

RDOA-WS: repositorio distribuido de objetos de aprendizaje soportado con servicios web

RDOA-WS: distributed learning objects repository supported with web services

Jonás Montilva¹, Ph.D., Mauricio Rojas C.², Msc., Ailin Orjuela Duarte², Msc.

1. Postgrado en Computación, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Mérida – Venezuela.

2. Grupo de Investigación CICOM. Colombia.

jonas@ula.ve, {mrojas,aorjuela}@unipamplona.edu.co

Recibido para revisión 04 de junio de 2010, aceptado 28 de junio de 2011, versión final 28 de junio de 2011

Resumen— Los avances en los modelos de educación virtual han permitido optimizar los procesos de elaboración, distribución y acceso de contenidos a través de la reutilización de objetos de aprendizaje (OA), los cuales se encuentran almacenados en repositorios. Con el fin de mejorar la interoperabilidad, integración y reutilización de objetos de aprendizaje se han definido estándares como SCORM que permiten mejorar la interoperabilidad estructural de los objetos de aprendizaje. Sin embargo, los niveles de reutilización e integración de los objetos de aprendizaje no son los más óptimos debido a que generalmente se utilizan para contextos específicos. Como alternativa se presenta la arquitectura de software de un sistema de repositorios distribuido soportado con servicios web para mejorar los niveles de reutilización, integración e interoperabilidad de objetos de aprendizaje.

Palabras clave— Objetos de aprendizaje, Repositorio, Interoperabilidad, SCORM, Servicios web.

Abstract— Advances in virtual education models have enabled us to optimize production processes, distribution and access content through the reuse of learning objects (LO), which are stored in repositories. In order to improve interoperability, integration and reuse of learning objects have been defined as SCORM standards that improve the structural interoperability of learning objects. However, the levels of reuse and integration of learning objects are not the best because they usually are used for specific contexts. Alternatively, the software architecture provides a distributed repository system supported with web services to improve levels of reuse, integration and interoperability of learning objects.

Keywords— Learning objects, Repository, Interoperability, SCORM, Web services.

I. INTRODUCCIÓN

Los modelos de educación a distancia soportados con TICs han venido evolucionando desde hace aproximadamente tres décadas, espacio de tiempo en el cual se han desarrollado estudios e investigaciones que han permitido mejorar y optimizar los procesos de aprendizaje de los actuales modelos de e-learning.

En estos modelos participan individuos con intereses y objetivos diferentes, sistemas de gestión de contenidos con funciones diferentes y tecnologías heterogéneas, contenidos con características y diferentes tipos de organización estructural. Uno de los problemas que se han encontrado es el de la interoperabilidad, definida como la condición mediante la cual sistemas heterogéneos pueden intercambiar procesos o datos. En el contexto del e-learning, la interoperabilidad de contenidos hace referencia a la capacidad de que sean portables, reutilizables y que se puedan integrar para conformar otros contenidos de mayor nivel de complejidad estructural. Uno de los primeros avances en el camino de ofrecer mayor nivel de interoperabilidad a los contenidos en los modelos de e-learning es el origen de los objetos de aprendizaje (OA), éstos son contenidos con tamaños y características especificadas en estándares como SCORM que permiten que dichos contenidos sean interoperables entre distintos tipos de LMS (Learning Management System).

En la actualidad, la reutilización y la integración de contenidos 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 almacenar, buscar y reutilizar OA. Sin embargo, la primera generación de ROA se diseñó con una arquitectura centralizada lo cual limita los niveles de reutilización e integración de OA.

Con el fin de mejorar los niveles de interoperabilidad, integración y reutilización de los OA han surgido los repositorios distribuidos de objetos de aprendizaje (RDOA) 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.

En este trabajo, se presenta una arquitectura de software de un sistema de repositorio distribuido de objetos de aprendizaje, la cual permite la búsqueda de objetos de aprendizaje en un conjunto de repositorios distribuidos y heterogéneos. Como particularidad de esta arquitectura de software se debe enunciar que se utiliza como estilo arquitectónico la Orientación a Servicios.

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 conceptos relacionados con objetos de aprendizaje, repositorios de objetos, se hace una breve descripción del estándar SCORM. De igual forma, en esta sección se describen algunas nociones de arquitecturas de software. En la sección 3 se describe la propuesta de Arquitectura de software del Sistema de repositorios distribuido de objetos de aprendizaje soportado con servicios web. Finalmente, en la sección 4, se presentan las conclusiones del trabajo.

