

Una arquitectura de software para la integración de objetos de aprendizaje basada en servicios web

Mauricio Rojas C.¹ y Jonás Montilva²

¹ Universidad de Pamplona, Grupo de Investigación CICOM,
Ciudadela Universitaria, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.
Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303, Ext. 156
E-mail: mrojas@unipamplona.edu.co.

² Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería,
Postgrado en Computación, Grupo GIDYC,
Sector La Hechicera, Edif. B, 3° piso, Ala sur.
Mérida – Venezuela. 5101. Telf: 0274 – 2402811.
E-mail: jonas@ula.ve

RESUMEN

Los avances en los entornos de Educación Virtual han permitido optimizar los procesos de elaboración, distribución y acceso de contenidos a través de la reutilización de objetos de aprendizaje, los cuales se encuentran alojados en repositorios. Con el fin de garantizar la interoperabilidad, integración y reusabilidad de los objetos de aprendizaje se han diseñado estándares, como SCORM, que garantizan la interoperabilidad estructural de los objetos de aprendizaje. Adicionalmente, existen los Sistemas de Gestión de Aprendizaje Virtual (*Learning Management Systems - LMS*) que permiten diseñar contenidos para plataformas E-Learning, los cuales admiten reutilizar objetos de aprendizaje que previamente han sido seleccionados en otros sistemas de tipo repositorio. Los repositorios de aprendizaje y los LMS, en la mayoría de los casos, funcionan como dos sistemas independientes. Como una alternativa de integración, en este artículo se describe una arquitectura de software basada en servicios web orientada a la construcción de sistemas de gestión de E-Learning integrales con dos funcionalidades principales: Integración de búsquedas de objetos de aprendizaje en repositorios distribuidos y construcción de contenidos para plataformas E-Learning basado en reutilización de objetos de aprendizaje.

Palabras claves: Arquitectura de software, Objetos de aprendizaje, SCORM, LMS, repositorios de objetos de aprendizaje, servicios web.

ABSTRACT

Advances in virtual education environments have enabled us to optimize the construction process of content through the reuse of learning objects, which are stored in repositories. To ensure interoperability, integration and reusability of learning objects, standards, such as SCORM, have been designed to ensure structural interoperability of learning objects. Additionally, there exists a good number of E-Learning Management Systems (LMS) that let us design content for E-Learning platforms. Most of these systems support the reuse of learning objects that have previously been selected in learning object repositories. Normally, these repositories and the existing LMS operate as two independent systems. As an alternative to integration, we propose in this paper a software architecture based on web services that provides two functionalities: Integration of searches in many learning objects repositories and building and composition of learning objects for E-Learning platforms.

Keywords: Software architecture, Learning objects, SCORM, LMS, Learning Object Repository, Web Services.

1. INTRODUCCIÓN

Los proyectos de educación a distancia, soportados en nuevas tecnologías de información y comunicación, han venido evolucionando desde la década de los años 80, hasta llegar a los conocidos modelos de E-Learning que se caracterizan principalmente por dos aspectos: (1) el aprendizaje se puede hacer en cualquier lugar y a cualquier hora, a través de Internet, y (2) un tipo de sistema de software, conocido por las siglas LMS (*Learning Management System*), facilita la interacción entre estudiantes, docentes y contenidos instruccionales.

Muchas organizaciones se han dedicado a la creación de Entornos Virtuales de Aprendizaje, existiendo así gran cantidad de plataformas que permiten gestionar el proceso académico, lo cual permite a los docentes crear materiales pedagógicos digitales para manejar cursos de forma virtual. Sin embargo, este material solo está disponible para alumnos de una asignatura específica y en una plataforma determinada, lo cual limita su reusabilidad y durabilidad.

En la actualidad, la reutilización y la integración de contenidos docentes es una de las prioridades en el mundo del E-Learning. De poco sirve un objeto de aprendizaje con un alto nivel de calidad, si solo es accesible por unos cuantos usuarios de una determinada plataforma. Las instituciones educativas requieren de mecanismos de interoperabilidad, ya que no tiene sentido invertir gran cantidad de tiempo y trabajo en la construcción de un recurso para mantenerlo aislado en un mundo cada vez más interconectado y globalizado. Como respuesta a esta inquietud, han surgido los Objetos de Aprendizaje (OA) y los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) que permiten compartir y reutilizar recursos.

Con el fin de garantizar la interoperabilidad, integración y reusabilidad de los OA han surgido los ROA implementados con servicios Web, los cuales aplican todas las características de las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA) a este tipo de sistemas. La utilización de estándares como SCORM, en el diseño estructural de los objetos complementados con las tecnologías asociadas a las SOA, permite garantizar la independencia total de la plataforma donde se ejecute.

