecho de que sea esa la herramienta más utilizada asegura el uso de estándares comunes para el despliegue de los OA y redunda en beneficios para la construcción y compartimiento de los mismos.

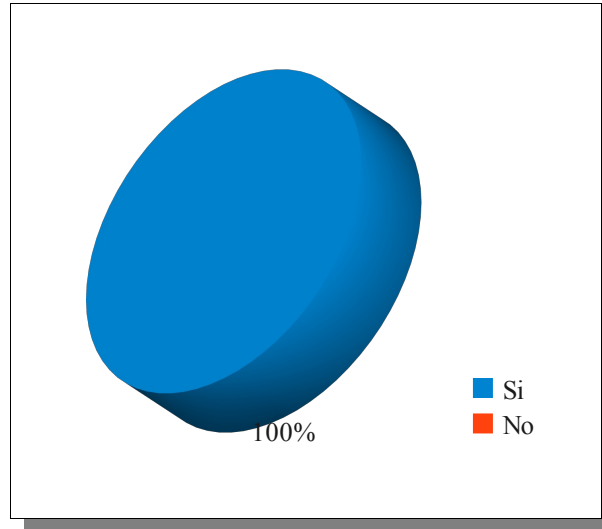
Ítem 6.- ¿Su institución dispone de acceso a Internet para hacer EaD?



Gráfica 6: Acceso a Internet para EaD.
Fuente: El Autor.

Tal como es de esperar, la gráfica anterior muestra que la totalidad (100%) de las Instituciones de Educación Superior en Venezuela disponen en su totalidad de acceso a Internet para hacer Educación a Distancia. El hecho de tener acceso a este recurso agrega un elemento valioso a la factibilidad técnica, asegurando que se disponga del recurso requerido para realizar los intercambios entre los nodos de la red distribuida.

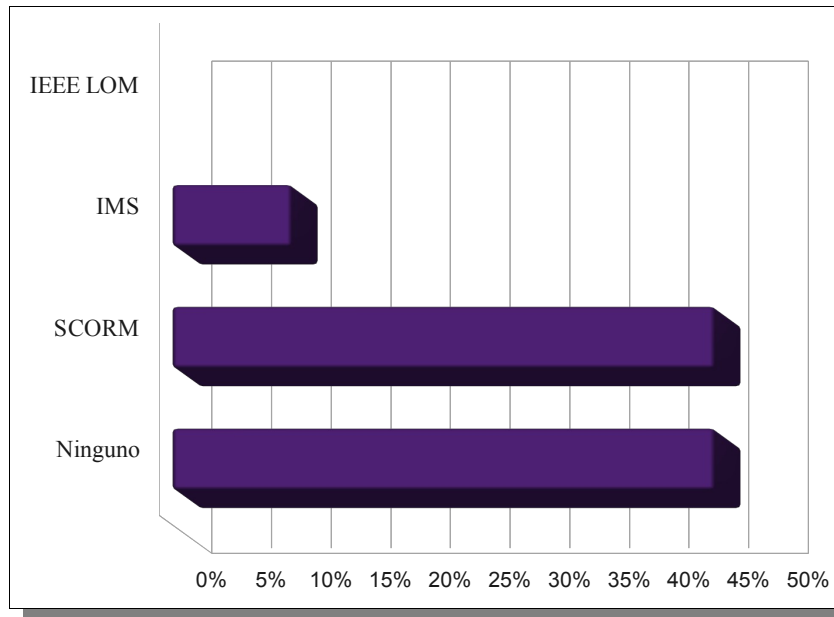
Ítem 7.- ¿En su institución se están produciendo Objetos de Aprendizaje?



Gráfica 7: Producción de OA.
Fuente: El Autor.

En la Gráfica 7 se puede observar que todas las Instituciones de Educación Superior en Venezuela (100% de la muestra) están trabajando en la elaboración de sus propios OA. Tomando como referencia la teoría de reutilización que caracteriza a estos últimos, el tiempo dedicado a la producción se podría invertir en nuevos elementos que no se puedan encontrar en la red, acortando los tiempos en los que se produce un curso nuevo. Este elemento se convertirá en una ventaja competitiva para aquellas instituciones que puedan ampliar su oferta académica con una mayor cantidad de oferta de cursos en línea.

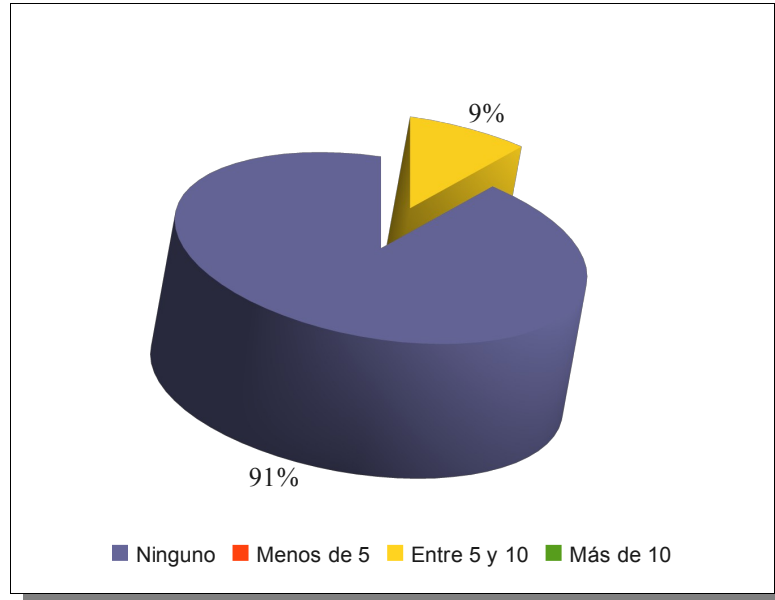
Ítem 8.- ¿Cuál estándar utilizan para la producción de los Objetos de Aprendizaje?



Gráfica 8: Estándares para la producción de OA.
Fuente: El Autor.

Aunque casi la mitad (45%) de la muestra indicó que no están usando estándares para producir sus OA, hay esfuerzos en un 55% de Instituciones de Educación Superior en Venezuela por utilizar alguno de ellos, los asegura la posibilidad de compatibilidad al compartir. Justamente, los dos estándares más utilizados coinciden con los estándares que maneja la herramienta de gestión de cursos en línea más usada en las Instituciones de Educación Superior en Venezuela: IMS y SCORM. Los OA producidos sin estándares pueden ser igualmente distribuidos, aunque las etiquetas educacionales y relacionales enriquecen los contenidos de dichos objetos, importantes al conformar unidades didácticas y cursos en línea.

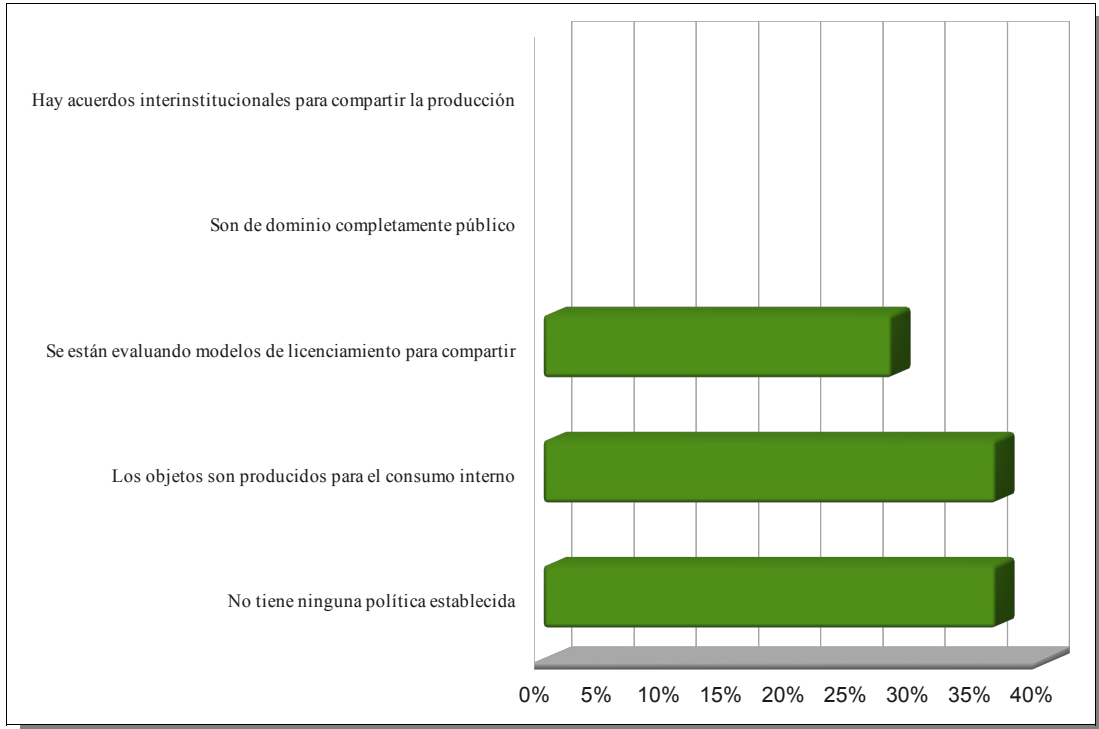
Ítem 9.- ¿Han realizado algún intercambio formal o informal de Objetos de Aprendizaje con otra institución?



Gráfica 9: Intercambio de OA.
Fuente: El Autor.

El intercambio de OA entre las casas de estudio constituye un elemento de vital importancia para reducir los tiempos de producción de cursos en línea. El hecho de tener la capacidad de reutilizar objetos producidos en casa o por otras instituciones permitirá avanzar a pasos agigantados en el desarrollo de la educación a distancia, convirtiéndose en una ventaja competitiva para aquellas instituciones que puedan adaptarse a los cambios. Lamentablemente, en la actualidad, un 91% de la muestra aseguró que no hay intercambios entre pares y, si los hay (un 9%), son incipientes, tal como lo muestra la Gráfica 9.

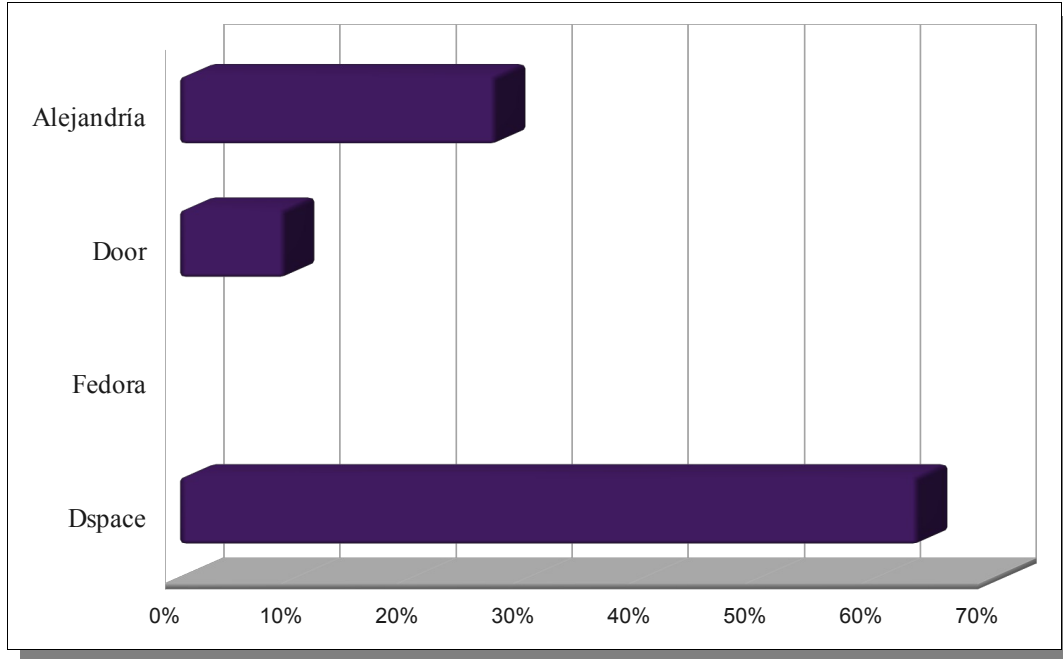
Ítem 10.- ¿Cuál criterio está utilizando la institución para compartir los Objetos de Aprendizaje producidos?



Gráfica 10: Políticas de Compartimiento de OA.
Fuente: El Autor.

La gráfica anterior refleja que las Instituciones de Educación Superior en Venezuela no están preparadas legalmente para realizar actividades de intercambio, ya que en un 70% de la muestra produce OA para su propio consumo o no tienen una política establecida. Sin embargo, un 30% de las instituciones han tenido iniciativas de evaluar modelos de licenciamiento que permitan establecer políticas coherentes para garantizar el trabajo colaborativo y la protección de la propiedad intelectual.

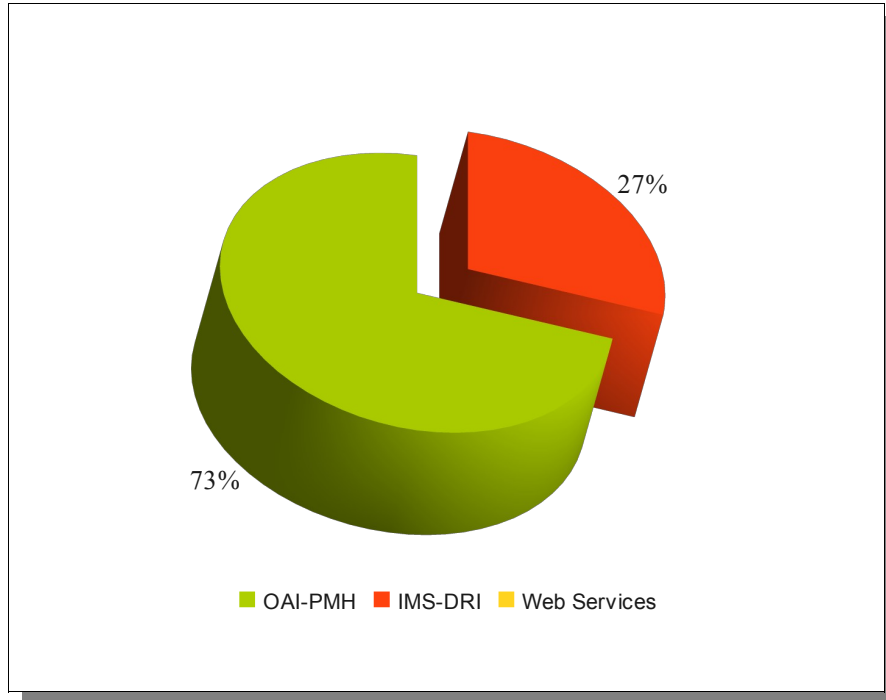
Ítem 11.- ¿Su institución está utilizando alguna herramienta de software para almacenar, buscar y recuperar los Objetos de Aprendizaje?



Gráfica 11: Software para la gestión del Repositorio de OA.
Fuente: El Autor

En la gráfica anterior se puede observar que la totalidad de los encuestados aseguran que están utilizando una herramienta para gestionar su Repositorio Institucional de OA. DSpace es la herramienta de software libre más común, con un 61% de las instituciones, aunque Alejandría, como software propietario, se puede encontrar en el 27% de instituciones.

Ítem 12.- ¿Qué protocolo para el intercambio digital de Objetos de Aprendizaje que están utilizando en su institución?