II. 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”. [1]

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”. [2]

Otra definición, describe objeto de aprendizaje como: “Cualquier recurso digital o no digital que pueda ser reutilizado como soporte para el aprendizaje” [3]. 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” [4].

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 en 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” [5] [6].

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 a 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 [7]:

- 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 Repositorios 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 [8]. 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 [9].

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” [10].

2.3.1 Tipos DE ROA

Downes [11] 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 esta clasificación se diferencian 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 [12] 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 [13].

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.

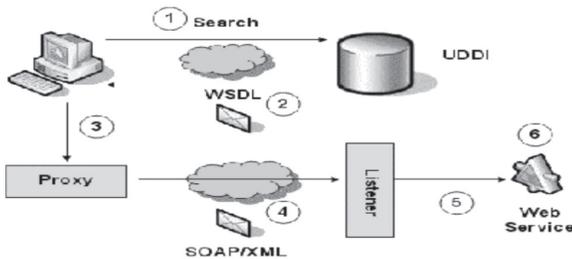


Figura 1: Proceso y tecnologías de los Servicios Web.

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 [14].

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. [15].

III. ARQUITECTURA DE REPOSITORIO DISTRIBUIDO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE CON SERVICIOS WEB

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).

La arquitectura propuesta tiene por finalidad principal la integración de búsquedas de objetos de aprendizaje en ROA distribuidos y adicionalmente ofrece las funcionalidades básicas de gestión 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, para el caso se utilizó 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, la cual 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, se describe a continuación, y muy brevemente, tres de estas cinco vistas.

3.1 Vista arquitectónica funcional

La figura 2, muestra mediante un diagrama de caso de UML, las funcionalidades básicas que un sistema de repositorio distribuido de objetos de aprendizaje debe colocar a disposición de sus usuarios, en forma particular existen dos tipos de usuarios: el administrador y el diseñador de contenidos. El actor administrador tiene asociadas las funcionalidades gestionar repositorio y Gestionar usuarios. El actor diseñador de contenidos tiene asociadas las funcionalidades necesarias para el diseño de contenidos, en forma particular le permite gestionar objetos de aprendizaje.

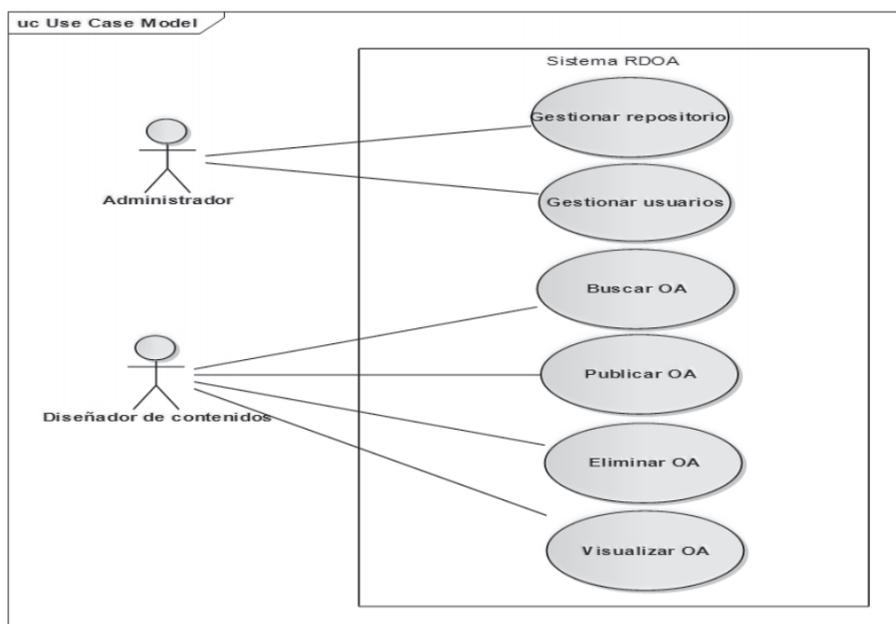


Figura 2. Funcionalidades básicas de RDOA

3.2 Vista arquitectonica estructural

La figura 3, muestra mediante un diagrama de componentes de UML, la estructura interna que debe tener un repositorio distribuido de objetos de aprendizaje 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 Repositorio distribuido de objetos de aprendizaje se describe, de acuerdo a las capas que lo integran, como sigue:

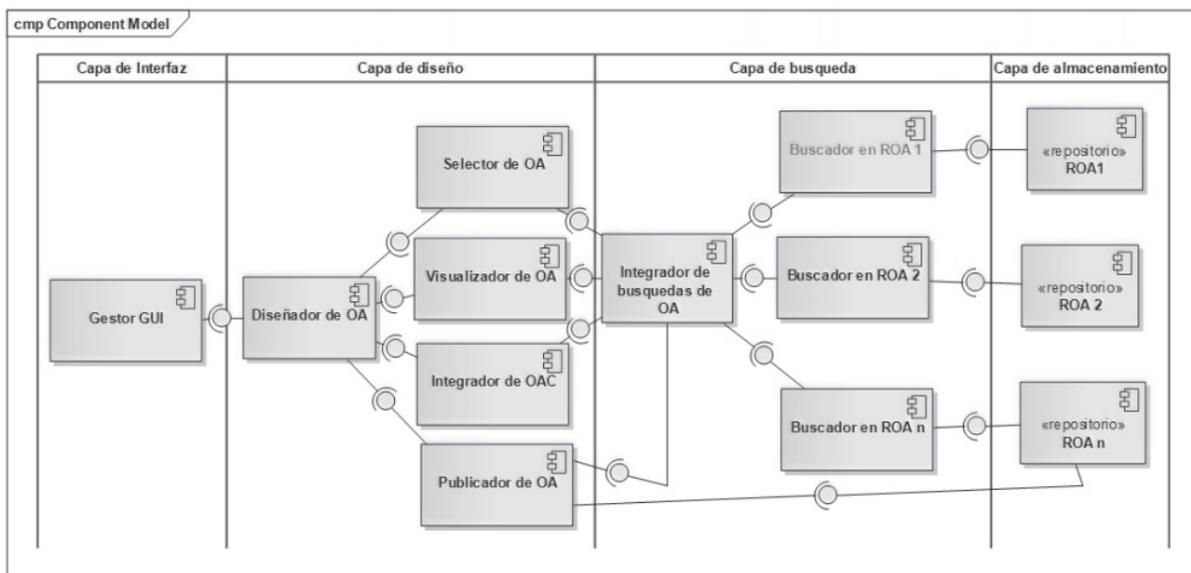


Figura 3. Servicios web que conforman la arquitectura del repositorio distribuido de objetos de aprendizaje

- **Capa de interfaz:** A través de esta capa se accede a los servicios del repositorio distribuido de objetos de aprendizaje.
- **Capa de diseño:** Esta capa se encarga de ejecutar los servicios de diseño de contenidos E-learning, mediante la selección e integración 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 integrador de búsquedas 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.

- **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.

3.3 Vista arquitectónica de despliegue

Esta vista describe, mediante un diagrama de despliegue en UML (figura 4), la localización física de los componentes del repositorio distribuido de objetos de aprendizaje 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.

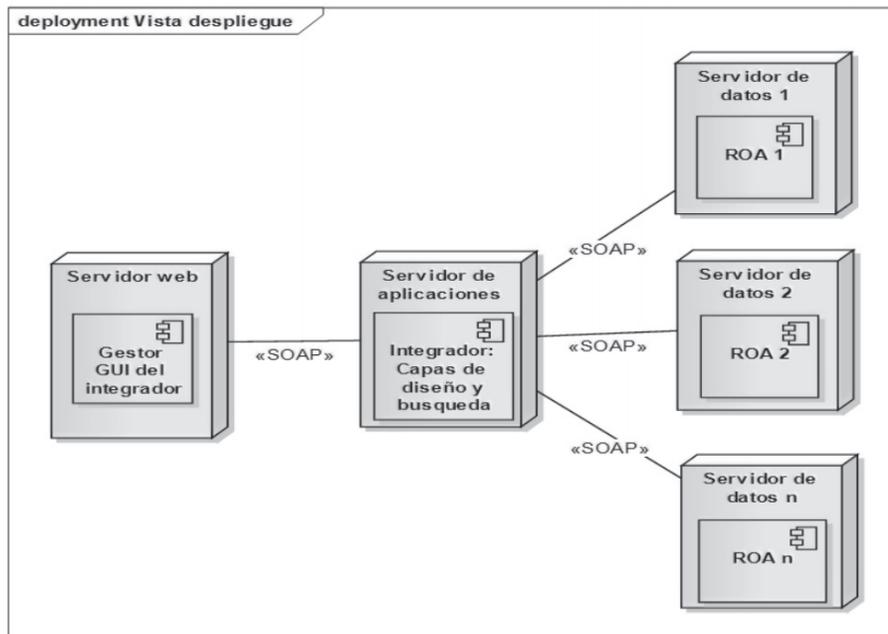


Figura 4. Despliegue de los componentes de la arquitectura del repositorio distribuido de OA

IV. CONCLUSIONES

Los servicios web cuentan con un conjunto de características esenciales que permiten la interoperabilidad de un componente software entre diferentes sistemas, sin importar el sistema operativo, lenguaje de programación o plataforma en que se soporte. Actualmente esta tecnología se está incorporando al mundo del E-Learning, como alternativa de solución para mejorar la interoperabilidad y aumentar los indicadores de reutilización de los objetos de aprendizaje a través de la construcción de repositorios distribuidos de objetos de aprendizaje.