De igual forma, los LMS permiten reutilizar los objetos de aprendizaje seleccionados en los sistemas de repositorio en la construcción de nuevos contenidos o cursos. Sin embargo, los repositorios y los LMS trabajan en forma independiente. Ello implica que el diseñador de material E-Learning debe primero, y en forma completamente manual, localizar los OA que su material requiere y, luego, debe integrarlos usando el LMS.

A fin de dar solución a este problema, se presenta, en este trabajo, una arquitectura de software para la construcción de sistemas de gestión E-Learning que integren las dos funcionalidades enunciadas anteriormente en una sola aplicación. Como particularidades de esta arquitectura de software se debe enunciar que se utiliza como estilo arquitectónico la Orientación a Servicios. De igual manera, el diseño plantea un sistema de búsqueda de objetos de aprendizaje en un conjunto de repositorios distribuidos y heterogéneos.

El artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se hace una introducción teórica a los objetos de aprendizaje. En esta introducción, se describen algunas definiciones de objetos de aprendizaje, repositorios de objetos y se hace una breve descripción del estándar SCORM. De igual forma, en esta sección, se hace una descripción de conceptos relacionados con arquitecturas de software. La sección 3 describe los fundamentos de integración de los LMS con ROA por medio de SOA. La sección 4 presenta la propuesta de arquitectura de software del sistema de integración de objetos de aprendizaje con servicios web. Finalmente, en la sección 5, se presentan las conclusiones del trabajo.

2. OBJETOS DE APRENDIZAJE

Entre las múltiples definiciones de objeto de aprendizaje se encuentra la proporcionada por el estándar de metadatos LOM, que define objeto de aprendizaje como: “Cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada para el aprendizaje, la educación o la enseñanza” (Lom, 2002).

La anterior definición es bastante genérica y ha hecho que se proporcionen otras definiciones más específicas como las recogidas en el artículo de Polsani, en el que se define como: “Un objeto o conjunto de recursos que

pueden ser utilizados para facilitar ciertos resultados educativos y ser extraídos y reutilizados en otros entornos educativos” (Mills, 2002).

Otra definición, describe objeto de aprendizaje como: “Cualquier recurso digital o no digital que pueda ser reutilizado como soporte para el aprendizaje” (Wiley,2002). En esta definición, también, se destaca que los objetos de aprendizaje se refieren a material educativo diseñado y creado en pequeñas unidades con el propósito de maximizar el número de situaciones educativas en las que se puede utilizar dicho recurso. Esta idea está directamente recogida en la definición proporcionada por Polsani que define a los objetos de aprendizaje como “unidad didáctica de contenido, autocontenida e independiente, predispuesta para su reutilización en múltiples contextos educativos” (Polsani, 2003).

Para lograr la reutilización y la interoperabilidad de los objetos de aprendizaje varios autores indican que estos deben estar descritos por ciertas sentencias externas a ellos expresadas en un lenguaje, denominados metadatos. Estas estructuras físicamente son externos al propio recurso, utilizan un formato técnico para su expresión y para su intercambio, generalmente lenguajes definidos sobre XML, también utilizan una serie de descriptores, campos o elementos normalizados para conseguir un cierto grado de interoperabilidad entre diferentes sistemas.

El aspecto de reutilización se destaca a la definición dada por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia: "Un Objeto de Aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación" (Men, 2006).

2.1 TIPOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Todo objeto de aprendizaje está compuesto de contenidos elaborados usando diferentes ítems multimedia y de otros elementos complementarios necesarios para el aprendizaje, tales como: preguntas de autoevaluación, actividades de aprendizaje, enlaces de interés, entre otros. De acuerdo a la estructura interna que tiene un OA, se pueden distinguir dos categorías de OA:

- **Objetos de Aprendizaje Simples (OA):** Son objetos cuya estructura interna no incluye otros OA y cuyo contenido está conformado, únicamente, por unidades de información multimedia (texto, gráficos, imágenes, audio y video) y otros elementos complementarios.
- **Objetos de Aprendizaje Compuestos (OAC):** Están formados por dos o más objetos de aprendizaje simples o compuestos. Tienen una estructura compleja que resulta de la integración de varios OA u OAC que se complementan entre sí y que giran en torno un contexto o temática determinada. Por ejemplo, una lección de un curso en línea es considerado como un OAC, si dicha lección es el resultado de la integración de otros objetos de aprendizaje simples o compuestos, que sean de menor tamaño, complejidad y/o especificidad.