Gráfica 12: *Protocologos para el intercambio de OA.*

Fuente: El Autor.

La Gráfica 12 muestra los protocolos que están utilizando las Instituciones de Educación Superior en Venezuela de acuerdo a la información suministrada por los encuestados. A pesar que muchas casas no están compartiendo sus OA, las herramientas de gestión de repositorio están en capacidad de utilizar uno de estos protocolos. Como se puede observar, OAI-PMH es el protocolo de mayor difusión en las instituciones de educación superior, con un 73% de ellas.

Conclusiones del Diagnóstico

De acuerdo con el indicador que mide la Dimensión “Repositorios de Objetos

de Aprendizaje (ROA)”, se puede afirmar que existe gran cantidad de OA en las Instituciones Nacionales de Educación Superior en Venezuela, hecho que se pone en evidencia en los ítemes 1, 2, 3 y 7 de los resultados de la encuesta, al observar que más de un 90% de estas instituciones tienen Planes de Formación en el área de Educación a Distancia, que todas tienen varios cursos en línea publicados y que aseguran estar produciendo estos objetos. Los Planes de Formación representan OA potenciales, mientras que los cursos en línea publicados están conformados por unidades didácticas basadas en OA.

La creación de cursos en línea, la producción intelectual por investigación y los trabajos de ascenso de personal docente son una fuente indiscutible de OA y forman parte de la vida diaria de una Institución de Educación Superior. En esas condiciones se puede asegurar que se cuenta con materia prima suficiente para crear el acervo interinstitucional con dichos objetos.

Con respecto al indicador de Estándares, se puede afirmar que aunque muchas de las instituciones están utilizando la misma herramienta para la gestión de cursos en línea, lamentablemente la mayoría de los objetos no son producidos con estándares. Este hecho se confirma con los resultados de los ítemes 5 y 8 de la encuesta. Moodle es el LMS más utilizado, pero mucha de la producción no está siendo etiquetada con la metadata necesaria para crear un objeto de aprendizaje de calidad.

Por su parte, la dimensión Interoperación se midió con los indicadores Protocolos e Intercambio de OA. El primero de ellos recopilado en los ítemes 11 y 12 de la encuesta, muestra que el protocolo más difundido es OAI-PMH, seguido por IMS-DRI. Aunque estos protocolos no están siendo utilizados activamente para compartir objetos, muchas instituciones tienen un patrimonio que está siendo almacenado y organizado en un repositorio gestionado por una herramienta de software que utiliza protocolos estándares para la interacción, como OAI-PMH o

IMS-DRI. Este hecho redundará en beneficios para la implantación de la interfaz interoperable que se diseñó en esta investigación, pues facilitará el proceso de incorporación de las instituciones que tengan su repositorio, y las experiencias de éstas servirán como guía para aquellas que van empezar desde cero.

El otro indicador que mide la Dimensión “Interoperación” es el Intercambio de OA. Después de analizar los resultados de las encuestas en los ítems 4, 6, 9 y 10, se puede observar que las Instituciones Nacionales de Educación Superior en Venezuela están trabajando aisladas y que hay pocas iniciativas para realizar procesos de intercambio y compartimiento de la producción de OA. Sin embargo, en vista que la totalidad de las instituciones disponen de acceso a Internet, una vez que se hayan definido las políticas para compartir, la capacidad de intercambio aumentará.

Recomendaciones

1. Usar estándares para crear los OA. Se debe capacitar al recurso humano encargado de la producción de los materiales didácticos para que etiqueten y describan apropiadamente los OA. Aunque el objeto puede igualmente ser usado sin esta información, la metadata para describir parámetros educacionales es vital para garantizar que el objeto pueda ser utilizado apropiadamente, y que pueda ser encontrado y recuperado con facilidad.
2. Se sugiere la instalación de repositorios en aquellas Instituciones de Educación Superior en Venezuela que aún no lo tengan y que se vayan a incorporar al proyecto. Para participar activamente la red distribuida es requisito indispensable tener un repositorio cargado con los OA que le pertenezcan a la institución.
3. Anticipándose a la llegada de la Interfaz Interoperable, las instituciones deben

adoptar políticas institucionales que difundan y faciliten el trabajo colaborativo entre iguales y adoptar un modelo de licenciamiento para los OA producidos. Unir esfuerzos y promover la universalidad del conocimiento como patrimonio humano debe ser el espíritu que prevalezca entre las instituciones.

Fase 2: Estudio de Factibilidad

En esta fase se determinaron las condiciones propicias que deben prevalecer en el entorno institucional local y nacional para la implantación de la propuesta del diseño que sugiere esta investigación. Para ello se consideraron los siguientes aspectos:

- (a) **Sociales:** Partiendo de la premisa de que el conocimiento es un bien público que le pertenece a la humanidad, se deriva la posibilidad de disponer de un patrimonio de recursos de aprendizaje abiertos en medios electrónicos donde repose un sin fin de OA, que beneficien no solo a la comunidad educativa, sino a toda la población en general. De esta manera se podrá crear un acervo o patrimonio invaluable, numeroso y diverso de OA que beneficien al colectivo.
- (b) **Legales:** Son muchas las instituciones educativas de carácter privado que han invertido en la producción de material didáctico, por lo que pudieran surgir inconvenientes al momento de compartir públicamente la producción. Se debe gestionar un modelo de licenciamiento para los OA, de tal forma que se puedan incluir todas las Instituciones de Educación Superior de Venezuela dentro de la Red Nacional Distribuida de Repositorios. Como se pudo observar en las encuestas, muchas instituciones están evaluando los modelos de licenciamiento para compartir la producción, por lo que se considera

legalmente factible siempre y cuando las instituciones definan políticas claras para compartir.

- (c) **Económicos:** Aunque la propuesta de la interfaz en esta investigación llegó hasta el diseño de la misma y que una implantación puede realizarse con herramientas de software gratuito de libre acceso, se consideraron los elementos económicos que pudieran afectar el diseño de la propuesta. Sin embargo, la mayoría de las Instituciones de Educación Superior en Venezuela disponen de recursos propios para alojar la plataforma, por lo que no es necesario realizar inversiones para poner a funcionar un nodo de la red distribuida.
- (d) **Técnica/Operativa:** Se tomaron en cuenta los elementos de carácter operativo que intervienen en la implantación del diseño, como por ejemplo plataforma tecnológica, personal para la gestión operativa y conexión a la red. En vista de que las encuestas sugieren que las Instituciones de Educación Superior en Venezuela cuentan con esos recursos, se considera técnicamente factible la implantación de la red distribuida.
- (e) **Institucional:** Se consideraron las políticas institucionales que favorecen el crecimiento del acervo de recursos de aprendizaje abiertos para la producción de cursos en línea de las mismas. Este factor es determinante en la implantación ya que define las orientaciones que tiene la institución respecto al diseño que sugiere la investigación. La mayoría de las Instituciones de Educación Superior en Venezuela tienen unidades organizacionales dedicadas a la educación a distancia, centros de documentación y bibliotecas. Estas unidades delimitan las directrices con las que se fortalecerá el acervo de recursos de aprendizaje compartido. Por esta razón, se considera institucionalmente factible la puesta en marcha de la red distribuida.

Todos los argumentos expuestos anteriormente hacen que el proyecto sea totalmente factible, asegurando la viabilidad para la implantación de la interfaz interoperable en las Instituciones Nacionales de Educación Superior de Venezuela que abrirá el camino para crear un patrimonio de recursos educativos abiertos que beneficien al colectivo universitario.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL ESTUDIO

Justificación

La creación de OA en las instituciones de educación superior es un hecho indiscutible producto de la necesidad de elaborar materiales didácticos para preparar los contenidos de los cursos en línea. Por otra parte, los trabajos de investigación, trabajos de ascenso y toda la producción intelectual que se desarrolla en dichas instituciones pueden ser catalogadas y etiquetadas para ser utilizadas como OA. Este hecho asegura la existencia de un patrimonio de recursos de aprendizaje abiertos que tienen que ser guardados en un repositorio que facilite la recuperación y búsqueda de esos objetos.

Muchas instituciones tienen un repositorio institucional funcionando, con grandes volúmenes de información. Sin embargo, el trabajo aislado hace que el material esté disponible sólo para las personas que conocen la existencia de tal repositorio.

Por otra parte, la reciente incorporación de las instituciones de educación superior a la modalidad de Educación a Distancia apoyadas en las TICs, obliga a la producción de material didáctico en formato digital. Dado que los contenidos de las unidades didácticas para asignaturas de programas de estudio específicas son, en principio, los mismos, la reutilización de ese material didáctico juega un papel fundamental en la reducción de tiempo y preparación de los cursos en línea. Esta

premisa debe formar parte de las políticas institucionales con respecto a la Educación a Distancia y estar avalada por un marco legal que respalde la propiedad intelectual e institucional.

La puesta en funcionamiento de la interfaz interoperable generará un uso intensivo de los recursos tecnológicos institucionales para las diferentes áreas de investigación, creando comunidades interinstitucionales sobre tópicos de interés específicos. Muchas instituciones de educación superior están subutilizando sus recursos por no ejecutar proyectos que exploten al máximo la potencialidad de sus equipos y la red.

Además de lo mencionado anteriormente, habrá una alta disponibilidad de recursos académicos para facilitar el acceso a diversidad de materiales didácticos, tanto para los productores de cursos en línea, como para los facilitadores y estudiantes. Esa diversidad de materiales podrán ser seleccionados y adaptados de acuerdo a los diferentes tipos de aprendizaje. Con tantos recursos y OA, los tiempos de espera para acceder a materiales didácticos alojados en otras instituciones se reducirá sustancialmente y, aunque el material no esté disponible en formato digital, al menos se podrá encontrar la referencia para acceder al material en físico.

Todas las afirmaciones anteriores ponen en evidencia la necesidad de crear una interfaz interoperable para establecer mecanismos de intercambio que permitan compartir los OA almacenados en los repositorios de cada institución.

Objetivos

General

Diseñar una solución de software para la interfaz interoperable de repositorios de OA basadas en protocolos estándares y soportada por tecnologías abiertas.

Específicos

1. Identificar los requisitos de la interfaz interoperable.
2. Describir las funcionalidades de la solución de software para la interfaz interoperable.
3. Diseñar la arquitectura de la aplicación.
4. Especificar los componentes y establecer los mecanismos de interacción.

Descripción de la Propuesta

Introducción

Luego de mostrar el estado del arte de los sistemas de formación basados en web y los elementos que participan en las redes distribuidas, se muestra a continuación una arquitectura de software para la construcción que ayude a resolver el problema planteado, resumido en la reutilización de los OA y la interoperabilidad de los repositorios institucionales. Se analizó la funcionalidad básica que debe implementar la *Arquitectura del Sistema de Software*³³, así como los actores

³³ La *Arquitectura de Sistemas de Software* es el conjunto de decisiones significativas acerca de la organización de un sistema, la selección de sus elementos estructurales y las interfaces que

implicados en la misma, y sus relaciones, para finalmente proporcionar un conjunto de capas que componen la arquitectura y describen sus componentes.

Por otra parte, los modelos constituyen una representación total o parcial del sistema original, con los que se puede lograr un nivel de abstracción que permita resolver el problema planteado. Por esta razón, se identificaron los requisitos y actores del sistema y se construyeron diagramas para representar las funcionalidades y las relaciones de éstos, utilizando para ello *UML*³⁴.

Especificación de Requisitos Generales

A continuación se muestra una tabla con el resumen de requisitos funcionales generales, que tiene que cumplir la arquitectura:

componen el sistema, junto con la colaboración entre los elementos estructurales y la descomposición en subsistemas según el funcionamiento de estos elementos.

³⁴ *UML (Unified Modeling Language)*, siglas en inglés que representan el Lenguaje de Modelado Unificado.

Requisitos	Descripción
R1	Realizar la búsqueda de contenidos.
R2	Realizar la catalogación de contenidos.
R3	Proporcionar los contenidos solicitados.
R4	Realizar el intercambio de contenidos entre repositorios.
R5	Realizar la publicación de contenidos.
R6	Definir un conjunto de metadatos común, que se adapte a los estándares existentes como LOM, SCORM o IMS.
R7	Realizar la conversión de metadatos para adaptarlos a la especificación del solicitante de contenidos.
R8	Realizar un catálogo de los repositorios que forman parte de la red.
R9	Realizar la integración con plataformas de aprendizaje.
R10	Realizar el registro de usuarios.
R11	Realizar la autenticación de usuarios.
R12	Gestionar los derechos de los contenidos.

Tabla 3: *Especificación de Requisitos Generales.*
Fuente: Resultado de las Mesas Técnicas de Trabajo (2009).

Actores

Antes de describir cada uno de los requisitos en forma de casos de uso es necesario detallar a los actores que participan en el sistema. En la especificación de IMS DRI (Digital Repository Interoperability), existen roles predeterminados que pueden tomar los usuarios de los repositorios digitales y que, por tanto, serán los mismos que interactúen con la red distribuida; estos roles son: Bibliotecario, Contribuyente, Prestatarios, Usuarios Casuales, Administrador y Agentes Software.

1. **Bibliotecario:** Corresponde directamente al propio sistema, que será el encargado de la catalogación y gestión de los repositorios y su contenido docente; por lo tanto, representa un rol interno del sistema.
2. **Contribuyente (Rol especial):** Tal y como se explica en IMS (2003) son aquellas personas que introducen los recursos (OA) en el repositorio y se encargan de la generación de metainformación. En nuestro caso es aquel que registra su repositorio en el sistema y por tanto, de forma indirecta, da acceso a su contenido.
3. **Prestatarios:** Corresponde con aquellos elementos que adquieren OA de los repositorios registrados en el sistema de manera regular, y que pueden personalizar la interfaz con la que interactúan con el repositorio; así como preservar y dejar constancia de las búsquedas realizadas en las sesiones con el repositorio.
4. **Usuarios Casuales:** Representan usuarios invitados que pueden tener permisos para buscar, explorar o descargar objetos del repositorio pero sin tener su espacio personalizado propio. Generalmente estos usuarios no tienen que estar registrados como usuarios habituales.

5. **Administrador:** tiene la responsabilidad de gestionar los usuarios del repositorio y establecer la configuración del nodo de la red.
6. **Agente de Software:** Representa cualquier sistema que puede consultar el repositorio y descargar contenidos de un nodo de la red.

Casos de Uso

Para describir cada uno de los casos de uso correspondientes a los requisitos funcionales presentados anteriormente vamos a utilizar la siguiente plantilla, basada en la utilizada por IMS (2003) en DRI para describir sus casos de uso:

Funcionalidad	Nombre del Caso de Uso
Objetivo	Descripción informal de los objetivos.
Actores	Nombre de los principales actores que intervienen: principales y secundarios.
Precondiciones	Condiciones que deben cumplirse para que pueda llevarse a cabo.
Flujo Básico	Secuencia de pasos que deben llevarse para que se desarrolle con éxito.
Flujo Alternativo	Puntos de Extensión.

Tabla 4: *Plantilla para la Definición de los Casos de Uso.*
Fuente: IMS (2003)

Utilizando la plantilla anterior, a continuación se documenta cada una de las funcionalidades:

Funcionalidad	Realizar la Búsqueda de Contenidos
Objetivo	Buscar contenidos educativos a través de diversos repositorios distribuidos.
Actores	Prestatarios, usuarios casuales, agentes software y bibliotecario.
Precondiciones	Detallar la metainformación de los contenidos a buscar.

Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificar el estándar utilizado por el cliente (SCORM, IMS, etc.). 2. Rellenar un formulario con los campos educativos más significativos. 3. Crear una Consulta SQI con los campos y datos solicitados por el usuario. 4. Realizar la búsqueda en los repositorios mediante una consulta Peer-to-Peer, preguntando a sus vecinos inmediatos por el contenido del Documento XML que se pasa como mensaje. 5. Catalogar los contenidos obtenidos en la búsqueda. 6. Convertir el estándar de metadatos de los contenidos de los recuperados de los repositorios, si son distintos a los del solicitante. 7. Presentar los resultados de la búsqueda al solicitante.
Flujo Alternativo	<p>Si se produce un error en el proceso de búsqueda se le comunicará al usuario.</p> <p>Si no se encuentra ningún contenido que coincida con los parámetros de búsqueda se le comunicará al usuario.</p>

Funcionalidad	Realizar la catalogación de contenidos
Objetivo	Catalogar los contenidos educativos de diversos repositorios distribuidos
Actores	Bibliotecario
Precondiciones	Haber realizado una búsqueda en la que existan resultados
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la búsqueda en los repositorios. 2. Descartar objetos de aprendizaje duplicados. 3. Descartar objetos de aprendizaje con bajo índice de coincidencia. 4. Clasificar los objetos por el índice de coincidencia.
Flujo Alternativo	Si se produce un error en el proceso de catalogación se le comunicará al usuario.

Funcionalidad	Proporcionar los contenidos solicitados
Objetivo	Poder descargar los contenidos educativos desde diversos

	repositorios.
Actores	Prestatarios, Usuarios Casuales, Agentes de Software y Bibliotecario.
Precondiciones	Haber realizado una búsqueda en la que existan resultados.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar una búsqueda en los repositorios. 2. Catalogar los contenidos obtenidos en la búsqueda. 3. Presentar al cliente los resultados de la búsqueda. 4. Descargar los objetos de aprendizaje.
Flujo Alternativo	Si se produce un error en el proceso se le comunicará al usuario.

Funcionalidad	Proporcionar el intercambio de contenidos entre repositorios
Objetivo	Poder descargar los contenidos educativos de diversos repositorios distribuidos e integrarlos en un repositorio exterior.
Actores	Prestatarios, usuarios casuales, agentes software y bibliotecario.
Precondiciones	Haber realizado una búsqueda en la que existan resultados y haber descargado los contenidos.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la búsqueda en todos los repositorios. 2. Catalogar los contenidos obtenidos en la búsqueda. 3. Presentar al cliente los resultados de la búsqueda. 4. Descargar los objetos de aprendizaje. 5. Integrar los objetos de aprendizaje en un repositorio local o en un LMS.
Flujo Alternativo	Ninguno.

Funcionalidad	Realizar la publicación de contenidos
Objetivo	Localizar nodos P2P para enviar los objetos de aprendizaje.
Actores	Contribuyente, Bibliotecario
Precondiciones	Ser el propietario de un repositorio de objetos de aprendizaje.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar el nodo dentro de la red. 2. Localizar los nodos más próximos. 3. Almacenar la lista de nodos cercanos que respondan a las

	solicitudes de la interfaz interoperable.
Flujo Alternativo	Si se produce un error al ubicar el repositorio en la red, se le comunica al usuario.

Funcionalidad	Definir un conjunto de metadatos común, adaptado a los estándares existentes, como SCORM, IMS o LOM
Objetivo	Definir un conjunto de campos con metainformación común a la gran mayoría de especificaciones, adaptable y evolutivo, que facilite la búsqueda de contenidos y la conversión entre estándares.
Actores	Administrador.
Precondiciones	Ninguna.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar los campos de metainformación más utilizados e importantes de las diversas especificaciones. 2. Clasificar los campos por categorías. 3. Crear un archivo de descripción XML con las categorías y los campos seleccionados. 4. Permitir modificar el archivo para futuras ampliaciones o nuevas especificaciones.
Flujo Alternativo	Ninguna.

Funcionalidad	Realizar la conversión de metadatos para adaptarlos a las especificaciones del solicitante de contenidos
Objetivo	Permitir la conversión de los metadatos de un objeto de aprendizaje del estándar utilizado en el repositorio origen al necesitado por el cliente.
Actores	Bibliotecario
Precondiciones	Ninguna.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la especificación de metadatos que utiliza el cliente. 2. Determinar la especificación de metadatos de cada uno de los objetos de aprendizaje que se obtuvieron en la búsqueda.

	3. Si alguna especificación de los metadatos de los objetos de aprendizaje no coincide con la utilizada por el cliente, realizar la respectiva conversión.
Flujo Alternativo	Si se produce algún error en el proceso de conversión se le notificará al usuario.

Funcionalidad	Facilitar la integración con plataformas de aprendizaje
Objetivo	Permitir el acceso la red desde una plataforma de aprendizaje.
Actores	Agentes de Software.
Precondiciones	Ser el administrador de una plataforma de aprendizaje.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer la URL de uno de los nodos para realizar las búsquedas. 2. Permitir el acceso a la red desde la plataforma de aprendizaje. 3. Realizar búsquedas de contenido o registrar el repositorio de la plataforma
Flujo Alternativo	Ninguna.

Funcionalidad	Realizar el registro de usuarios
Objetivo	Registrar de usuarios de la red.
Actores	Prestatarios, Contribuyentes, Agentes de Software y Administrador.
Precondiciones	Los nombres de usuario deben ser únicos en el nodo de la red.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar el nombre del usuario y la contraseña al cliente para su registro en la red. 2. Comprobar el nombre del usuario para evitar duplicados. 3. Activar la cuenta del usuario con el perfil correspondiente. 4. Realizar acciones de administración básicas: Incluir, Modificar y Eliminar.
Flujo Alternativo	Si existe un registro con el nombre de usuario igual al que se desea registrar se mostrará un mensaje de error.

Funcionalidad	Realizar la autenticación de usuarios
Objetivo	Validar las credenciales para iniciar sesión en el sistema.
Actores	Prestatarios, Contribuyentes, Agentes de Software, Administrador
Precondiciones	El cliente debe estar registrado.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pedir los datos de autenticación (nombre de usuario y contraseña). 2. Comprobar el nombre de usuario y contraseña en el sistema. 3. Cargar el perfil de usuario.
Flujo Alternativo	Si no coinciden las credenciales suministradas con algún registro en el sistema, se notificará del error. Se permitirá el acceso restringido a usuarios invitados.

Funcionalidad	Gestionar los derechos de los contenidos
Objetivo	Determinar qué contenidos están sujetos a Derechos de Autor y si es necesario el pago por su uso.
Actores	Prestatarios, Contribuyentes, Agentes de Software y Bibliotecario.
Precondiciones	Los objetos de aprendizaje deben estar etiquetados con información sobre sus derechos y licencias de uso.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El contribuyente debe determinar qué contenidos de su repositorio están sujetos a derechos de autor utilizando los metadatos correspondientes. 2. El bibliotecarios cuando recupera los objetos de aprendizaje de los repositorios determina cuáles están sujetos a derechos de autor y cuáles son sus costos asociados. 3. Cuando se presenta la clasificación final de los resultados de una búsqueda se indicarán estos datos y si es necesario se cobrará por los contenidos.
Flujo Alternativo	Si un usuario debe pagar por acceder a un objeto de aprendizaje, no se permitirá la descarga hasta que se hayan activado los mecanismos de pago correspondientes.

Funcionalidad	Registrar la traza de las operaciones que se realizan en el sistema
Objetivo	Guardar en un archivo de registro (<i>log</i>) todas las acciones que se desencadenan cada vez que un actor realiza una operación con el sistema.
Actores	Todos.
Precondiciones	Realizar alguna acción.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si no existe el archivo de log, se debe crear. 2. Si existe este archivo, añadir nuevas entradas con la información de la operación realizada. 3. Realizar acciones de administración básica: búsqueda y eliminación.
Flujo Alternativo	Ninguno.

En la Figura 7 se representa el diagrama UML de los casos de uso generales y todos los actores implicados. La Figura 8 y la Figura 9 muestran en detalle los dos casos de uso que se consideran más destacados, ya que como lo señala Larman (2001), lo importante de los casos de uso no son los diagramas sino la explicación textual de los mismos.

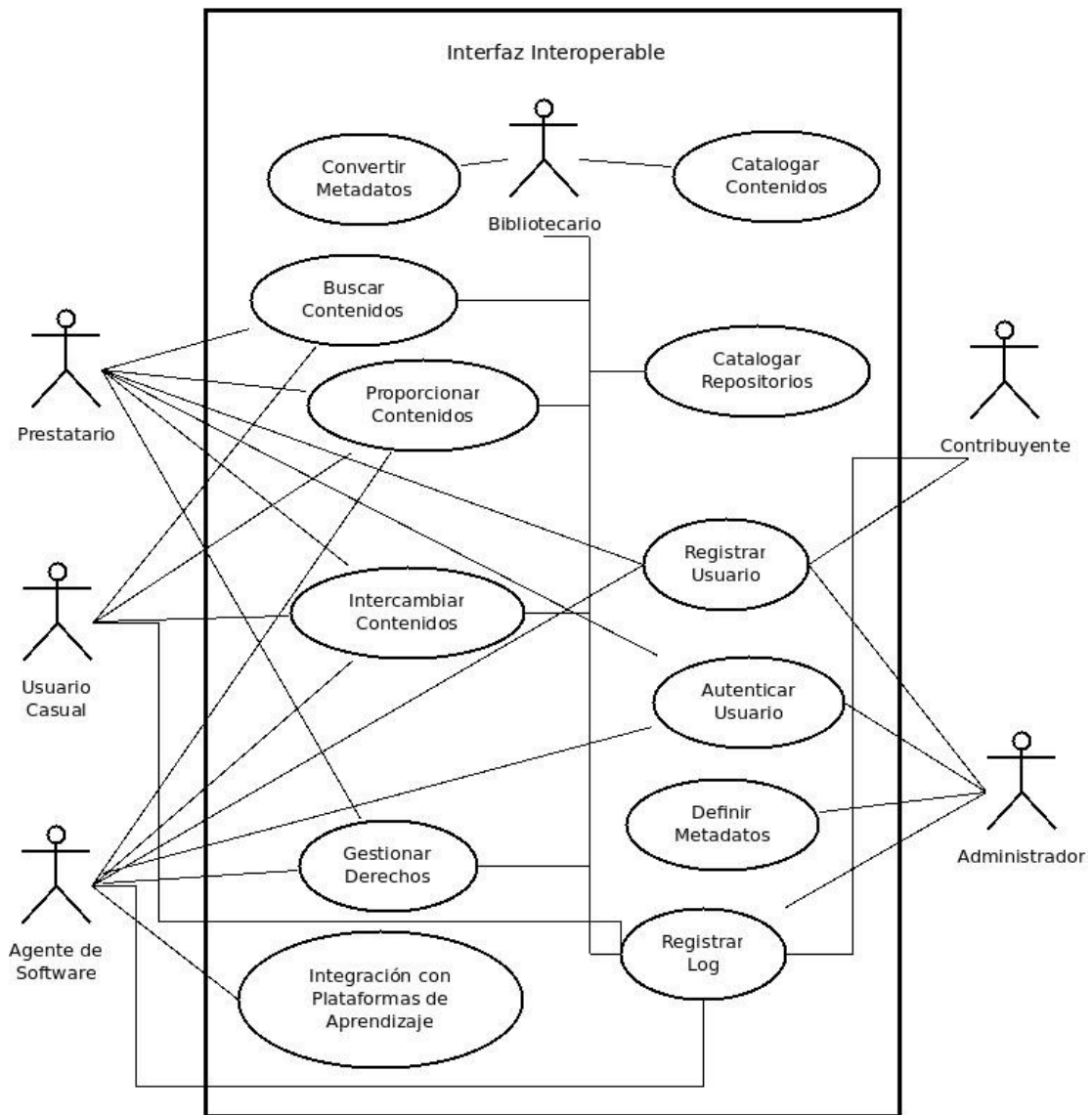


Figura 7: Diagrama de Casos de Uso Generales.
 Fuente: El Autor.

El primer caso de uso más importante (Figura 8) es el de la búsqueda de contenidos en el sistema, correspondiente al requisito R1. Esta acción desencadena una búsqueda entre pares de nodos en los diversos repositorios distribuidos a través

de un servicio asociado a cada uno de los repositorios que previamente se han ubicado gracias a los algoritmos de localización de nodos del protocolo P2P.

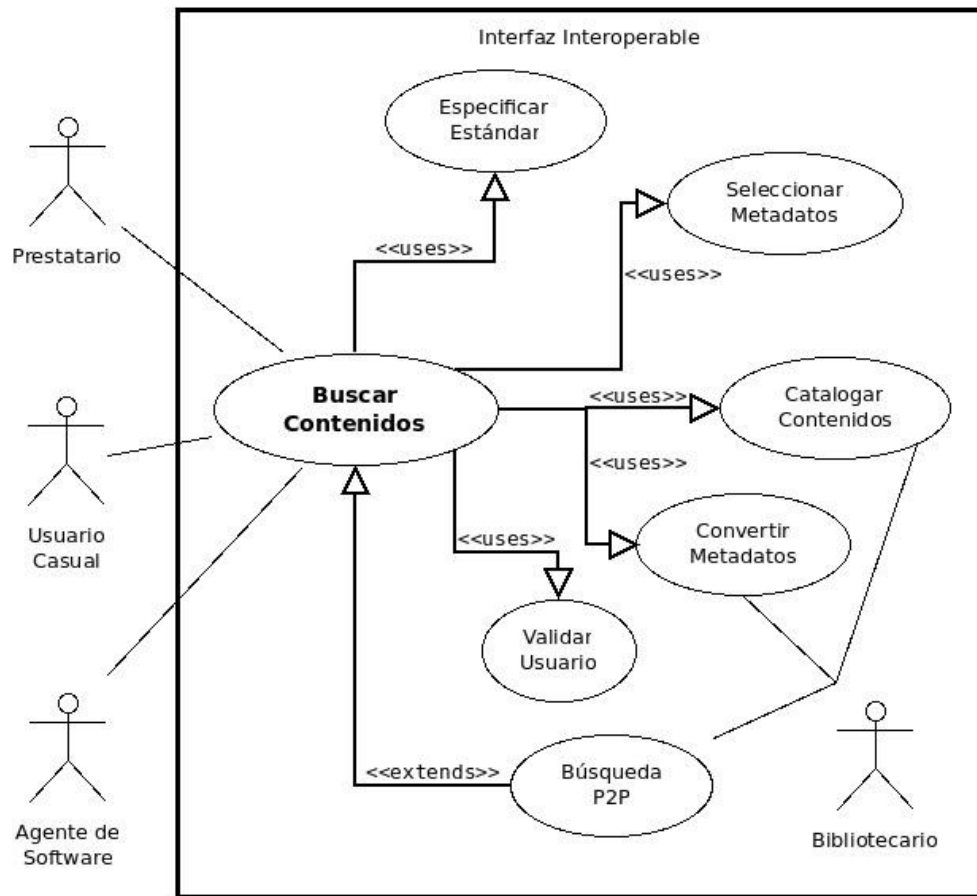


Figura 8: Caso de Uso: Búsqueda de Contenido.
Fuente: El Autor.

