

LOCALIZADOR DE OBJETOS DE APRENDIZAJE DISTRIBUIDOS

Regina Motz, Rodrigo Saavedra, Diego Vallespir
Instituto de Computación, Universidad de la República
Uruguay
rmoz@fing.edu.uy, rodrisaa@gmail.com, dvallesp@fing.edu.uy

RESUMEN

En este artículo presentamos una propuesta de arquitectura de software para localizar y recuperar objetos de aprendizajes distribuidos, describimos la implementación realizada y discutimos líneas futuras de extensión para los metadatos soportados por los repositorios de objetos de aprendizaje.

Palabras Claves

Federación de Repositorios, Objetos de Aprendizaje, Metadatos

1. INTRODUCCION

Actualmente se vive en una era en donde la información y el conocimiento implican el desarrollo de una sociedad globalizada, donde se atraviesan fronteras y límites geográficos, a esto se lo conoce como “sociedad de la información”. La información es el nuevo y preciado recurso al cual se debe proporcionar la capacidad de acceso de forma universal. Esta cantidad de información que caracteriza la sociedad moderna impone más que nunca la necesidad de conseguir localizar de forma precisa la información adecuada.

En el escenario de eLearning las herramientas más utilizadas son los Sistemas de Administración de Aprendizaje o **LMS** (Sistemas de Gestión de Aprendizaje, del inglés “*Learning Management Systems*”) que automatizan la administración de acciones de formación: gestión de usuarios, gestión y control de cursos, gestión de los servicios de comunicación, etc. Estos sistemas gestionan los contenidos almacenados generalmente en repositorios. Presentan algunas carencias (como poca formalización y estructuración del conocimiento, poca adaptabilidad a los estándares, contenidos demasiado expositivos, etc.) que los configuran como herramientas con limitaciones para la recuperación y re-utilización en otros ambientes de los recursos educativos. Por otro lado, los **LCMS** (Sistemas de Gestión de Contenidos, del Inglés “*Learning Content Management Systems*”) se definen como un sistema basado en Web que es utilizado para crear, aprobar, publicar, administrar y almacenar recursos educativos y cursos en línea. Es en este contexto que se identifica el concepto de *objeto de aprendizaje (OA)* especialmente orientado para facilitar la recuperación y la re-utilización de los recursos educativos.

El Comité de Estandarización de Tecnología Educativa IEEE (IEEE LTSC, del inglés “*Learning Technology Standards Committee*”), define a los objetos de aprendizaje como “una entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje apoyado con tecnología”. Es así que los repositorios de objetos de aprendizaje brindan la posibilidad de localizar y recuperar los OA, de forma independiente a la plataforma de administración del curso.

Un **ROA (Repositorio de Objetos de Aprendizaje)**[1] es una colección de recursos (objetos o unidades de aprendizaje) que son accesibles a través de una red. El objetivo de un repositorio es facilitar la reutilización de recursos educativos, facilitando el acceso a los recursos almacenados en el mismo.

Las funciones básicas que debe proveer un ROA (según la ADL, *Advanced Distributed Learning*), con el fin de lograr satisfacer tanto al usuario como la interoperabilidad con otros Sistemas, son:

Buscar. Es la habilidad para localizar un objeto de aprendizaje apropiado. Esto incluye la habilidad para su despliegue.

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. Proveer metadatos a otros repositorios.

La eficiencia de los sistemas para indexar, recuperar y re-utilizar los OA depende básicamente de los metadatos que se dispongan sobre los OA. A través de los metadatos se tiene un primer acercamiento con el objeto, conociendo rápidamente sus principales características. Son especialmente útiles en los recursos que no son textuales y en los que su contenido no puede ser indizado por sistemas automáticos, por ejemplo, los multimedia o un audio. Uno de los estándares de metadatos más extendidos es

LOM [2] (Learning Object Metadata) propuesto por el IEEE LTSC en 2002. Se trata de un esquema conceptual que permite describir los contenidos educativos a través de una jerarquía de elementos agrupados en nueve categorías. Un elemento puede ser simple o compuesto, y los elementos simples tienen un tipo de datos y un dominio, por lo general un vocabulario predefinido o una referencia a otra norma. Ha habido muchas críticas de la generalidad de LOM [3, 4], el IEEE reconoce que LOM es genérico, y describe la forma de extenderlo, a través de perfiles de aplicación. Algunos proyectos [5] han desarrollado sus propias plataformas desacopladas sobre la base de repositorios de objetos descritos por LOM, en la mayoría de los casos extendiendo LOM a través de un perfil de aplicación.