2.2 LA ESPECIFICACIÓN SCORM

SCORM es una colección de estándares y especificaciones, propuestos por la iniciativa *Advanced Distributed Learning* (ADL), para lograr la interoperabilidad entre diferentes sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) y gestión de contenidos educativos. Según la visión de ADL, la presencia de las distintas especificaciones propuestas por diversos grupos no resultaba suficiente para garantizar los siguientes objetivos fundamentales, identificados cuando esa iniciativa fue lanzada (Lozano, 2005):

- Poder trasladar cursos de un LMS a otro.
- Reutilizar piezas de contenido en distintos cursos.
- Secuenciar estos contenidos reutilizables con soporte para ramificaciones, planes alternativos u otras estrategias de aprendizaje adaptables.
- Realizar búsquedas en bibliotecas de contenido o repositorios a través de distintos LMS.

En particular, ADL se basó en la afirmación de que, aunque existiesen especificaciones cubriendo estos aspectos de la interoperabilidad, en la práctica esto no era posible por falta de implantación de las especificaciones en algunos casos y por conflictos entre especificaciones, en otros casos. Por esta razón, ADL propuso el modelo SCORM con el objetivo de establecer un marco común para el aprendizaje asistido por computadora y basado en la red Internet. Este marco común provee un conjunto de guías, especificaciones y estándares basados en las especificaciones previamente existentes en el campo propuestas por distintas organizaciones.

La definición del estándar SCORM, así como su evolución y las distintas decisiones de diseño tomadas durante el proceso de especificación, se basan en 6 principios: accesibilidad, adaptabilidad, asequibilidad, durabilidad, interoperabilidad y reusabilidad.

2.3 REPOSITARIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE (ROA)

Un requisito fundamental para la reutilización de Objetos de Aprendizaje (OA) es la existencia de repositorios o almacenes digitales de contenidos educativos (Otón et al., 2010). La existencia, disponibilidad y accesibilidad de este tipo de repositorio son necesarias para la reutilización de los objetos de aprendizaje.

Un Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) es un sistema de software que almacena recursos educativos y sus metadatos (o, solamente, estos últimos) y proporciona algún tipo de interfaz de búsqueda de los mismos, bien para interacción con humanos o con otros sistemas de software (Anced, 2010).

El proyecto JORUM+ adopta una definición: “Un ROA es una colección de OA que tienen información (metadatos) detallada que es accesible vía Internet. Además de alojar los OA, los ROA pueden almacenar las ubicaciones de aquellos objetos almacenados en otros sitios, tanto en línea como en ubicaciones locales” (Jorum, 2004).

2.3.1 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ROA

Downes (2010) establece dos clasificaciones diferentes de los ROA. La primera de ellas se basa en la forma en la que se concentran los recursos e identifica dos tipos de ROA:

- Los que contienen los objetos de aprendizaje y sus metadatos: En éstos ROA, los objetos y sus descriptores se encuentran dentro de un mismo sistema e incluso dentro de un mismo servidor.
- 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.

La segunda clasificación está fundamentada en la forma en la que los catálogos de metadatos se organizan. En ésta clasificación, se establecen diferencias entre dos modelos de ROA:

- Centralizados: En este modelo, los metadatos de los OA están contenidos en un mismo servidor, aunque el objeto esté localizado en alguno otro.
- Distribuidos: Operan a través de varios servidores, cada uno contiene diferentes grupos de metadatos y se comunican entre ellos para intercambiarlos.

2.4 ARQUITECTURAS DE SOFTWARE

Un paso esencial en el desarrollo de cualquier aplicación o sistema de software es el diseño de su arquitectura. Bass, Clements y Kazman (2003) definen a una arquitectura de software como: “la estructura o estructuras del sistema, lo que comprende a los componentes del software, sus propiedades externas visibles y las relaciones entre ellos”.

La arquitectura de software es una representación, generalmente gráfica, de la estructura de una aplicación que permite:

- Analizar la efectividad del diseño de la aplicación para cumplir los requisitos establecidos.
- Considerar alternativas arquitectónicas en una etapa en la que hacer cambios al diseño de la aplicación todavía es relativamente fácil.
- Reducir los riesgos asociados con la construcción del software (Pressman, 2010).

2.4.1 LA ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS (SOA)

Más que una arquitectura propia de una aplicación, la Arquitectura Orientada a Servicios (*Service Oriented Architecture – SOA*) es un enfoque para el diseño de aplicaciones basado en el concepto de servicios. Un servicio es un tipo de componente de software reutilizable que proporciona, a otros componentes o aplicaciones, un conjunto de funciones u operaciones que se invocan a través de una interfaz de programación. SOA facilita el desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en la reutilización e integración de servicios.