El siguiente caso de uso (Figura 9) es el que describe cómo se pueden publicar contenidos en el sistema, correspondiente al requisito R5. Para ello lo que se necesita es que el Contribuyente registre su repositorio en la red, donde quedará catalogado. Los pasos previos para poder hacerlo, es haber puesto en funcionamiento el algoritmo

de localización de nodos del protocolo P2P, que permitirá ubicar el nodo cuando sea requerido por cualquier otro vecino.

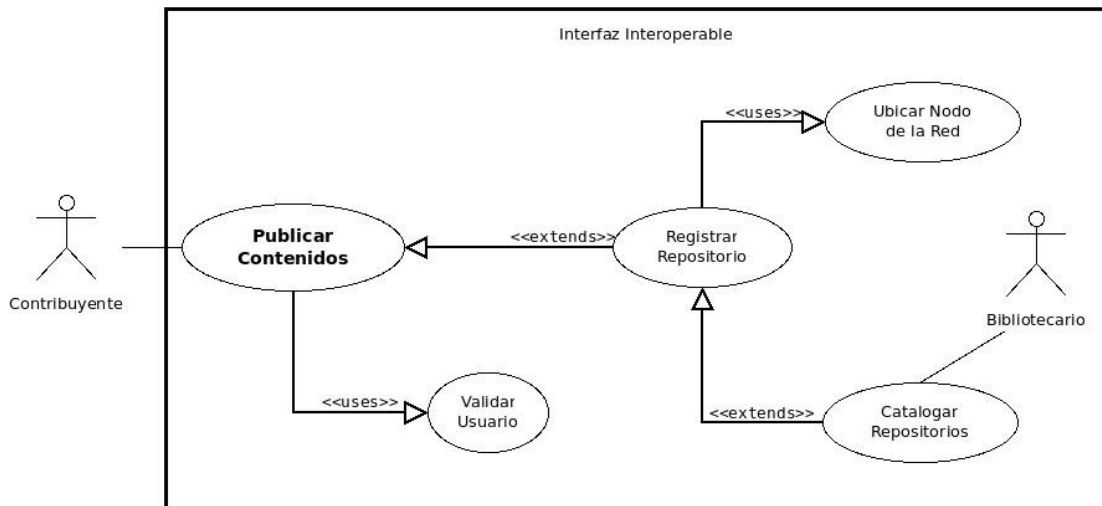


Figura 9: Caso de Uso: Publicación de Contenido.
Fuente: El Autor.

Modelo del Dominio del Problema

El modelo del dominio del problema muestra los conceptos más importantes representados en forma de clases del dominio. Para el caso de este diseño el problema a resolver consiste en la reutilización de OA que residen en repositorios distribuidos, haciendo interoperables estos repositorios.

Como se aprecia en la Figura 10 se ha considerado que la Interfaz Interoperable para ROA está compuesta por un conjunto de repositorios que relaciona y un conjunto de usuarios del sistema. Estos repositorios contienen OA que a su vez están compuestos por contenidos docentes en formato digital y metadatos que

describen estos contenidos utilizando una especificación determinada como LOM, SCORM o IMS.

Las operaciones principales que se pueden llevar a cabo en el sistema son las de realizar búsquedas y publicar contenidos. La operación de búsqueda desencadena una serie de acciones detalladas en los casos de uso, cuya principal característica es la de realizar una búsqueda distribuida en la red P2P de los diversos nodos donde se encuentran los repositorios. La operación de publicación de contenidos en el sistema consiste en registrar y catalogar un repositorio y, por lo tanto, dar acceso a los OA que contiene.

Como se puede apreciar en el diagrama cada repositorio tendrá sus propias operaciones de búsqueda y publicación. Por lo tanto cuando el sistema realiza una búsqueda en un repositorio realmente se está llamando a la operación de búsqueda interna del repositorio en cuestión y este a su vez contactará a los nodos vecinos para delegar y distribuir la búsqueda.

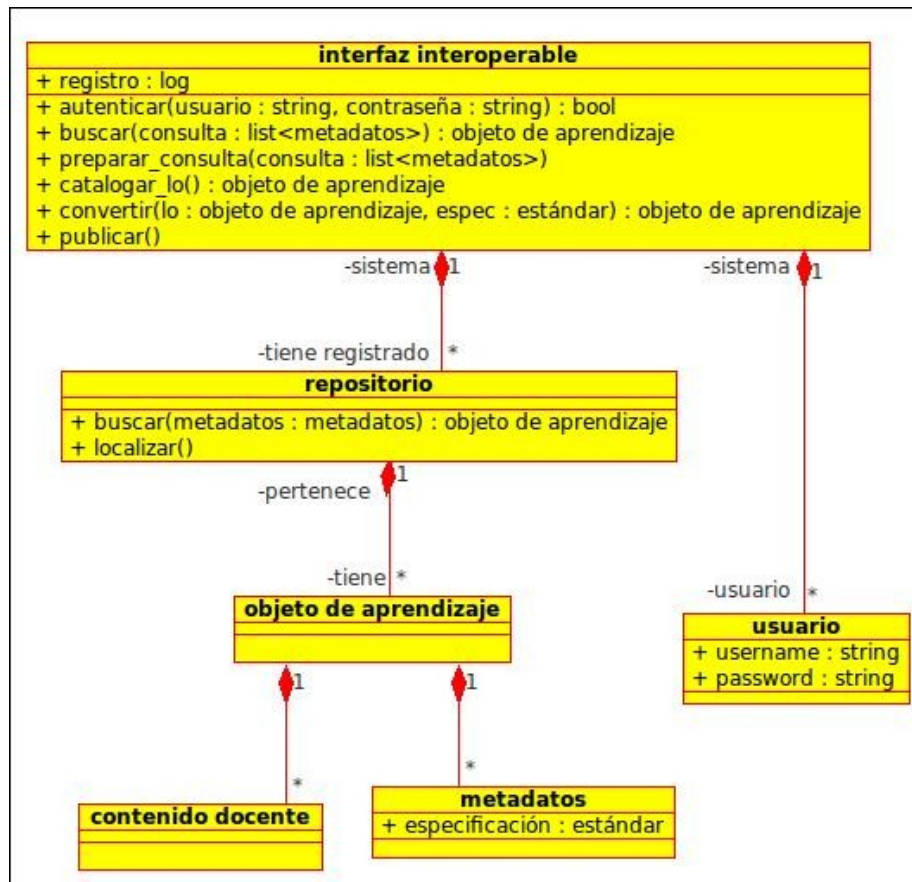


Figura 10: Modelo del Dominio: Diagrama de Clases.
Fuente: El Autor.

Diagramas de Interacción

Para completar el estudio de la funcionalidad que ha de ser soportada por la arquitectura propuesta, presentaremos los diagramas de interacción (a través de diagramas de secuencia) que corresponden con las acciones más importantes en el sistema, que son la de búsqueda y publicación de contenidos.

En la Figura 11 se muestra el diagrama de secuencia para la búsqueda de contenidos. En este caso el usuario lo primero que realiza es la autenticación en la

interfaz interoperable (se supone que es un usuario registrado) y, a continuación, le envía un mensaje para que active la operación de búsqueda con la información sobre los metadatos que le interesan y la especificación que utiliza. El sistema redirige la búsqueda hacia uno de los nodos de los repositorios distribuidos que le devolverán los OA coincidentes con los metadatos seleccionados. Una vez que se han recibido los OA realizará su catalogación y conversión en la especificación de metadatos esperada por el usuario, y por último le devolverá los OA como resultado de la búsqueda.

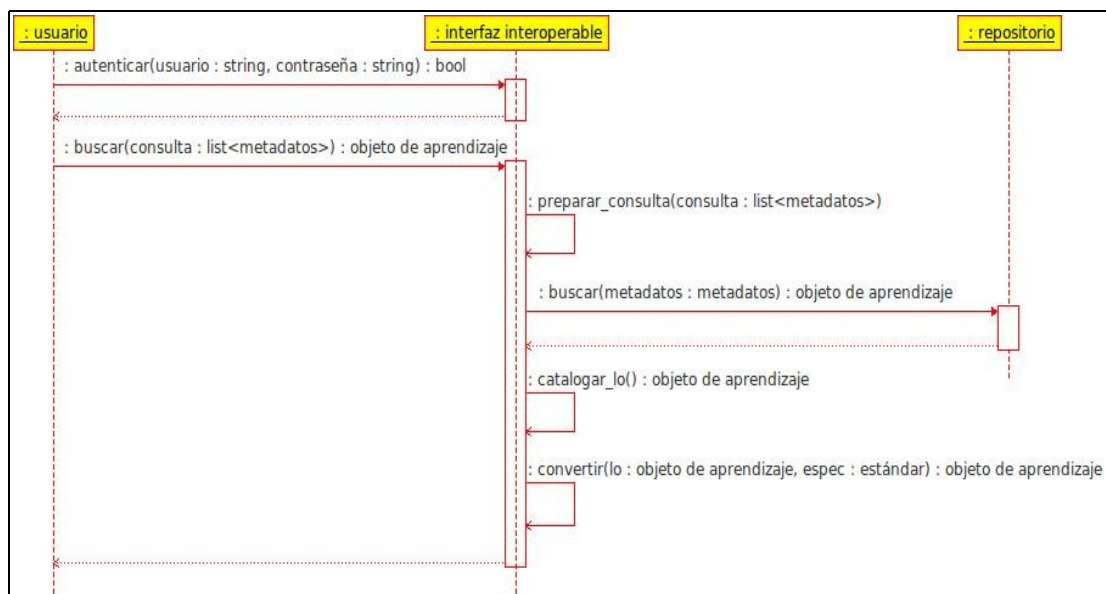


Figura 11: Diagrama de Secuencia: Buscar Contenidos.
Fuente: El Autor.

En la Figura 12 se muestra el diagrama de secuencia para la publicación de contenidos. Como se comentó en los casos de uso, la publicación de contenidos conlleva el registro automático de un repositorio gracias a los algoritmos de localización P2P. El usuario debe realizar la autenticación en el sistema (se asume

que es un usuario registrado), y a continuación enviar a sistema un mensaje para que active la operación de publicación con la información sobre el repositorio que quiere publicar. El sistema realizará una comprobación de localización positiva del repositorio y a continuación lo catalogará dentro del mismo, con todos sus datos, dando una respuesta positiva al usuario si todo ha sido correcto.

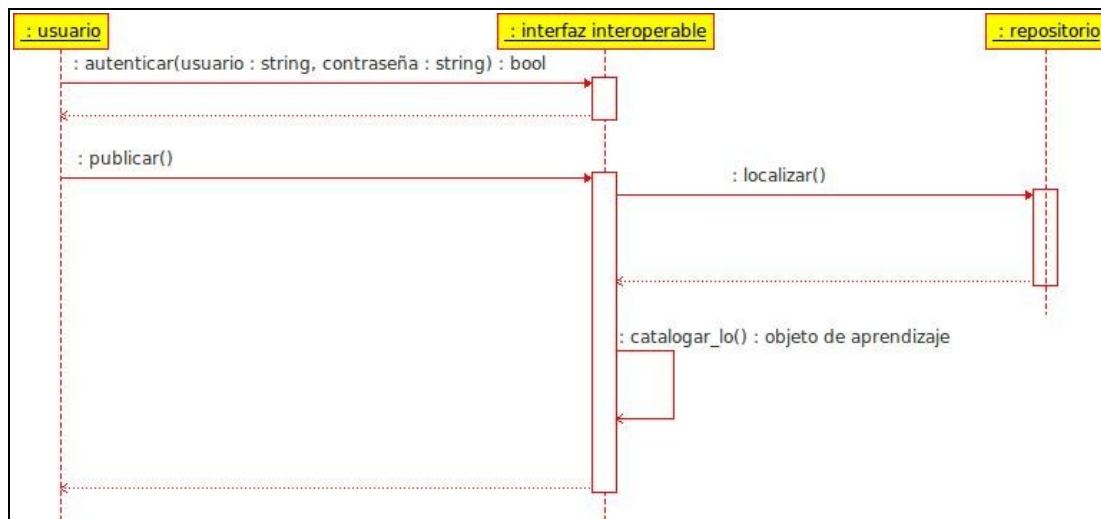


Figura 12: Diagrama de Secuencia: Publicar Contenidos.
Fuente: El Autor.

Campos Educativos Seleccionados

En la actualidad existen una gran variedad de estándares educativos que se podrían haber utilizado para el desarrollo de la arquitectura que se está presentando. Sin embargo, el objetivo no era que fuera compatible con todos los estándares que se están utilizando actualmente, sino totalmente adaptable a cualquier estándar actual o que pudiera aparecer en el futuro.

En este caso, la arquitectura que se presenta, es una arquitectura “plana”, es decir, una arquitectura que no está ligada a ningún estándar para la descripción de OA. Pero que, sin embargo, puede operar con cualquier conjunto de campos definidos por el usuario; es más, el usuario decidirá con qué conjunto de campos educativos desea realizar la búsqueda, pudiendo modificarlos antes de cada solicitud de búsqueda, para que, de esta manera, pueda obtener diferentes resultados. Esta característica aporta a los sistemas basados en la arquitectura una gran ventaja, ya que como se ha mencionado antes, los distintos repositorios existentes actualmente, están ligados a alguna especificación de metadatos.

Lógicamente, aunque se presente una arquitectura totalmente independiente de cualquier estándar, se ha definido una serie de campos educativos que se pueden considerar “por defecto”, con los que poder empezar a trabajar. Estos campos educativos se han obtenido del estándar LOM de IEEE (2002), ya que es el estándar en el que están basados la gran mayoría de especificaciones.

Cuando se concibió esta arquitectura, se pensó que el conjunto de campos educativos con el que se iba a trabajar, no debería ser muy extenso, ya que éste dificultaría las futuras búsquedas. La gran mayoría de creadores de OA (empresas, usuarios, organizaciones y otros) no tienen tendencia a describir completamente sus OA, sobre todo si el conjunto de campos educativos es muy extenso. Este es uno de los factores principales por los que se decidió que los campos educativos para trabajar, deben ser solamente los más utilizados y representativos.

El conjunto de campos educativos de LOM es demasiado extenso para poder utilizarlos todos, así que se ha realizado una selección de los más significativos. Esta selección se ha basado en el estudio realizado por Friesen (2004) miembro del comité JTC1 SC36 de la ISO. Para ello, se han estudiado cuáles campos aparecen con mayor frecuencia en las descripciones de OA, con lo que se sabe cuáles son los más representativos para los creadores de estos objetos.

En el Anexo D se muestra el resultado del estudio. En él aparecen los campos que más se utilizan actualmente en la descripción de la metainformación de los OA. Los dígitos que identifican a los elementos LOM en el diagrama, hacen referencia las categorías de metadatos establecidas en LOM de forma jerárquica. Al analizar ese gráfico que se muestra en el anexo se puede comprobar que los campos de la primera de las categorías que conforman LOM, la categoría *General*, se utilizan aproximadamente un 80%, el conjunto de los elementos que conforman la categoría *Life Cycle*, se utilizan aproximadamente entre un 60% y un 80%; sin embargo, en el gráfico no aparece ningún elemento de la categoría *Annotation*.