En primer lugar e independiente de los metadatos asociados a los objetos de aprendizaje y de la plataforma sobre la que esté implementado cada uno de los repositorios, se quiere poder realizar búsquedas federadas y presentar al usuario la información, de forma que pueda acceder al objeto de aprendizaje y al conjunto de metadatos que lo describen, se construyen así las llamadas Federaciones de Repositorios de OA. Una federación de ROA permite al usuario obtener objetos de aprendizaje de repositorios externos a partir de criterios de búsqueda específicos.

En este trabajo presentamos una arquitectura de software para una federación de repositorios de objetos de aprendizaje, que permite localizar y recuperar objetos de aprendizaje distribuidos en diferentes repositorios, independientemente de su tecnología de almacenamiento. Además de presentar este federador, el presente trabajo discute algunas líneas interesantes para la extensión de los metadatos de LOM que agregarían valor a la utilización de los repositorios de objetos de aprendizaje, en particular los metadatos educativos y los metadatos de valoración de los objetos de aprendizaje.

2. FEDERACIONES DE ROA

La IMS DRIWG ("IMS Digital Repository Interoperability Working Group") [6] es una especificación de normas y recomendaciones, que facilita un esquema funcional de la arquitectura del sistema y un modelo de referencia completo para la interoperabilidad de repositorios. Permite a los repositorios interactuar entre sí, ignorando su arquitectura interna, para lograr esto el esquema de funcionamiento propuesto es el que se detalla en el recuadro de la Figura 1.

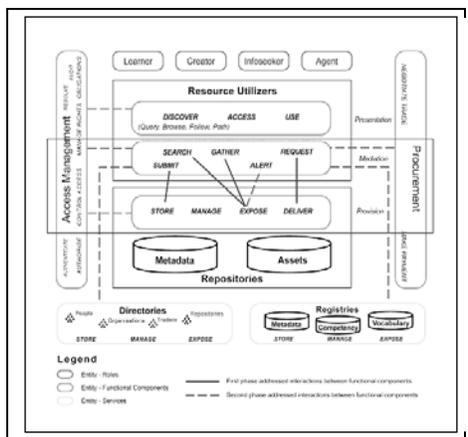


Figura 1. Esquema de funcionamiento de la IMS DRI [6]

En el esquema propuesto se puede observar que la gestión del repositorio se basa en un conjunto de funciones, que la especificación agrupa en los siguientes pares de funciones:

Buscar / Exponer: El usuario especifica los atributos que servirán para discriminar sobre los metadatos de los objetos de aprendizaje. La respuesta es un conjunto de metadatos.

Enviar / Almacenar: Esta funcionalidad hace referencia a la forma de almacenar un objeto en un repositorio y la forma que tomará una vez almacenado para hacer posible su recuperación. El lugar desde el cual se coge el objeto para su almacenamiento puede ser otro repositorio, un sistema enseñanza, el disco duro del desarrollador, o cualquier punto de la red.

Alertar / Exponer: La especificación contempla esta funcionalidad como un posible componente de un repositorio digital o un servicio intermedio encargado de mandar correos electrónicos.

Colectar/ Exponer: Corresponde a la activación periódica del mecanismo de búsqueda. Esta funcionalidad proporciona la forma de escribir los meta datos que van a servir para las búsquedas, la forma de agruparlos para facilitar los sondeos futuros y la manera en que se tienen que agregar para formar nuevos repositorios (estos almacenes estarán disponibles para las funciones de búsqueda y alerta). Esta funcionalidad interactúa con el repositorio de dos maneras diferentes. La primera consiste en solicitar metadatos del repositorio, mientras que en la segunda ofrece al almacén meta datos para que sean almacenados.

Solicitar / Entregar: La función Solicitar es la petición de acceso a un recurso que realiza un usuario del sistema una vez lo ha localizado gracias a los meta datos que lleva asociados. Entregar se refiere a la respuesta que le da el repositorio, que le otorga o le niega el acceso al recurso.

2.1 Simple Query Interface

Simple Query Interface es una API para el establecimiento de sesión y realización de consultas síncronas y asíncronas que define los servicios que un repositorio debe de tener disponibles para recibir y responder consultas de otros repositorios.

Es parte de la arquitectura para la interoperabilidad de repositorios educativos **LORI** (en inglés, *Learning Object Review Instrument*), la cual define los servicios necesarios para permitir la interoperabilidad entre estos repositorios. SQI [7] sólo se encarga del envío y recepción de consultas, no teniendo en cuenta en ningún momento la estructura de las mismas, lo que lo hace sencillo de implementar en una gran variedad de sistemas heterogéneos. Los servicios brindados incluyen servicios básicos como por ejemplo servicios de autenticación, gestión de la sesión y servicios de aplicación como gestión de las consultas. Las ventajas de SQI vienen asociadas a que es neutral respecto al lenguaje de consultas utilizado en el manejador de BD y en el modelo semántico seguido por el repositorio.