En general, se puede decir que SOA es un modelo o estilo arquitectónico que establece un marco de diseño para la integración de aplicaciones independientes y distribuidas de manera que desde la red pueda accederse a sus funcionalidades, las cuales se ofrecen como servicios.

La característica principal de SOA es que es una arquitectura con acoplamiento débil, esto significa que el cliente de un servicio no requiere conocer los detalles de la implementación de ese servicio, solamente requiere conocer y tener acceso a la interfaz de este último.

2.5 SERVICIOS WEB Y SUS TECNOLOGÍAS DE SOPORTE

La forma más habitual de implementar una aplicación orientada a servicios es mediante Servicios Web, una tecnología basada en estándares e independiente de la plataforma. Básicamente, una aplicación orientada a servicios es una colección de servicios web distribuidos. Estos servicios se comunican entre sí. Esta comunicación puede involucrar simplemente el paso de datos o la coordinación de alguna actividad entre varios servicios.

Las tecnologías que definen la arquitectura de un Servicio Web se pueden observar en la figura 1.

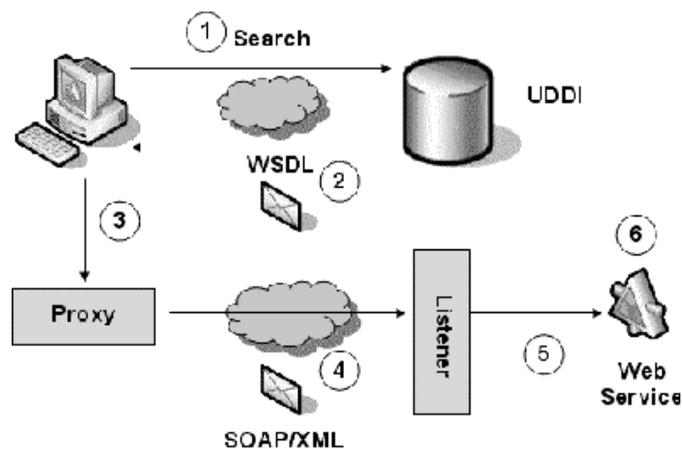


Figura 1: Proceso y tecnologías de los Servicios Web.

2.5.1 XML (EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE)

Es un estándar para describir datos y crear etiquetas. Las características especiales son la independencia de datos, o la separación de los contenidos de su presentación.

El lenguaje XML es una forma, estándar industrial e independiente del sistema, de representar datos. Los datos que se representan usando XML se pueden publicar en múltiples medios porque XML describe la estructura de los datos, no su formato, al contrario que el HTML, los datos de XML se pueden pasar entre aplicaciones porque

la estructura de los datos se puede especificar en un esquema, lo que permite que un analizador de sintaxis valide y procese los datos que siguen el esquema.

2.5.2 WSDL (WEB SERVICES DESCRIPTION LANGUAGE)

Es un formato en XML estandarizado para describir servicios web, en este archivo se describe el nombre, la ubicación y la forma de comunicarse con el servicio, así como los métodos y parámetros que utiliza y la forma en que devuelve la respuesta. Así, un usuario puede crear una aplicación cliente que comunica con el servicio web (Barco, 2006).

2.5.3 SOAP (SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL)

Es un protocolo de comunicación, por paso de mensajes XML, se utiliza para la formación de los mensajes intercambiados entre los sistemas distribuidos y la red. Los mensajes SOAP son independientes de los sistemas operativos y de los protocolos, y pueden ser transportados usando una variedad de protocolos Internet, incluyendo SMTP, y HTTP. El mensaje está compuesto de tres partes: un sobre, un encabezado y el cuerpo.

2.5.4 UDDI (UNIVERSAL DESCRIPTION, DISCOVERY AND INTEGRATION)

UDDI es un elemento básico sobre el que se asientan los Servicios Web. Es un tipo de directorio que hace posible que los desarrolladores y empresas de software pueden tanto publicar como encontrar Servicios Web.

UDDI está construido sobre los estándares de Internet del W3C y de la IETF (*Internet Engineering Task Force*), como XML, HTTP. Para describir las interfaces hacia los servicios web, utiliza el lenguaje WSDL, las aplicaciones interesadas pueden consultar utilizando mensajes SOAP, lo cual posibilita una interoperabilidad total. (Mateu, 2004).