El concepto de repositorio de objetos de aprendizaje (ROA) ha tomado en forma general dos tendencias en cuanto a la arquitectura de diseño, la primera tendencia se caracteriza porque en el repositorio solo se almacenan los metadatos y una referencia de la

ubicación física del objeto de aprendizaje. La segunda tendencia se diferencia de la anterior en que el repositorio contiene los metadatos junto con cada uno de los objetos de aprendizaje.

Los repositorios de objetos de aprendizaje en cuanto a la forma de almacenamiento de los objetos también se pueden establecer dos alternativas, la primera alternativa se caracteriza porque todos los objetos de aprendizaje están ubicados en un solo repositorio central y la segunda alternativa tiene la particularidad de que los objetos se almacenan en un conjunto de repositorios distribuidos, los cuales aumentan la probabilidad de identificación y reutilización de objetos de aprendizaje.

Para el diseño de repositorios de objetos de aprendizaje es de alta relevancia el uso de estándares para el diseño interno de los objetos de aprendizaje, en este caso específico se utiliza el estándar SCORM para la construcción de los objetos de aprendizaje.

La propuesta descrita tiene como soporte las tecnologías asociadas a los servicios web, las cuales permiten que repositorios soportados por diferentes tipos de plataforma puedan interactuar y de esta forma mejorar la interoperabilidad y por consiguiente aumentar los niveles de reutilización e integración de los objetos de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1]. LOM (2002). "Draft Standard for Learning Object Metadata. IEEE 1484". 12.1-2002, 15 July 2002. Versión en línea. Consultado el 5 de Abril del 2010 desde: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- [2]. Mills, S. [2002]: "Learning about learning objects with learning objects", en Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, Vol. 1, AACE, págs. 1.158-1.160.
- [3]. 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. Disponible en: <http://www.reusability.org/read/>
- [4]. Polsani, P. R. [2003]: "Use and abuse of reusable learning objects", Journal of Digital Information, Vol. 3, núm. 4. Artículo núm. 164. Disponible en: <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v03/i04/Polsani/>
- [5]. Ministerio de Educación Nacional Colombiano (2006). Objetos Virtuales de Aprendizaje e Informativos. Consultado abril 6 de 2010, en Portal Colombia Aprende. Disponible desde: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.htm>.
- [6]. Ministerio de Educación Nacional Colombiano MEN. ¿Que es un Objeto de Aprendizaje?. Consultado Abril 2 de 2010, en Portal Colombia Aprende. <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/men/oac1.html>
- [7]. Lozano, Javier. 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/>
- [8]. Otón, Salvador, Ortiz, Antonio, Hilera, Ramón. 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>.
- [9] ANCED, (2010) Libro de buenas prácticas de E-Learning. ANCED, Asociación Nacional de Centros de e-Learning y Distancia. Disponible desde: <http://www.buenaspracticase-learning.com/capitulo-16-estandares-e-learning.html>
- [10] JORUM+ Proyect. The JISC Repository for [learning an teaching materials] 2004. http://www.jorum.ac.uk/docs/Vol1_fin.pdf
- [11] Downes, Stephen. The Learning Marketplace. Meaning, Metadata and Content Syndication in the Learning Object Economy. <http://www.downes.ca/files/book3.html>
- [12] Bass et al., (2003) Bass, L., P. Clements y R. Kazman, Software Architecture in Practice, 2a. ed., Addison-Wesley, 2003.
- [13] Pressman, (2010) Pressman, R. Ingeniería del software un enfoque practico, 7a ed., McGrawHill, 2010.
- [14]. Barco, Antonio. WSDL: El contrato de un servicio. 2006. Disponible en: <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/12/articulo-tecnologico-wsdl-el-contrato-de.html>
- [15]. Mateu, Carles. Desarrollo de aplicaciones web. Primera edición. 2004. Fundación Universidad oberta de Cataluña. http://www.uoc.edu/masters/softwarelibre/esp/materials/Desarrollo_web.pdf



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE MINAS

120 años 
TRABAJO Y RECTITUD