Después de repasar los resultados del estudio, y sabiendo que al seleccionar un número elevado de campos educativos los usuarios detectarían más dificultades a la hora de encontrar coincidencias (ya que si los autores de estos objetos educativos no describen completamente sus objetos, obviamente, será más probable que el usuario encuentre más problemas a la hora de realizar las búsquedas), se decidió contar con solamente trece (13) de los campos educativos que establece LOM. No es un número muy elevado de campos, por tanto, los usuarios no invertirán mucho tiempo al describir sus objetos y, por lo tanto, las operaciones de búsqueda tendrán un mayor índice de probabilidades de éxito; pero, además, es un número lo suficientemente elevado de campos como para poder describir perfectamente el objeto.

A continuación, se mostrarán cuales han sido los elementos seleccionados. Para ello, se utilizará un archivo *XSD*³⁵, en el que se mostrarán los diferentes campos educativos de l sistema, con sus respectivas restricciones de valores en aquellos casos en los que interese. A partir de este archivo *XSD*, se generará el formulario dinámico de recogida de datos del usuario a la hora de realizar una búsqueda, y permitirá saber cuales son los campos a buscar en cada uno de los OA de los diferentes repositorios. Cuando se complete este formulario con la información de los campos educativos, se

35 *XSD (XML Schema Definition)*, siglas en inglés de Definición de Esquema XML.

generará un archivo XML cuya extensión se ha denominado XEL (eXtensible E-learning Language) y que servirá de base para las búsquedas.

```
<?xml version="1.0"?>

<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://www.w3schools.com"
xmlns="http://www.w3schools.com"
elementFormDefault="qualified">

  <xs:element name="general">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="title" />
        <xs:element name="language" type="language_restriction" />
        <xs:element name="description" />
        <xs:element name="keyword" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>

  <xs:element name="technical">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="format" type="format_restriction" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>

  <xs:element name="educational">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="learningresourcetype"
          type="learningresourcetype_restriction" />
        <xs:element name="difficulty" type="difficulty_restriction" />
        <xs:element name="description" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>

  <xs:element name="rights">
    <xs:complexType >
      <xs:sequence>
        <xs:element name="cost" type="yes_no_restriction" />
        <xs:element name="copyrightandotherrestrictions"
          type="yes_no_restriction" />
        <xs:element name="description" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

```

        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>

<xs:element name="annotation">
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="person" />
            <xs:element name="date" />
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>

<!-- Restrictions -->

<xs:simpleType name="String_length_restriction" >
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:maxLength value="255"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="yes_no_restriction" >
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="yes"/>
        <xs:enumeration value="no"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="difficulty_restriction" >
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="very easy"/>
        <xs:enumeration value="easy"/>
        <xs:enumeration value="medium"/>
        <xs:enumeration value="difficult"/>
        <xs:enumeration value="very difficult"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="learningresourcetype_restriction" >
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="Diagram"/>
        .....
        <xs:enumeration value="Table"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="format_restriction" >
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="application/excel"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```



```

.....
<xs:enumeration value="video/x-mpeg"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="language_restriction" >
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="AD"/>
    .....
    <xs:enumeration value="ZW"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

Listado 1: *Formato del Archivo XSD para los Campos Educativos.*
Fuente: El Autor.

Como se puede observar en el Listado 1, se han seleccionado las principales categorías. No sólo se han tenido en cuenta los elementos más utilizados, sino también el sentido común, para generar un conjunto de campos educativos lo más equilibrado posible, que permita identificar un objeto de aprendizaje correctamente, pero sin que esto suponga contar con un conjunto de campos educativos excesivo.

A continuación, se describe el significado de cada uno de estos campos educativos asociados a un objeto de aprendizaje:

1. **General:** Esta categoría agrupa la información general que describe al objeto de aprendizaje en su conjunto
 - a) *Title:* El nombre asignado al objeto de aprendizaje.
 - b) *Language:* El idioma o idiomas humanos predominantes en el objeto de aprendizaje para la comunicación con el usuario. Una herramienta de indexado o catalogado podría proporcionar un valor por defecto. Si el objeto de aprendizaje no tuviese contenido escrito en ningún idioma (como en el caso de un cuadro, por ejemplo), entonces el valor apropiado para este elemento será “ninguno”. Este elemento de datos se refiere al idioma del objeto educativo.

- c) *Description*: Una descripción textual del contenido de el objeto de aprendizaje. Esta descripción no tiene porqué estar en el idioma y términos adecuados para los usuarios del objeto educativo descrito. La descripción debería estar en el idioma y términos apropiados para aquellos que deciden si el objeto educativo descrito es apropiado y relevante para los usuarios.
- d) *Keyword*: Una palabra clave o frase que describe el tema principal del objeto de aprendizaje. Este elemento de datos no debiera ser utilizado para aquellas características que pueden ser descritas con otros elementos.
2. **Technical**: Esta categoría describe los requisitos y características técnicas del objeto de aprendizaje.
- a) *Format*: El(los) tipo(s) de datos de (todos los componentes) el objeto de aprendizaje. Este elemento de datos debe ser utilizado para identificar el software necesario para acceder al objeto educativo.
- b) *Educational*: Esta categoría describe las características educativas o pedagógicas fundamentales del objeto de aprendizaje. Esta es la información pedagógica esencial para aquellos involucrados en la consecución de una experiencia educativa de calidad. Entre los destinatarios de esta categoría se encuentran a profesores, administradores, autores y estudiantes.
- c) *LearningResourceType*: El tipo específico de recurso educativo. El tipo predominante debe aparecer en primer lugar. Los términos del vocabulario han sido definidos a partir del *OED*³⁶ (1989) y de su utilización práctica en comunidades educativas.

36 *Oxford English Dictionary*

- d) *Difficulty*: Este elemento describe lo difícil que resulta, para los destinatarios típicos, trabajar con y utilizar el objeto de aprendizaje.
 - e) *Description*: Comentarios sobre cómo debe utilizarse el objeto de aprendizaje.
3. **Annotation**: Esta categoría proporciona comentarios sobre la utilización pedagógica del objeto de aprendizaje, e información sobre quién creó el comentario y cuando fue creado. Esta categoría permite a los educadores compartir sus valoraciones sobre el objeto de aprendizaje, recomendaciones para su utilización y otros.
- a) *Person*: La entidad (persona u organización) que creó la anotación.
 - b) *Date*: La fecha en la que se creó la anotación.

Propuesta de la Arquitectura de la Interfaz Interoperable

En este apartado se expondrá la arquitectura propuesta que resolverá los problemas planteados en el capítulo anterior y dará soporte a la funcionalidad descrita en los apartados previos de este capítulo. Para su construcción se han seguido principalmente las especificaciones de IMS que se presentaron en el Capítulo II, denominadas “Digital Repository Interoperability” (DRI), tomadas de IMS (2003).

Como se ha indicado anteriormente, un repositorio o almacén digital de recursos educativos es una colección de recursos (OA) que son accesibles a través de una red de comunicaciones. No se necesita un conocimiento previo de la estructura de la colección, la cual puede contener los propios recursos o únicamente los metadatos que los describen, junto con una referencia para su localización. Como se explica en “IMS Digital Repository Interoperability”, el objetivo de un repositorio es favorecer la reutilización de recursos educativos, facilitando el acceso a los recursos almacenados desde:

1. Plataformas de gestión del aprendizaje (LMS: Learning Management System).
2. Sistemas de gestión de contenidos educativos (LCMS: Learning Content Management System).
3. Portales de búsqueda de contenidos (por ejemplo, sistemas de búsqueda de bibliotecas digitales, buscadores Web, etc.).
4. Cualquier aplicación o agente software desarrollado para acceder a este tipo de información.

En la Figura 13 se muestra el modelo general de referencia de IMS (2003) para el acceso a diferentes repositorios por parte de varios tipos de usuarios, como los

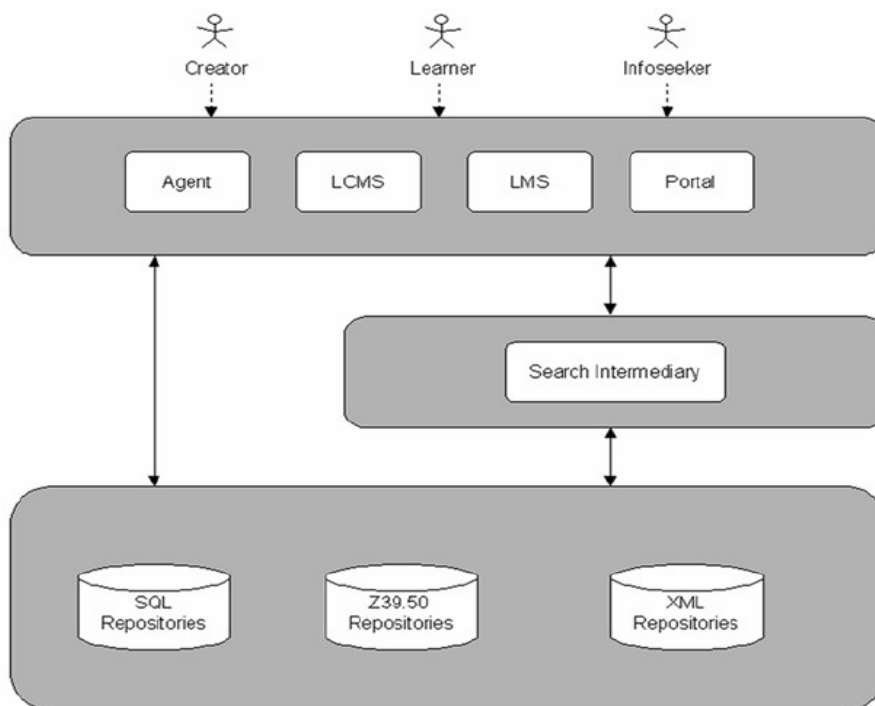


Figura 13: Modelo de IMS para el Acceso a Repositorios.
Fuente: IMS (2003)

creadores de los recursos educativos (“Creator”) que se almacenarán en ellos, los alumnos que los utilizarán (“Learner”), o, en general, cualquier persona que precise la búsqueda de información en los repositorios (“Infoseek”). Según este diagrama, la

búsqueda en un repositorio puede realizarse mediante los mecanismos de acceso ofrecidos por los propios repositorios, basados en diferentes tecnologías y lenguajes de consulta (por ejemplo, SQL, Z39.50, XML-XQuery u otros), o a través de sistemas intermediarios.

Por lo tanto, la arquitectura que se presenta en este trabajo servirá para la construcción de un sistema que tomaría el papel del sistema intermediario del modelo y proporcionará acceso a diferentes repositorios independientemente de la tecnología utilizada para su construcción. Para ello se requiere de la implantación de un protocolo de comunicación *P2P*, como *Gnutella*, que constituye una tecnología muy adecuada para la implementación de repositorios que gestionen OA, ubicados en diferentes almacenes de recursos didácticos, permitiendo mediante una única interfaz, un acceso transparente a objetos distribuidos en repositorios basados en diferentes tecnologías de almacenamiento y de metadatos.

De acuerdo a los requisitos anteriormente planteados para el sistema, se plantea una arquitectura multinivel o multicapas, tal como lo muestra la siguiente figura.

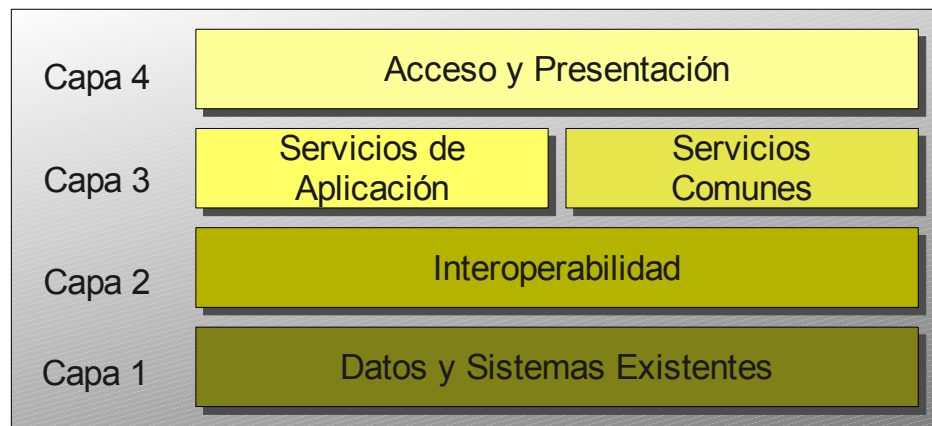


Figura 14: *Arquitectura General de la interfaz interoperable.*
Fuente: El Autor.

La arquitectura se descompone en las siguientes capas:

1. **Capa de datos y sistemas existentes.** En esta capa se encuentran los sistemas externos a los cuales se quiere acceder. Para la interfaz interoperable se trata de los repositorios distribuidos donde se encuentran los OA. En esta categoría podemos encontrar nuevas instancias de este sistema funcionando en otro repositorio, o bien, software de repositorios que se comuniquen con el mismo protocolo que usa la aplicación.
2. **Capa de Interoperabilidad.** Esta capa se puede descomponer a su vez en dos capas más:
 - a) *Capa de Integración.* En esta capa el sistema tiene los mecanismos y los flujos de información necesarios para recibir las peticiones tanto de los usuarios como de otros sistemas, procesarlas y actuar para producir los resultados que se esperan.
 - b) *Capa de Directorio de Servicios.* Al igual que los servicios de directorio tradicionales permiten almacenar información acerca de recursos en la red, en esta capa es donde se podrán buscar los servicios necesarios para el acceso a los repositorios distribuidos.
3. **Capa de Servicios.** En esta capa es donde se encuentran los servicios de aplicación que proporcionan servicios específicos de funcionalidades eLearning y los servicios comunes usados por los servicios de aplicación.
4. **Capa de Interfaz (o Acceso y Presentación).** Es el componente a través del cual los usuarios se ponen en contacto con la interfaz. Allí también están los componentes necesarios para que pueda interactuar con otros sistemas y las

herramientas de usuario necesarias para que éste pueda ejecutar las funciones propuestas.

La Figura 15 que se muestra a continuación detalla la interrelación entre los componentes que conforman la arquitectura, describiendo el papel determinante que tiene cada uno de ellos para el correcto desempeño de la interfaz interoperable.

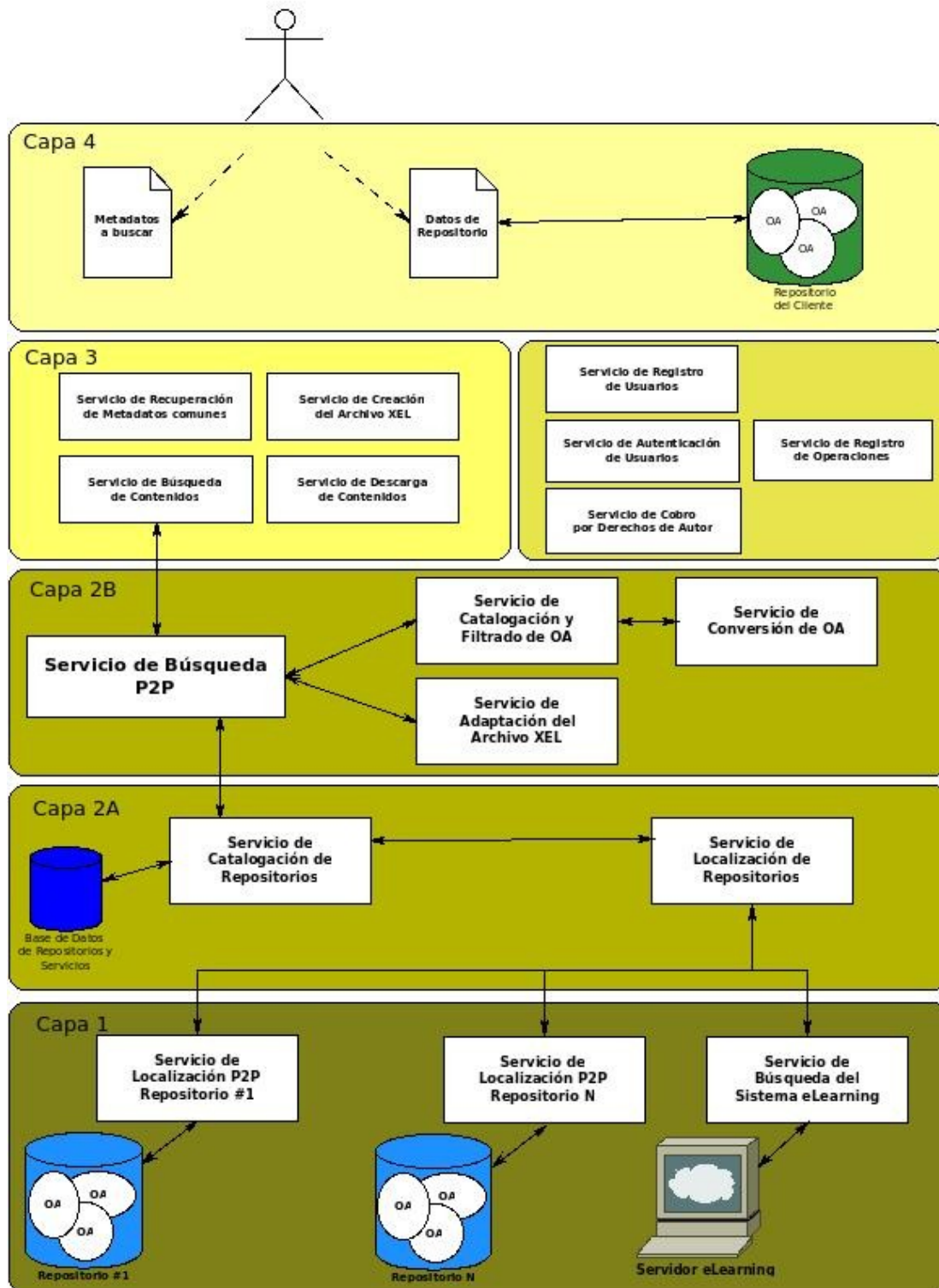


Figura 15: Arquitectura detalla del diseño de la Interfaz Interoperable.
 Fuente: El Autor.

Capa 1: Datos y Sistemas Existentes

El objetivo de la arquitectura propuesta es hacer transparente el acceso a múltiples repositorios de OA (OA), por lo que el nivel más bajo estaría compuesto precisamente por todos estos repositorios que contienen los objetos. La orientación a servicios se pone ya de manifiesto en este nivel para ocultar a las capas superiores los detalles de implementación de cada repositorio (como determina IMS), comportándose como un nodo dentro de la red P2P que gestionará el acceso al mismo. Este servicio recibirá una consulta SQL, construido con un servicio propio de esta capa, que contenga la información de metadatos proporcionada por el usuario y conforme al estándar utilizado en los OA de su repositorio, y así poder realizar las búsquedas pertinentes. Esta consulta se generará a partir del archivo XEL generado desde el esquema XSD que se mostró en el Listado 1. Para que dicho archivo XEL esté adaptado a la especificación utilizada por cada repositorio, sistema contará con un servicio específico de adaptación, que será utilizado por el servicio de búsqueda, como se detallará posteriormente. Este servicio asociado al repositorio, por lo tanto, realizará llamadas a métodos de búsqueda internos del repositorio y produciendo como resultado los OA que contengan metadatos similares a los recibidos a través del archivo XEL.

Se debe puntualizar que los OA recuperados, en principio, tendrán el formato de metadatos estándar con el que trabaje el repositorio (IMS, SCORM u otros), correspondiendo a las capas superiores de la arquitectura la función de conversión necesaria para su adaptación al formato deseado por el usuario. No obstante, en algunos casos, cuando los repositorios se hayan desarrollado siguiendo las recomendaciones de la especificación IMS DRI, existirá la posibilidad de que la conversión indicada se realice en esta capa, por parte del propio repositorio, como sugiere dicha especificación.

El servicio de búsqueda asociado a cada repositorio, se debe implementar de forma que reciba una consulta SQI, con los campos y valores requeridos por el usuario; el servicio, a partir de esta información, se encargará de buscar en el repositorio asociado, todos aquellos OA cuyos metadatos coincidan con los del archivo.

El servicio de búsqueda, además, tiene la responsabilidad de “propagar” la consulta a sus vecinos P2P, haciendo uso del algoritmo que plantea el protocolo de Gnutella. De esta manera se reproducirán automáticamente consultas a otros repositorios, con la posibilidad de obtener simultáneamente más OA que coincidan con la búsqueda.

Como se ha comentado antes, el sistema será capaz de adaptarse a cualquier conjunto de campos educativos, por lo que es el usuario quien indica qué tipo de campos desea que se busquen, especificando los detalles en los archivos de metainformación de los OA, a través del archivo XSD anteriormente mencionado. En este archivo XSD, el usuario especificará el conjunto de campos, agrupados en categorías, pudiendo incorporarle determinadas restricciones a cada uno de ellos, y el sistema mostrará un formulario totalmente dinámico con dichos campos, para que él incorpore las características que deben tener los OA que desea obtener. Por lo tanto, de esta manera, si un usuario desea buscar en los diferentes repositorios de la red los OA cuya metainformación haya sido descrita utilizando otros estándares, simplemente modificando este archivo, obtendrá un nuevo formulario y unos nuevos resultados a su petición, sin que este cambio afecte una sola línea de código del sistema.

El archivo XEL obtenido, será simplemente un archivo XML en el que se detallan los campos educativos indicados por el usuario, así como los distintos valores que se recogen del archivo de metainformación del objeto de aprendizaje. En

caso de no encontrarse un campo, o una categoría de campos completa dentro del archivo de metainformación, el sistema simplemente lo dejará vacío.

En el Listado 2 se muestra un ejemplo de archivo XEL obtenido durante uno de los procesos de búsqueda. Este archivo XEL, es el resultante de procesar uno de los OA de un repositorio dado.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<educational_content>
  <general>
    <title/>
    <language>es</language>
    <description>Java, orígenes.</description>
    <keyword>Programación</keyword>
    <keyword>Java</keyword>
    <keyword>Objetos</keyword>
  </general>
  <technical>
    <format>application/pdf</format>
  </technical>
  <educational>
    <learningresourcetype>LOMv1.0 Diagram
  </learningresourcetype>
    <difficulty>LOMv1.0 easy</difficulty>
    <description>PDF</description>
  </educational>
  <rights>
    <cost>LOMv1.0 no</cost>
    <copyrightandotherrestrictions>LOMv1.0 no
  </copyrightandotherrestrictions>
    <description>Para difundir esta información es
  necesario incorporar el nombre del
  autor.</description>
  </rights>
  <annotation>
    <person>Salvador Otón Tortosa</person>
    <date>02-12-2005</date>
  </annotation>
</educational_content>
```