3. LA INTEGRACIÓN DE LMS Y ROA USANDO SOA

Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) son bases de datos especializadas que actúan de manera muy similar a un directorio UDDI. Los ROA disponen de un conjunto de funciones de gestión de objetos de aprendizaje (OA), tales como publicar, catalogar, organizar, buscar, desplegar y descargar este tipo de objetos. La idea que está detrás de los ROA es la de compartir OA, que han sido creados por diferentes autores, y hacerlos accesibles a diferentes Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS).

Además de manejar sus propios repositorios de contenidos, la mayoría de los LMS existentes tienen capacidades que les permiten reutilizar objetos de aprendizaje almacenados en otros LMS o en un ROA. El estándar SCORM fue creado, precisamente, con el propósito de facilitar el intercambio de contenidos entre diferentes LMS. Los objetos de aprendizaje implementados bajo SCORM son reutilizados, sin cambio alguno, por diferentes LMS que soporten este estándar.

Pese a que la mayoría de LMS pueden reutilizar OA, son muy pocos los LMS que tienen integrado en su estructura interna un ROA, que pueda ser usado para almacenar sus propios contenidos y que pueda, además, ser accesible a otros LMS. Se hace, por consiguiente, necesario disponer de herramientas de software que faciliten la integración de estos dos tipos de aplicaciones.

4. ARQUITECTURA DE SOFTWARE PARA LA INTEGRACIÓN DE LMS Y ROA

La arquitectura de software, que se propone en esta sección, es un modelo arquitectónico para la elaboración de herramientas de integración de LMS y ROA. Esta arquitectura es orientada a servicios y tiene dos funcionalidades principales: (1) la integración de búsquedas de objetos de aprendizaje en ROA distribuidos y (2) la construcción de contenidos para plataformas E-Learning basado en la composición y reutilización de objetos de aprendizaje.

Para diseñar la arquitectura de software propuesta se empleó el medio de modelado conocido como vista arquitectónica. Una vista arquitectónica es una representación gráfica de un aspecto vital de la aplicación, tal

como su uso, estructura o comportamiento. Esta representación se elabora usando un lenguaje de modelado arquitectónico, por ejemplo, el Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

El diseño de la arquitectura consistió, fundamentalmente, en la elaboración de cinco vistas arquitectónicas: (1) la vista funcional que describe el uso o funcionalidad del integrador; (2) la vista estructural que identifica los componentes (servicios web) del integrador y sus relaciones; (3) la vista de comportamiento que muestra como estos componentes interoperan; (4) la vista de implementación que da lineamientos para implementar la herramienta de integración; y (5) la vista de despliegue que describe donde se van a ubicar físicamente los componentes de la herramienta. Por razones de espacio, describimos a continuación, y muy brevemente, tres de estas cinco vistas.

4.1 VISTA ARQUITECTÓNICA FUNCIONAL

La figura 2 muestra, mediante un caso de uso en UML, los principales servicios que una herramienta de integración LMS/ROA debe poner a la disposición de sus usuarios, particularmente, del diseñador de contenidos E-Learning. Una de estos servicios consiste en facilitarle al diseñador de contenidos las funciones necesarias para diseñar objetos de aprendizaje compuestos (OAC) que resulten de la reutilización e integración de OA y otros OAC localizados en diferentes ROA distribuidos. Para diseñar un OAC, se requieren otros servicios tales como la estructuración del OAC, la búsqueda y selección de OA ubicados en diferentes ROA, la visualización de estos objetos y la publicación del nuevo OAC en un ROA determinado.