SQI presenta dos escenarios diferentes: en el escenario síncrono el destino devuelve los resultados a la fuente, por lo tanto la recuperación de los resultados es iniciada por la fuente. El proceso

es el siguiente, la fuente realiza la consulta y a través de otros métodos accede después a los resultados.

En el escenario asíncrono la transmisión de resultados es responsabilidad del destino, es decir una vez iniciada la consulta y a medida que se obtienen los resultados, éstos son transmitidos a la fuente. Para hacer posible este escenario la fuente tiene que tener la capacidad de identificar una consulta enviada a un destino particular, por ejemplo si la misma consulta fue enviada a diferentes destinos. También, la fuente, debe de implementar un punto de acceso para la recepción de los resultados. Tanto en el escenario síncrono como asíncrono es importante hacer notar que es posible realizar múltiples consultas por sesión, inclusive simultáneamente.

2.2 Federaciones ROA Relevantes

La existencia de un gran número de repositorios de Objetos de Aprendizaje ha generado ya la creación de varios federadores para estos repositorios. Considerando los más relevantes, por su amplia difusión y por la cobertura que tienen, seleccionamos para analizar los Federadores Ariadne, Globe y Agrega.

ARIADNE (*Alliance of Remote Instructional Authoring & Distribution Networks for Europe*) [8] es el repositorio de un proyecto de la Unión Europea que tiene como objetivo fomentar el intercambio de experiencias en el área de la educación abierta y a distancia. Consiste en una red europea de recursos educativos distribuidos alrededor del cual se han creado una serie de herramientas que ayudan a la compartir y reutilizar el material educativo. Provee una plataforma para compartir la información a través de la instalación de un servidor o nodo, mediante el cual se pueden almacenar y consultar los objetos de aprendizaje en línea que se generan en la comunidad, teniéndose así una base de OA distribuida en todos los nodos que componen la plataforma.

Un nodo de ARIADNE está formado por un repositorio local de almacenamiento (KLP) y un servidor de cursos (AMI/ALI), pudiendo estar ambos en la misma PC o distribuido en distintas computadoras. El repositorio local de conocimiento se almacena todos los objetos de aprendizaje y sus metadatos, mientras que el servidor de cursos provee una interfaz Web para la administración y consulta sobre el repositorio. Todos los nodos locales se comunican con un nodo especial, el nodo central, encargado de mantener la información actualizada de todos los objetos de aprendizaje y así poder compartir la información entre nodos locales. Para esto una vez al día el nodo central solicita a los nodos locales todos los OA dados de alta a partir de la última consulta y actualiza su catálogo de OA, este proceso es conocido como replicación.

ARIADNE permite realizar búsquedas en repositorios externos donde los lenguajes de consulta de cada repositorio no tienen porque ser los mismos. Estas búsquedas se realizan utilizando SQI de manera transparente al usuario y resolviendo la heterogeneidad con los repositorios que desean unirse a la federación.

Además de brindar la funcionalidad de descarga de contenido ofrece la posibilidad de exportar sus metadatos en LOM, logrando así una mayor reutilización de los OA con el único inconveniente que el usuario final tenga que realizar una transformación de LOM al tipo de metadatos que use su repositorio.

En conclusión, uno de los puntos a destacar de esta arquitectura son las búsquedas federadas sobre repositorios heterogéneos en lenguaje de consultas a través de la API de SQI, de esta manera un repositorio para pasar a ser parte de la federación debe de exponer una interfaz SQI a través de servicios Web y devolver los metadatos de los OA en la especificación LOM. También brinda, una vez realizada la búsqueda, el filtrado de los metadatos obtenidos de acuerdo a los valores ya fijados para los metadatos de las categorías de LOM (Catálogo, Tipo, Formato, Contexto, Lenguaje).

La principal desventaja es que impone una arquitectura y plataforma fijas para los repositorios que se quieren integrar a la federación, brindando poca flexibilidad al uso de otro tipo de tecnología. Otra desventaja, no resuelve la heterogeneidad de los metadatos, exigiendo a cada repositorio que se quiera integrar a la federación que sus metadatos deben estar especificados siguiendo la representación LOM. En este punto cabe destacar que existe una marcada tendencia en el área de utilizar el esquema LOM para representar los metadatos de los objetos de aprendizaje.

GLOBE (*Global Learning Objects Brokened Exchange*) es un consorcio internacional [9] que tiene como objetivo el compartir recursos a través de una red distribuida de objetos de aprendizaje estandarizados. La interoperabilidad con los repositorios que forman parte de esta federación, es resuelta, al igual que en ARIADNE, a través de la API SQI. El esquema de metadatos usado por esta federación, sigue el estándar LOM.