Listado 2: *Contenido el Archivo XEL luego de realizar una consulta.
Fuente: El Autor.*

Como se puede observar, este archivo posee una serie de campos educativos, agrupados en categorías. Para la mayor parte de las categorías, vemos como se habían rellenado esos mismos campos educativos en el objeto de aprendizaje, y por lo tanto aparecen los datos; pero, sin embargo, el campo *Title* de la categoría *General*, no había sido rellenado o no existía en ese objeto de aprendizaje, por lo que en el archivo XEL se observa vacío.

El servicio de búsqueda asociado a cada repositorio, se encargará de devolver a sistema todos aquellos OA que se correspondan con los parámetros de búsqueda especificados por el usuario. Para realizar esta comparación, se llamarán las operaciones propias del repositorio, que proporcionen los mecanismos de búsqueda y comparación de sus OA. La intención es crear un envoltorio que haga transparente la consulta al repositorio, teniendo la posibilidad de conectarse virtualmente con casi cualquier repositorio cuyas especificaciones del protocolo estén escritas como un agregado (OAI-PMH, IMS DRI u otros).

Para la devolución al sistema de los diferentes OA, el archivo XEL se enviará un adjunto, incorporando todos aquellos OA que correspondan con la consulta del usuario. Con esta tarea, finalizaría el proceso realizado por esta capa de la arquitectura.

Capa 2: Capa de Interoperabilidad

Esta capa es la que relaciona los repositorios distribuidos con el sistema. Además de contener los servicios más complejos de procesado de información, se debe proporcionar un mecanismo de *orquestración* de servicios para que su ejecución se realice de una forma controlada y ordenada.

Capa 2A: Directorio de Servicios.

Una vez desarrollados los servicios de la capa anterior, éstos deben tener la capacidad de poder ser registrados para su posterior localización y consulta, permitiendo catalogar los nodos de la red de acuerdo al servicio que éste brinde. Esta información será útil para determinar la fuente de donde provienen los OA y las capacidades asociadas a ese nodo.

Este mecanismo es mucho menos complejo que realizar búsquedas federadas a través de *Servicios Web*, pues la capacidad de autogestión de la red permite seleccionar eficientemente los nodos vecinos a los que se les comunicarán las consultas, sin necesidad de tareas intermedias de registro de servicios, descarga de archivos de descripción o definiciones estáticas de direcciones URL.

El proceso de catalogado es automático. Dependiendo de las condiciones de la red, capacidad de procesamiento, disponibilidad, tiempo *en línea* del servicio y otros criterios, el nodo puede ser promovido en la clasificación. Por esta razón es necesario llevar un registro de los nodos vecinos para futuras referencias y poder vincular el proveedor de contenidos con identificadores únicos que puedan servir para recuperar objetos en forma directa. Es este servicio el que hace interoperable a la interfaz con el resto de los nodos de la red, ya que es el encargado de enlazar los distintos repositorios mediante las especificaciones del protocolo de Gnutella.

Capa 2B: Servicios de integración

En esta capa es donde se encuentran los servicios más complejos, ya que serán los encargados de realizar las búsquedas en diversos repositorios y localizar los OA, a través de la localización del servicio asociado a cada repositorio. Una vez recuperados los OA deberán ser catalogados, para ello se procederá a su filtrado, conversión al estándar que espera el cliente y ordenación por su índice de coincidencia.

Cuando se ejecuta un servicio de búsqueda de contenidos, en el sistema se desencadena la llamada a una serie de servicios. El servicio principal es el servicio de *Búsqueda de Objetos* que se encargará de realizar las llamadas a los distintos servicios de búsqueda de los repositorios a los que se tiene acceso mediante el protocolo P2P de las capas inferiores. La implementación de estos servicios debe asegurar el procesamiento, traducción y catalogación de los archivos XEL que contienen la descripción de los OA que coincidieron con los parámetros de búsqueda. También se requiere de un servicio que permita conformar la instrucción SQI que se enviará a los pares.

Previo a realizar la búsqueda, es necesario conocer el tipo de especificación con la que trabaja cada repositorio configurado, de tal manera que se pueda adaptar el archivo XEL de metainformación a la especificación utilizada, y se pueda realizar así la búsqueda solicitada. Para realizar esta tarea, el sistema contará explícitamente con un servicio de adaptación del archivo XEL que realizará la conversión en aquellos casos en los que sea necesario.

Cuando finaliza la búsqueda sobre los distintos repositorios, se puede obtener un conjunto vacío o un conjunto con OA que se deberán filtrar, convertir al estándar requerido por el cliente y ordenar por índice de coincidencia. Por lo tanto, se tiene un servicio de catalogación encargado del filtrado y la ordenación, y otro servicio de conversión. La principal labor del servicio de catalogación es el filtrado, es decir, hacer una clasificación de todos los OA recibidos de forma que se eliminen los duplicados. La siguiente tarea que se realizará es, en su caso, la conversión de los OA al formato del estándar esperado por el cliente. Para ello se convertirá la metainformación de un estándar a otro.

Al centrarse en una aplicación práctica, se tiene un servicio de búsqueda, encargado de realizar las diferentes peticiones sobre los servicios de búsqueda asociados a cada repositorio, utilizando previamente el servicio de conversión del

archivo XEL en caso de ser necesario. Cada uno de estos servicios retornará un conjunto de OA que cumplen las condiciones marcadas por el usuario. Este servicio tendrá, por lo tanto, la responsabilidad de no “reemplazar” dos OA de diferentes repositorios por el hecho de, por ejemplo, tener el mismo nombre, ya que puede tratarse de objetos diferentes. El servicio de filtrado es necesario en vista que se pueden tener objetos iguales, que residían en diferentes repositorios. Por esta razón, la operación de filtrado dentro del servicio de catalogación eliminará todos aquellos objetos que sean iguales, basándose en la descripción del objeto, la suma de verificación o el número único de identificación universal (*UUID*³⁷). Así identificaremos dos objetos iguales, por el índice de coincidencia y el tamaño del mismo. Se considera que estos parámetros son lo suficientemente restrictivos como para eliminar objetos repetidos. Puede aparecer el caso de que dos objetos iguales estén descritos de diferente forma. En este caso, sistema los considerará objetos diferentes, ya que la arquitectura se basa en su metainformación para identificarlos (ver Recomendaciones).

Otra tarea del servicio de catalogación es la identificación de aquellos OA cuya metainformación no coincida con el estándar utilizado por el cliente. En estos casos, solicitará al servicio de conversión que realice la oportuna transformación de metadatos para tener el objeto de aprendizaje correctamente descrito en el estándar esperado.

Por último, el servicio de catalogación determinará el índice de coincidencia para realizar la ordenación de los OA. Por lo tanto, en la capa de acceso y presentación, sistema le presentará una tabla ordenada (en función del índice de coincidencia) en la que dicho usuario podrá seleccionar los OA que le interesen para su descarga.

³⁷ *UUID (Universally Unique Identifier)* son las siglas en inglés de Identificador Único Universal.

Como se puede apreciar, la orquestación es una condición obligada para la ejecución de los servicios, pues se requiere realizar una ejecución controlada y ordenada de una serie de tareas que en algunos casos veces dependen de la ejecución de otras.

Capa 3: Servicios de Aplicación y Servicios Comunes

En esta capa residen los servicios de aplicación y comunes correspondientes a la funcionalidad explicada en los casos de uso de la arquitectura. Por lo tanto encontraremos los servicios que el usuario invoca a través de la capa de acceso y presentación. A continuación se comentan los servicios que incluye esta capa:

1. Servicios de Aplicación.

- a) *Servicio de búsqueda de contenidos.* Sin duda es el más importante y es el que desencadena todas las llamadas a los servicios de las capas inferiores. Lo primero que realiza este servicio es la recogida de los metadatos del formulario que el usuario ha rellenado con sus preferencias de búsqueda, así como la especificación del estándar educativo que utiliza. Hace una llamada al servicio de creación del archivo de metadatos para que genere el archivo XEL que será la clave de las búsquedas en los repositorios distribuidos. Una vez generado el archivo, realizará la llamada al servicio de búsqueda al que se le enviará el archivo XEL y el estándar utilizado por el cliente. Como resultado del flujo de llamadas a los servicios de la Capa 2, recibirá el conjunto de OA encontrados en los repositorios distribuidos ya catalogados (junto con el índice de coincidencia) y convertidos al estándar esperado por el cliente.