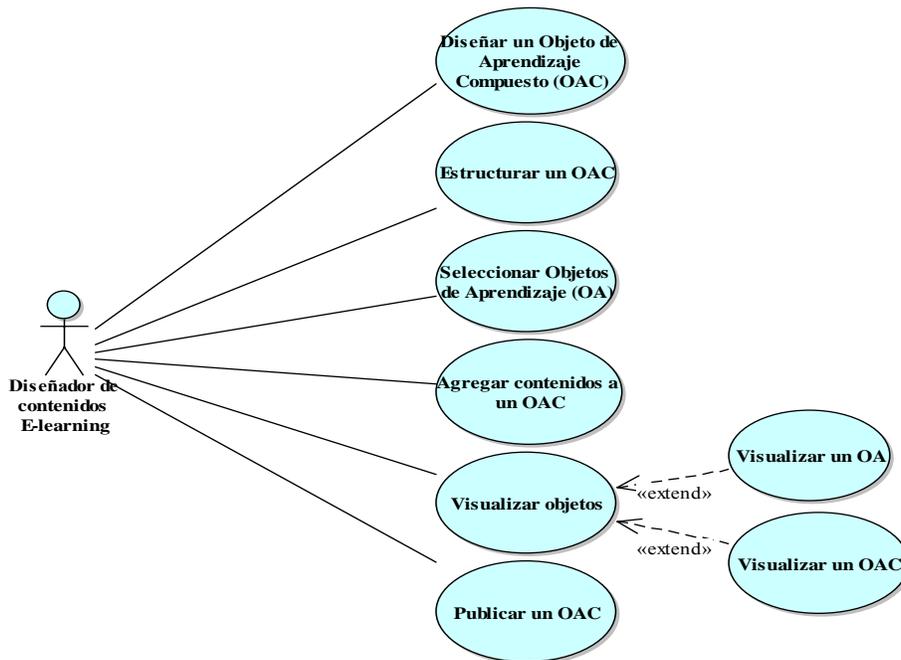


Figura 2. Funciones básicas que debe proveer una herramienta de integración LMS/ROA

4.2 VISTA ARQUITECTÓNICA ESTRUCTURAL

La estructura interna que debe tener una herramienta de integración LMS/ROA se muestra en la figura 3. Esta vista fue modelada a través de un diagrama de componentes en UML y está compuesta por un conjunto de servicios web organizados en capas, de acuerdo a su función principal.

Los servicios web se comunican a través de interfaces de programación (API). Cada servicio web implementa una funcionalidad descrita en la vista funcional (ver figura 2).

La vista estructural de la arquitectura del Integrador LMS/ROA se describe, de acuerdo a las capas que lo integran, como sigue:

- **Capa de interfaz:** A través de esta capa se accede a los servicios del Integrador LMS/ROA. Se proveen dos tipos de interacción: (1) Diseñador-Integrador, mediante el cual el diseñador utiliza la interfaz gráfica provista por el integrador y (2) LMS-Integrador, a través de la cual un LMS puede utilizar directamente a través de las interfaces API los servicios del Integrador.
- **Capa de diseño:** Esta capa se encarga de ejecutar los servicios de diseño de contenidos E-Learning, mediante la selección y composición de aquellos OA que han sido localizados y recuperados por la capa de búsqueda.
- **Capa de búsqueda:** En esta capa se ubican los servicios de búsqueda para cada uno de los ROA ubicados en la capa de almacenamiento. Un Buscador ROA es un servicio web que localiza objetos de aprendizaje en un determinado ROA, de acuerdo a los criterios establecidos por el Selector de OA en la Capa de Diseño. Los Buscadores ROA retornan como salida los OA que coinciden con los criterios de búsqueda seleccionados por el cliente. El Buscador de OA es un servicio web que se encarga de preparar e integrar la lista de OA, junto con sus metadatos, y retornarla al Selector de OA. El Comparador de OA permite establecer comparaciones entre diferentes OA a fin de facilitarle al usuario la selección de OA que mejor cumplan los criterios de búsqueda.
- **Capa de almacenamiento:** En esta capa se ubican los repositorios de objetos de aprendizaje (ROA) con sus respectivos metadatos. La estructura interna de cada repositorio debe ajustarse al estándar SCORM. Dado que cada ROA tiene características particulares y una interfaz API específica, se hace necesario tener un Buscador ROA para cada ROA que se desee conectar al Integrador. Un Buscador ROA actúa como un adaptador del correspondiente ROA que hace que el Buscador de OA pueda acceder a los servicios del ROA de una manera uniforme.