- b) *Servicio de creación del archivo de metadatos.* Este servicio se encarga de generar un archivo XEL con la información de metadatos que el usuario ha completado en el formulario de entrada para la realización de una búsqueda.
- c) *Servicio de descarga de contenidos.* Una vez se presenten los contenidos catalogados al usuario, este podrá descargarlos uno a uno (o en bloque en formato comprimido, si así lo desea). Si alguno de los contenidos presenta la característica de estar sujeto a cobro por derechos de autor se realizará una llamada al servicio capaz de gestionarlo antes de proceder a su descarga.
- d) *Servicio de recuperación de metadatos comunes.* Este servicio es el encargado de leer de un archivo XSD, el cual contiene el conjunto de campos educativos con los que desea trabajar el usuario y el conjunto de restricciones sujetas a los campos que se consideren oportunos. Será utilizado por sistema para generar el formulario dinámico en el que el usuario indicará los datos de búsqueda.

2. Servicios Comunes.

- a) *Servicio de registro de usuarios.* Este servicio es el encargado de registrar a cada uno de los usuarios de sistema y establecer sus privilegios. Como datos básicos se tendrá el nombre de usuario y contraseña, aunque se pueden añadir cualquier dato extra que se pueda utilizar con posterioridad, como información de contacto o preferencias para el uso de la interfaz.
- b) *Servicio de autenticación de usuarios.* Será el encargado de autenticar a los usuarios cuando quieran ingresar al sistema. También es el responsable de establecer los privilegios para acceder a las funcionalidades del mismo.

- c) *Servicio de gestión de cobros por derechos de autor de los contenidos.*
Cuando algún contenido esté sujeto a derechos de autor que exija el pago por su utilización, este servicio se encargará de establecer los mecanismos necesarios para realizar el cobro pertinente.

- d) *Servicio de registro de la trazabilidad de las acciones que se realizan en sistema.* Todas las acciones que se realizan en sistema deben quedar reflejadas en un archivo de *log*. Este servicio se encargará de llenarlo a medida que se desencadenen los eventos del sistema.

Capa 4: Acceso y Presentación

En este nivel se describe cómo será la interacción de un cliente o usuario con un sistema desarrollado con esta arquitectura. Se describen las principales interfaces (Web o *stand alone*) y las llamadas a los métodos de la Capa 3 que se deben invocar.

Para empezar a utilizar sistema, el cliente debe estar registrado; por lo tanto, lo primero que tendría que hacer es registrarse en sistema. Para ello se presentará un formulario donde quedarán recogidos los datos más significativos de los usuarios.

Una vez registrado en sistema el usuario deberá autenticarse, para ello introducirá su nombre de usuario y contraseña y se determinarán los privilegios que este usuario posee en sistema.

La opción principal que se le presentará será la de realizar una búsqueda a través de los distintos repositorios de la red distribuida. También puede realizar operaciones de consulta para obtener información sobre los repositorios catalogados desde los que se obtienen los OA.

Cuando se quiere realizar la acción de búsqueda, se le presenta al cliente una interfaz donde debe completar los campos de un formulario, de entre los que destaca el estándar de OA que utiliza. De esta manera, cuando se recuperen los objetos de los distintos repositorios será posible su conversión. A continuación, se genera un formulario con los campos educativos preseleccionados. Se le indicará el conjunto mínimo de campos que debe rellenar para que se realice una búsqueda eficiente.

Una vez completado el formulario este se procesará por el servicio de búsqueda de contenidos, que se encargará de confeccionar el archivo XEL de la metainformación que será la base para la realización de las búsquedas posteriores mediante la consulta SQL.

Este servicio se encargará de llamar al servicio de búsqueda federada de la Capa 2 y desencadenará todo el proceso anteriormente explicado. Como resultado, recibirá los OA clasificados que coincidan con el patrón de búsqueda, los cuales podrán incluirse en el repositorio del cliente (por ejemplo, el de la plataforma LMS que esté utilizando).

Para una implementación práctica, el archivo XSD indicará el conjunto de campos educativos con los que se desea trabajar. Estos pueden pertenecer a una especificación estándar (como los que se utilizarán en el sistema “por defecto”, que pertenecen a LOM), o bien el usuario podrá establecer los propios. Este es uno de los factores más importantes de la arquitectura, ya que la hace totalmente independiente de cualquier especificación, para ser completamente compatible con todos. De esta manera queda garantizada su vigencia, a pesar de que aparezcan nuevas especificaciones en el futuro, o las tendencias del mercado modifiquen la utilización de unas u otras especificaciones. Además, a través de este archivo XSD, se podrán definir ciertas restricciones de valores asociados a determinados campos, para que de esta manera, se limite el conjunto de valores recibidos.

Por lo tanto, sistema generará un formulario de entrada de datos a partir de este archivo de campos educativos, en el que el usuario introducirá los parámetros de búsqueda. Además, indicará el tipo de búsqueda solicitada (exacta o inexacta) así como el porcentaje de coincidencia mínimo que tendrían que tener todos los OA para que sean retornados al usuario.

El diseño realizado, está pensado para que se establezcan dos formas diferentes de búsqueda, proporcionando así al usuario más posibilidades para aproximar sus búsquedas y mejorando la posibilidad de conseguir mejores resultados. Las búsquedas que se le proporcionan al usuario son las siguientes:

- Búsqueda Exacta: Utilizando este tipo de búsqueda, serán válidos únicamente aquellos campos que coincidan exactamente (sin considerar diferencias entre mayúsculas y minúsculas).
- Búsqueda Inexacta: Utilizando este tipo de búsqueda, serán válidos aquellos campos que cumplan con la condición anterior o que además coincidan en un determinado porcentaje de coincidencia. Se establecerá un porcentaje *por defecto*, aunque podrá ser modificado por el usuario con facilidad. Esto quiere decir que las cadenas serán válidas si el valor de coincidencia está por encima del valor *por defecto*.

Para ambos tipos de comparaciones, se contará el número total de campos coincidentes, y se dividirá entre el total de campos, obteniendo con ello un porcentaje de coincidencia. Si dicho porcentaje iguala o supera al indicado por el usuario, este será un objeto válido para devolverlo al sistema.

Una vez rellenos todos estos datos, este servicio debe generar un archivo XEL con toda esta información. Este archivo se utilizará por sistema en la

comparación con los diferentes OA, siendo adaptado en los casos en los que se requiera a determinados repositorios.

Una vez finalizada esta tarea, lanzará toda la secuencia de llamadas, obteniendo con ello una lista ordenada de OA (en el caso en el que existan coincidencias), a través de la cual el usuario podrá seleccionar uno o varios de estos objetos para su descarga a la máquina local, y con ello, por ejemplo, incorporarlos a su plataforma LMS.

CAPÍTULO V

Conclusiones

Luego de aplicar rigurosamente la metodología seleccionada para esta investigación, se pueden establecer hitos que confirman la consecución de los objetivos planteados.

El objetivo terminal de esta investigación fue Diseñar una interfaz interoperable de recursos de aprendizajes abiertos para una red de repositorios de OA distribuidos, para lo cual:

1. Se identificaron las características, protocolos y estándares de los repositorios de OA existentes a nivel nacional.,
2. Se determinaron las condiciones de la factibilidad del diseño considerando los factores sociales, económicos, legales, operativos e institucionales, y,
3. Se diseñó la interfaz interoperable de recursos de aprendizaje abiertos empleando protocolos y estándares internacionales .

La propuesta de la interfaz interoperable producto de este estudio no sólo cumple con los objetivos de la investigación, sino que en su diseño se contemplo la capacidad de interoperar con diversos estándares y protocolos de arquitecturas abiertas, potenciando así los beneficios de una implementación para ser extrapolada a la búsqueda de OA en repositorios de carácter mundial.

A continuación se detallan algunos planteamientos derivados de los resultados del trabajo:

- El campo de desarrollo de los Repositorios de OA, al igual que el *eLearning*, crece a pasos agigantados. Profesores y alumnos tienen disponibles muchos recursos educativos que pueden utilizar, con la gran ventaja de que dichos recursos están preparados para integrarse fácilmente en las plataformas de aprendizaje en línea que están diseñadas bajo estándares *eLearning*, siempre y cuando esté disponible una interfaz interoperable como la propuesta.
- La investigación respondió a las preguntas planteadas en la formulación del problema, logrando determinar: a) las características, protocolos y estándares que tienen los repositorios en las instituciones de educación superior en Venezuela, b) los elementos de factibilidad del diseño de la interfaz y c) las condiciones de adaptación de los repositorios existentes a la interfaz interoperable propuesta.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, es obvio que el crecimiento de la educación a distancia en Venezuela asegura la producción incesante de contenidos educacionales en formatos digitales en el marco del Proyecto Nacional de Educación a Distancia. Estos contenidos serán almacenados en repositorios institucionales, que en la medida en que puedan interoperar proporcionarán suficiente material didáctico para la preparación de cursos en línea. Es aquí donde se resalta la importancia de la implementación de esta propuesta.
- Las instituciones nacionales de educación superior están utilizando, en su mayoría, estándares para los repositorios de OA, pero lamentablemente no están catalogando en forma apropiada los materiales didácticos producidos. La implementación de una interfaz como la propuesta exigiría que los

productores de contenidos utilicen mecanismos de catalogación para la conformación de excelentes OA.

- La implementación de la propuesta requiere que se defina una política de compartimiento de OA, que permita establecer el marco legal con el que se deben intercambiar los contenidos educativos entre las instituciones. Con estas políticas y modelos de licenciamiento para la producción intelectual se abrirá un camino y se potenciará la red distribuida que propone esta investigación.
- La arquitectura planteada es totalmente adaptable a cualquier estándar actual o futuro, y por lo tanto, totalmente compatible con cualquier repositorio de OA. Además, como ya se ha indicado, está basada en redes P2P, lo que la hace totalmente accesible desde cualquier plataforma (sistema operativo o hardware), lenguaje de programación, estándares o protocolos utilizados, es decir, con pocas restricciones tecnológicas. En consecuencia se puede asegurar que se trata de una arquitectura de sistema de gran flexibilidad.

Los resultados de la investigación contribuyen a establecer la posibilidad de incorporar en las instituciones nacionales de educación superior, el diseño de una interfaz interoperable para una red nacional distribuida de repositorios de OA, que se base en la comunicación y operación conjunta de los repositorios independientes se pueda reunir de manera virtual los contenidos aislados que cada uno de ellos tengan almacenados.

Recomendaciones

De acuerdo a los resultados y consecución del estudio, se pueden hacer recomendaciones generales y recomendaciones técnicas que pueden ser consideradas al realizar la implementación y además dejar nuevas propuestas de investigación que permitan enriquecer el campo, a saber:

Aspectos Generales

1. Formar al personal que se encarga de la producción de materiales didácticos en el área de OA. Es necesario que los materiales producidos estén correctamente etiquetados para facilitar las búsquedas y recuperación de los OA en los repositorios. Todas las instituciones de educación superior disponen de servicios bibliotecarios que están coordinados o dirigidos por especialistas en catalogación, quienes pueden brindar ayuda de primera mano en esta ardua tarea.
2. Definir el modelo de licenciamiento con las que se producirán los OA, como por ejemplo licencias *Creative Commons*, *FDL* u otras.
3. Fomentar el trabajo colaborativo entre las instituciones de educación superior, con el fin de optimizar los tiempos y reducir los costos de producción de materiales didácticos y cursos en línea.

Aspectos Técnicos

1. Realizar la implementación del diseño propuesto en esta investigación para crear el acervo nacional con la masa crítica de OA. La colaboración entre las instituciones de educación superior debe ser una condición implícita que asegure el éxito en el desarrollo y puesta en marcha de la solución de software para la implementación del repositorio distribuido.
2. Utilizar tecnología y herramientas de software libre para el desarrollo y la implementación, que permitirá la apertura y difusión de estas herramientas apegadas al Decreto Presidencial 3.390 que exige que las instituciones nacionales de educación superior utilicen preferentemente este tipo de software.

Líneas de Investigación Propuestas

Un estudio como el realizado no estaría completo sin dejar abiertas nuevas líneas que enriquezcan el área de investigación en Sistemas Distribuidos y Educación a Distancia. Por esta razón, el autor sugiere las siguientes investigaciones:

1. *Calificación de OA.* Las opiniones de las comunidades de usuario son el mejor termómetro para evaluar los contenidos. Serán estos quienes verdaderamente determinen su proyección, de acuerdo a criterios previamente definidos, como usabilidad, claridad, estrategias de enseñanza, nivel de catalogación, completitud y otros. Al disponer de este tipo de herramientas se puede crear una matriz de opinión con críticas constructivas que permitan perfeccionar los contenidos del objeto y de esta manera facilitar la obtención de mejores materiales didácticos y contenidos educativos.

2. *Determinación de Elementos Repetidos en las búsquedas de objetos.* En vista de que el único medio por el que se determina la unicidad de un objeto es por sus metadatos, se sugiere crear un criterio que permita clasificar el objeto para su fácil catalogación. Algoritmos de Inteligencia Artificial que combinen atributos de metadatos con el estudio de los contenidos de los archivos asociados pueden ser la clave para mejorar las búsquedas y determinar esas condiciones.
3. *Complementos, Agregados o Extensiones para integrar los LMS con la Interfaz Interoperable.* Es necesario determinar las características y condiciones que debe cumplir un LMS para poder ser integrado directamente a la interfaz interoperable.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADL. 2004. Sharable Content Object Reference Model (SCORM) overview.
URL:<http://www.adlnet.gov/scorm/index.cfm> (Consulta: Junio 23, 2009)
- Advanced Distributed Learning Initiative. 2002. Emerging and Enabling Technologies for the design of Learning Object Repositories Report.
URL:<http://xml.coverpages.org/ADLRepositoryTIR.pdf>. (Consulta: Marzo 23, 2009)
- Aguilera, P., Morante, M. 2007. Aplicaciones informáticas. Ofimática. EDITEX. Madrid.
- Aguirre, S, Quemada, J y Salvachua, J. 2004. Mediadores e Interoperabilidad en Elearning. . Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Albornoz, J. 2008. Red Nacional de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Distribuidos. Resúmenes de I Congreso Conocimiento Libre y Educación.
- Arias, F. 2006. El Proyecto de Investigación. Episteme. Caracas, Venezuela.
- Barceló, J., Grier, J. y Llorente, S. 2008. Protocolos y Aplicaciones. Internet . UOC. Barcelona.
- Barrueco, J. 2005. OAI-PMH: Protocolo para la Transmisión de Contenidos en Internet. Trabajo de Investigación. . España.
- Bartolomé J., DiPierro G., Marcos J., Ortega A. y Sarasa A.. 2005. Desarrollo de una Red de Repositorios Distribuidos de Objetos de Aprendizaje.. Trabajo de Investigación. Universidad Complutense de Madrid.. Madrid..
- Bautista, G., Borges F y Forés, A. 2006. Didáctica Universitaria en Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje. Narcea S.A. de Ediciones. Madrid.
- Bernárdez, M.. 2007. Diseño, producción e implementación de e-learning: Metodología, herramientas y modelos. AuthorHouse. USA.
- Berumen, S. y Arriaza, K. 2008. Evolución y Desarrollo de las Tics en la Economía del Conocimiento. Ecobook. España.