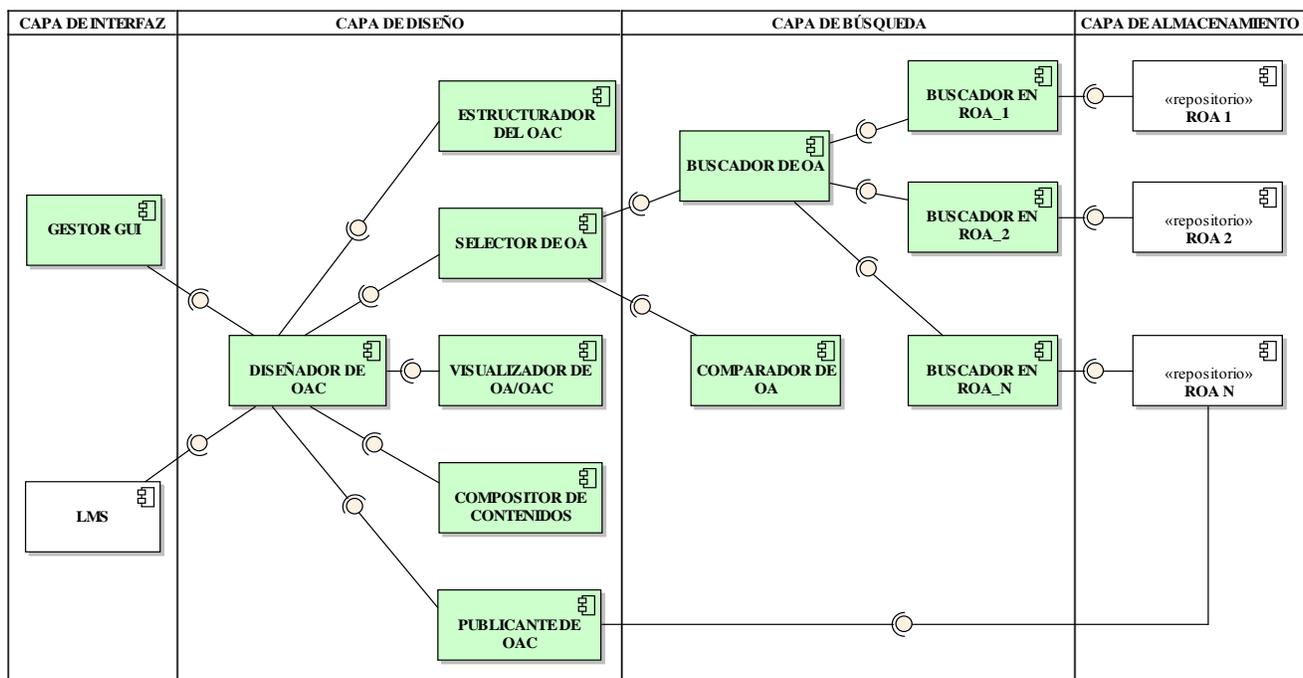


Figura 3. Servicios web que conforman la arquitectura del Integrador LMS/ROA

4.3 VISTA ARQUITECTÓNICA DE DESPLIEGUE

Esta vista describe, mediante un diagrama de despliegue en UML (ver figura 4), la localización física de los componentes del Integrador, del LMS y de los ROA e identifica los protocolos de comunicación que se deben usar para que estas tres aplicaciones puedan interoperar.

Como puede apreciarse en la figura 4, las tres aplicaciones pueden estar ubicadas en servidores diferentes que se interconectan a través de Internet usando SOAP como protocolo de comunicación.

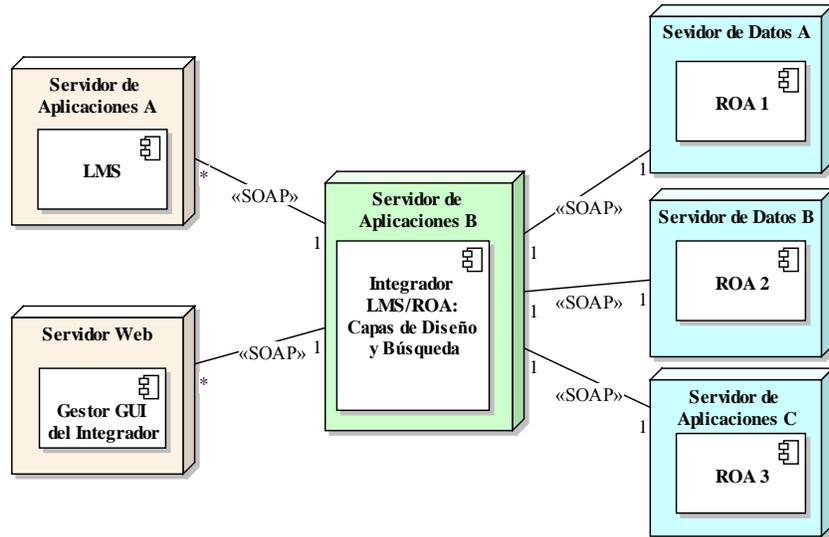


Figura 4. Despliegue de los componentes de la arquitectura del Integrador LMS/ROA

5. CONCLUSIONES

La arquitectura propuesta para la elaboración de integradores LMS/ROA permite combinar dos grandes funcionalidades en un solo sistema: diseño de contenidos integrados y reutilización de objetos de aprendizaje provenientes de fuentes diversas. En forma específica, la arquitectura compuesta por las capas de interfaz, diseño, búsqueda y almacenamiento integra los servicios que permiten implementar un sistema de búsqueda de objetos de aprendizaje con repositorios distribuidos.

La capa de búsqueda ofrece un conjunto de servicios que permiten a un diseñador mejorar los criterios y argumentos para la selección de un objeto de aprendizaje, a través de funcionalidades que permiten la visualización previa de los objetos de aprendizaje, la comparación de dos objetos y la descripción de nuevas búsquedas.

La capa de diseño permite al usuario diseñar y publicar un curso en línea, o un componente de él, mediante la integración de objetos de aprendizaje provenientes de diferentes fuentes o repositorios. El diseño se puede complementar con la adición de otras actividades académicas y/o contenidos de aprendizaje adicionales.

La capa de interfaz le permite al usuario acceder a los servicios de diseño de contenidos instruccionales. Esta capa, también, permite a un LMS acceder directamente a los servicios que ofrece el integrador usando sus interfaces de programación.

La utilidad práctica que tiene la arquitectura propuesta es que puede ser implementada por especialistas en desarrollo de software con la finalidad de resolver los problemas de integración que existen entre los LMS y los ROA. Como trabajo futuro, se espera la implementación y evaluación de esta arquitectura.

La utilización de SOA en el diseño de este tipo de arquitectura permite dar mejores soluciones a los problemas de interoperabilidad, reutilización e integración de objetos de aprendizaje, en sistemas de este tipo que permiten la producción de contenidos de cursos para entornos virtuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anced, (2010). Libro de buenas prácticas de E-Learning. ANCED, Asociación Nacional de Centros de E-Learning y Distancia. <http://www.buenaspracticass-E-Learning.com/capitulo-16-estandares-E-Learning.html> 10/03/2011.
- Barco, A. (2006). WSDL: El contrato de un servicio. <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/12/articulo-tecnologico-wsdl-el-contrato-de.html>. 10/03/2011.
- Bass, L., Clements, P, and Kazman, R. (2003). *Software Architecture in Practice*, 2nd edition, Addison-Wesley.
- Downes, S. (2010). The Learning Marketplace. Meaning, Metadata and Content Syndication in the Learning Object Economy. <http://www.downes.ca/files/book3.html> 10/03/2011
- Jorum, (2004) JORUM+ Proyect. The JISC Repository for [learning a teaching materials]. http://www.jorum.ac.uk/docs/Vol1_fin.pdf 10/03/2011.
- Lom (2002). “Draft Standard for Learning Object Metadata. IEEE 1484”.12.1-2002, 15 July 2002. http://Itsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf 05/05/2010.
- Lozano, J. (2005). Análisis de los estándares de desarrollo de contenidos de E-Learning: Evolución y ventajas sobre la calidad del producto final. Seminario Internacional Virtual Educa Cono Sur 2005: La calidad en los entornos virtuales de aprendizaje. <http://www.iesevirtual.edu.ar/virtualeduca/ponencias/> 10/03/2011.
- Mateu, C. (2004). Desarrollo de aplicaciones web. Primera edición. 2004. Fundación Universidad Oberta de Cataluña. http://www.uoc.edu/masters/softwarelibre/esp/materials/Desarrollo_web.pdf 10/03/2011.
- MEN (2006). Ministerio de Educación Nacional Colombiano (2006). Objetos Virtuales de Aprendizaje e Informativos. Portal Colombia Aprende. <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.htm> 06/05/2010.
- Mills, S. (2002): “Learning about learning objects with learning objects”, *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, Vol. 1, AACE, pp. 1.158-1.160.
- Otón, S., Ortiz, A. y Hilera, R. (2010). SROA: Sistema de Reutilización de Objetos de Aprendizaje. Dpto. Ciencias de la Computación. ETS de Ingeniería Informática Universidad de Alcalá. <http://161.67.140.29/iecom/index.php/IECom/article/viewFile/21/15>. 10/03/2011.
- Polsani, P. R. (2003). “Use and abuse of reusable learning objects”, *Journal of Digital Information*, Vol. 3, No. 4. Artículo No. 164. <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v03/i04/Polsani/> 10/03/2011.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*, 7a edition, McGraw Hill International, Singapore.
- Wiley, D. A. (2002). “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor and a taxonomy”, en D. A. Wiley (ed.), *The instructional use of learning objects*, Agency for Instructional Technology and Association for Educational Communications and Technology, Bloomington, Indiana, págs. 3-24. <http://www.reusability.org/read/> 10/03/2011.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento recibido de las siguientes instituciones: Universidad de Pamplona en Colombia, FONACIT-Venezuela (Proyecto 2005000165) y Universidad de los Andes en Mérida, Venezuela.

AUTORIZACIÓN Y RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el artículo en las actas de la conferencia. Ni LACCEI, ni los editores son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el artículo.