- Boyle, T. y Cook, J. . . Towards a Pedagogically Sound Basis for Learning Object Portability and re-use. . .
- Carrillo, J.. 2008. Tres Escenarios para Entender el Concepto de Objetos de Aprendizaje. Trabajo de Investigación. Universidadl del Valle de Calí. Colombia.
- Crovi, D.. 2006. Educar en la Era de las Redes: una Mirada desde la Comunicación. . México.
- Dávila, G. 2009. Educación a Distancia con Libros Digitales.
URL:<http://www.eadun.org/educacion-a-distancia-con-libros-digitales.html>
(Consulta: Septiembre 21, 2009)
- Dorrego, E. 2008. Proyecto Nacional de Educación a Distancia (PNESD). Resúmenes de Congreso de Educación a Distancia EduQa 2008.
- Downes, S. 2004. The Learning Marketplace. Meaning, Metadata and Content Syndication in the Learning Object Economy.
URL:<http://www.downes.ca/files/book3.htm>. (Consulta: Julio 19, 2009)
- Duval, E. 2004. Estándares de tecnología e-Learning.
URL:<http://www.buenaspracticas-elearning.com/capitulo-16-estandares-e-learning.html> (Consulta: Septiembre 13, 2009)
- Duval, E., Hodgins, W. Sutton, S y Stuart, L . 2002. Principios y Prácticas de los Metadatos. D-Lib Magazine. .
- Folgueira, H. 2005. Redes Compañero a Compañero como Soporte de Sistemas Distribuidos. Trabajo de Investigación. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires.
- Friesen, N. 2004. International LOM Survey: Report. Information Technology for Learning, Education, and Training.
URL:http://mdlet.jtc1sc36.org/doc/SC36_WG4_N0109.pdf (Consulta: Marzo 13, 2009)
- García, L. 2001. La educación a distancia:Acercar la lejanía. Ariel. Buenos Aires.
- García, L. 2005. Objetos de aprendizaje. Características y Repositorios.
URL:<http://www.uned.es/cued/boletin.html> (Consulta: Septiembre 12, 2009)

- Garduño, R. 2005. Enseñanza virtual sobre la organización de recursos informáticos digitales. UNAM. México.
- Gómez, L. 2008. Repositorios Documentales y la Iniciativa de Archivos Abiertos en Latinoamérica. URL:<http://www.ub.es/bid/20gomez2.htm> (Consulta: Junio 21, 2009)
- Graells, M. 2008. Las TIC y sus aportes a la sociedad. URL:<http://peremarques.pangea.org> (Consulta: Junio 25, 2009)
- Haddad, W. y Draxler, A. 2002. Technologies for Education: Potentials, Parameters, and Prospects. UNESCO. New York.
- Hernández, R. 2003. Metodología de la Investigación. McGraw Hill. México.
- Ianelle, R. y Waugh, A. 2008. Metadata: Enabling the Internet. URL:<http://www.dstc.edu.au/RDU/press/cause97/sld001.htm> (Consulta: Enero 21, 2009)
- IEEE-LTSC. 2002. Learning Object Metadata (LOM) Working Group 12. . . .
- IMS Global Learning Consortium. 2003. "IMS Digital Repositories Interoperability. URL:<http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/index.html> (Consulta: Abril 20, 2009)
- Invenia. 2009. Harvester conforme al protocolo OAI-PMH para la gestión de contenidos digitales. URL:<http://www.invenia.es/invenia:oai:harvester> (Consulta:)
- Leslie, S., Landond, B y Poulin, R. 2004. Learning Object Repository Software.. URL:<http://www.edutools.info/lor/>. (Consulta: Junio 21, 2009)
- Longmire, W. 2000. A primer on learning objects. Learning Circuits, ASTD Sources for E-Learning.. URL:<http://www.learningcircuits.org/2000/mar2000/Longmire.htm> (Consulta: Mayo 10, 2009)
- López, C. y García, F. 2008. Repositorios de objetos de aprendizaje: bibliotecas para compartir y reutilizar recursos en los entornos eLearning. Trabajo de Investigación. UNAM. México.

- Martignago, E. 2002. Decentriamo l'insegnamento. En Sesto potere. Guida per giornalisti, comunicatori aziendali, formatori nell'era di Internet. . IPANEMA. Crisiúma.
- Mckell, M., y Thropp, S . 2001. IMS Learning Resource Meta-data Information Model.
URL:http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd_infov1p2p1.html. (Consulta: Junio 25, 2009)
- Millán, R. 2006. Domine las Redes P2P. Creaciones Copyright. Barcelona.
- Moreno, M. 2008. Ingeniería de Software para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje basados en SCORM: Diseño sobre la asignatura Programación I de la Carrera Ingeniería en Informática. Trabajo de Grado. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto.
- Morillas, D. 2005. Análisis dogmático y criminológico de los delitos de pornografía infantil. DYKINSON S.L. Madrid.
- Morrison, D. 2004. E-Learning Strategies How to get implementation and delivery right first time. Wiley Publishing. USA.
- Nguyen, N. y Massart, D. 2007. Bnding the Simple Query Interface. Trabajo de Investigación. European Schoolnet. .
- Otón S.. 2006. Propuesta de un Arquitectura Software Basada en Servicios para la Implementación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. España.
- Otón, S., Ortiz, A. e Hilera, J. 2007. SROA: Sistema de Reutilización de Objetos de Aprendizaje. Trabajo de Investigación. Universidad de Alcalá. España.
- Otón, S., Ortiz, A. e Hilera, J. 2007. SROA: Sistema de Reutilización de Objetos de Aprendizaje. Trabajo de Investigación. Universidad de Alcalá. España.
- Polsani, R. 2003. Use and abuse of reusable learning objects. Springer. .
- Pozo, I. 2002. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Alianza Editorial. Madrid.

- Rehak, D. 2003. e-Learning Standards Questions, Decisions, Actions. Learning System Architecture. Pittsburg.
- Robson, R.. 2002. Metadata, schmetadata: Why do I have to know about this?. URL:http://www.eduworks.com/Documents/Metadata_Schmetadata.pdf (Consulta: Junio 25, 2009)
- Roig, R. 2005. Diseño de materiales curriculares electrónicos a través de Objetos de Aprendizaje. URL:www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html. (Consulta: Junio 21, 2009)
- Rojas, K. 2008. Las Herramientas de Educación a Distancia aplicadas a los cursos de Ingeniería de Producción de la UCLA. Tesis Doctoral. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto.
- Sabino, C. 1999. El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración. Episteme - Oriol Ediciones. Caracas, Venezuela.
- Sánchez, V., López, S., Morales, R. y Castañeda, F.. 2004. Diseño e Implementación de una Interfaz Interoperable para un Patrimonio de Recursos Educativos Basado en una Red de Acervos Abiertos Y Distribuidos de Objetos de Aprendizaje. . Laboratorio Nacional de Informática Avanzada A.C.. Veracruz. México.
- Sava, D. 2003. Sistemas de Archivos Distribuidos Basados en Redes "Peer to Peer". Trabajo de Investigación. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires.
- Schlosser, L. y Simonson, M. 2002. Distance Education: Definitions and Glossary of Terms. IAP-Inc. USA.
- Sicilia, M., Manouselis, N. y N.. 2009. Metadata and Semantic Research: Third International Conference. . .
- Smythe, C. 2003. IMS Content Packaging Best Practice and Implementation Guide. URL:http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_bestv1p1p4.html. (Consulta: Junio 25, 2009)
- Sosteric, M., Shi, Y., y Wenker, O. 2001. The upcoming revolution in the scholarly communication system. . . Viena.

- Soto, J., García, E. y Sánchez, S. 2006. Repositorios Semánticos para Objetos de Aprendizaje.
URL:<http://www.aefol.com/expoelearning2006/virtualcampus2.asp> (Consulta:)
- Souto, A. 2006. Formador de Teleformadores: Claves para Diseñar, Elaborar y Aplicar un Programa eLearning con Éxito. VIGO. España.
- Valera, R. 2005. Desarrollo de una herramienta para la Gestión de Documentos y Contenidos en el Proceso Enseñanza -Aprendizaje dentro del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA. Trabajo de Grado. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto.
- Weiss, J. 2006. Ética en los Negocios. Thomson Editores. México.
- Wiley, D. 2002. Connecting learning objects to instructional design theory.
URL:<http://www.reusability.org/read> (Consulta: Enero 29, 2009)

ANEXOS

Anexo A

Curriculum Vitae del Autor

Anexo B

Vista impresa del instrumento utilizado para recolectar los datos

ENCUESTA SOBRE INTEROPERACIÓN Y REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

En el siguiente instrumento usted encontrará una serie de preguntas relacionadas con los objetos de aprendizaje y los repositorios donde estos se almacenan; las cuales, por favor, debe contestar de acuerdo al caso. De la veracidad de sus repuestas dependerá el buen uso de la información, la cual sólo tiene por objeto contribuir a la creación de una Interfaz Interoperable para una Red Nacional de Repositorios de Objetos de Aprendizaje.

Agradezco de antemano su buena intención y aprecio el tiempo que le tomará responder todo el cuestionario.

*Obligatorio

Sección 1: La Institución y la Educación a Distancia

Preguntas generales relacionadas con la Institución de Educación Superior, el estado de implementación del Sistema de Educación a Distancia (EaD) y la persona que la está representando dicha institución al responder esta encuesta.

Nombre de su Institución *

Nombre de la Institución de Educación Superior que usted representa

Nombre y Apellido del Encuestado

Datos de la persona que está representado a la institución.

Email

Dirección electrónica para contactos futuros

Cargo que usted ocupa dentro de la institución *

Nombre del puesto de trabajo que desempeña en la institución

1.- ¿Tienen algún Plan de Formación Docente en el área de Educación a Distancia? *

Su institución está formando/actualizando al personal docente en el área de EaD

- Sí
 No

2.- ¿Cuántos cursos en línea se encuentran publicados? *

Número de cursos (aproximado) que tienen en producción

- Menos de 10
- Entre 11 y 50
- Entre 51 y 100
- Entre 101 y 200
- Más de 200

Sección 2: Tecnología

Preguntas necesarias para conocer el alcance de la plataforma tecnológica y las herramientas que utilizan para hacer EaD y producir cursos en línea.

3.- Origen de los Recursos Tecnológicos para EaD *

¿De dónde provienen los Recursos Tecnológicos para hacer EaD en su institución?

- Propios
- Alquilados/Arrendados (Alojamiento Privado)
- No tiene
- Otro:

4.- Distribución física de la plataforma tecnológica *

Si en su institución hay varios núcleos/extensiones/facultades es posible que tengan varios servidores aislados o trabajando cooperativamente

- Sólo un nodo
- Nodos Aislados
- Nodos cooperativos

5.- Software para la Gestión de Aprendizajes *

¿Qué software utilizan para la gestión de cursos en línea?

- Moodle
- Dokeos
- Claroline
- ATutor
- WebCT
- Blackboard
- Desarrollo propio
- Otro:

6.- Acceso a Internet para EaD *

¿Su institución dispone de acceso a Internet para hacer EaD?

- Si
- No

Sección 3: Objetos de Aprendizaje y Repositorios

Preguntas que aclararán el panorama con respecto a la producción y disponibilidad de objetos de aprendizaje y sus repositorios en tu institución.

7.- Producción de Objetos de Aprendizaje *

¿En su institución se están produciendo Objetos de Aprendizaje?

- Si
- No

8.- Estándares para la producción de Objetos de Aprendizaje *

¿Están utilizando estándares para la producción de los Objetos de Aprendizaje?

- Ninguno
- SCORM
- IMS
- IEEE LOM

9.- Intercambio de Objetos de Aprendizaje *

¿Han realizado algún intercambio formal o informal de Objetos de Aprendizaje con otra institución?

- Ninguno
- Menos de 5
- Entre 5 y 10
- Más de 10

10.- Política de Compartición de la producción de Objetos de Aprendizaje *

¿Cuál criterio está utilizando la institución para compartir los objetos de aprendizaje producidos?

- No tiene ninguna política establecida
- Los objetos son producidos para el consumo interno
- Son de dominio completamente públicos
- Hay acuerdos interinstitucionales para compartir la producción
- Se están evaluando modelos de licenciamiento para compartir

11.- Software para gestionar un repositorio de Objetos de Aprendizaje *

¿Su institución está utilizando alguna herramienta de software para almacenar, buscar y recuperar los Objetos de Aprendizaje?

- Dspace
- Fedora
- Door
- Alejandría
- Otro:

12.- Protocolo para el intercambio de Objetos de Aprendizaje *

¿Qué protocolo para el intercambio digital de objetos de aprendizaje que están utilizando en su institución?

- OAI-PMH
- IMS-DRI
- Ninguno
- Otro:



Con la tecnología de [Google Docs](#)

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Anexo C

Validación del Instrumento por Expertos

Formato de Validación del Instrumento

Tabla de Operacionalización de las Variables

Formato de Aprobación del Experto

**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
 DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION**

Formato de Validación del Instrumento

**INTERFAZ INTEROPERABLE PARA UNA RED NACIONAL DISTRIBUIDA DE
 REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE**

Ciudadano (a): _____

Para efectos de la evaluación correspondiente a los ítems planteados se determinará la validez de cada instrumento en los siguientes términos:

Se tomarán en cuenta los siguientes aspectos: a) **Pertinencia:** Es la correspondencia del ítem con el aspecto; b) **Claridad:** se refiere a la redacción precisa y sencilla del ítems; y c) **Congruencia:** entendida como la lógica interna del ítem.

Se le agradece seleccionar una de las 2 posibles opciones (Si/No) para cada ítems con el objetivo de señalar el grado de pertinencia, claridad y congruencia de los ítems.

Ítem	Pertinencia		Claridad		Congruencia		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Operacionalización de las Variables

Definición Conceptual

Para efectos de esta investigación se considerará como variable el diseño de una interfaz interoperable, que será un elemento que justificará la posibilidad de crear la red nacional distribuida para los repositorios de objetos de aprendizaje. De esta variable se desprenden dos dimensiones, a saber:

- Interoperación, la cual describe la capacidad que tendrá la interfaz para intercambiar objetos entre repositorios. Esta capacidad se medirá mediante la frecuencia de consulta, cantidad de objetos de aprendizaje recibidos y la cantidad de objetos de aprendizaje entregados.
- Repositorio de Objetos de Aprendizaje, que determinará la capacidades de almacenamiento de objetos de aprendizaje que tiene un nodo independiente.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Items de la encuesta
Diseño de una Interfaz de Interoperable	Interoperación	• Intercambio de objetos de aprendizaje	4, 6, 9, 11
		• Protocolos	10, 12
	Repositorios de Objetos de Aprendizaje	• Cantidad de objetos de aprendizaje producidos	1, 2, 3, 7
		• Estándares	5, 8

DATOS DEL EXPERTO

1. Identificación

Nombres y Apellidos _____
Cédula de Identidad _____
Doctor(a) en _____
Institución donde trabaja _____
Correo Electrónico _____

2. Constancia de Validación

Fecha de validación: _____
Aspecto validado: _____
Presentado por Ing. Javier Albornoz

Firma

3. Resultado

Aprobado sin detalles () Mejorar ()
Aprobado con observaciones () No Aprobado ()

Firma

Anexo D

Frecuencia de Aparición de Etiquetas LOM en Objetos de Aprendizaje.

Fuente: Frisen (2004)