Los parámetros de consulta que se pueden especificar en un búsqueda federada son: palabra clave a buscar y los repositorios en los cuales se desea llevar a cabo la búsqueda.

Una de sus principales ventajas es que no impone una arquitectura de los repositorios que forman la federación, así como tampoco de la plataforma sobre la que este implementado el repositorio. En estos dos aspectos brinda la flexibilidad en la integración de un nuevo repositorio a la federación, de forma que el nuevo repositorio deberá brindar acceso a través de la API de consulta SQI y sus metadatos deben estar en el estándar LOM; pero nada exige en cuanto a la plataforma sobre la que este implementado el repositorio.

Una desventaja de la federación, es que no permite especificar una búsqueda por valores en los metadatos que describen los OA, no logrando tener una búsqueda demasiado específica y por lo tanto influyendo en la calidad de los resultados devueltos de la consulta. En este sentido no se hace un real aprovechamiento de los metadatos de un objeto de aprendizaje, dificultando la tarea de localización del material deseado por parte del usuario final. Otra de las desventajas, es que no ofrece acceso a todos los metadatos del objeto de aprendizaje, sino que únicamente permite acceder al contenido asociado al OA.

La federación AGREGA [10] consiste en un conjunto nodos interoperables, cada uno de estos nodos se corresponde a un repositorio de objetos de aprendizaje los cuales tienen una arquitectura particular tal como se detalla a continuación.

En cada uno de los nodos se puede buscar, visualizar y descargar contenidos. En el caso de la búsqueda se puede hacer una búsqueda en el nodo local o una búsqueda global, es decir en todos

los nodos que integran la federación. A su vez es posible filtrar las búsquedas por: propiedades de contenido, área curricular, por tesouro y por ámbito.

El acceso a la federación puede realizarse de dos formas, como usuario no registrado o como usuario registrado. En caso de hacerlo como usuario no registrado se podrá buscar, visualizar y descargar de lo contrario se tiene acceso a todas las funcionalidades de la herramienta, pudiendo agregar nuevos contenidos y proponerlos para compartir. El acceso a la federación es independiente del navegador o dispositivo usado para acceder. La arquitectura de cada nodo Agrega se compone de un conjunto de módulos especializados interoperando unos con otros. Sigue la filosofía Service Oriented Architecture (SOA) donde los dos grandes bloques de elementos lógicos, el nodo de objetos de aprendizaje y las aplicaciones clientes se integran usando como interfaz un conjunto de servicios.

Una de las ventajas del repositorio AGREGA, es que al igual que en el caso de Ariadne, comparte sus contenidos permitiendo el acceso a través del API SQI haciendo fácil de integrar a una federación. Otra, es el contenido rico en metadatos, tanto en calidad como en cantidad.

Se puede ver como una desventaja el no permitir integrar repositorios heterogéneos, ya que al momento de la integración el nodo debe cumplir con la estructura indicada en la arquitectura y con las tecnologías definidas a priori.

2.3 Conclusiones

Del análisis de las tres federaciones anteriores surge que su comparación está dada por los siguientes ejes: *Comunicación*: refiere a como es resuelta la comunicación de la federación con los repositorios. *Tipo de comunicación*: muestra a través de qué medios se comunican la federación y repositorios. *Metadatos*: esquema usado en cada repositorio para representar los metadatos, se observa que el estandar LOM de la IEEE es ampliamente utilizado. *Plataforma Heterogénea*: refiere a la plataforma sobre la que están implementados cada uno de los repositorios. En el caso de tratarse de una plataforma heterogénea no hay ninguna condición exigida sobre la plataforma del repositorio para formar parte de la federación. *Descarga OA*: refiere a las posibilidades de descarga del OA, en el caso de ser total, permite acceder a la especificación de los metadatos y al contenido del OA. Para el caso parcial solo da acceso al contenido del OA. *Empaquetador SCORM*: refiere a si el repositorio brinda alguna posibilidad de empaquetamiento de los OA, generando paquetes SCORM. *Tipo de búsqueda*: en el caso de la búsqueda simple solo se permite buscar por palabra clave e indicar sobre que repositorios lanzar la búsqueda. La búsqueda avanzada adicionalmente permite especificar valores para los distintos metadatos sobre los que se quiere buscar.

De acuerdo a lo analizado, se puede observar que la propuesta del Proyecto Agrega es una de las más completas en cuanto a las funcionalidades ofrecidas y que plantea una amplia a los problemas de integración e interoperabilidad de la federación con los distintos repositorios. Sin embargo tiene la desventaja de no permitir nodos heterogéneos. En este sentido nuestra propuesta de Federador extiende esta limitación y mantiene la búsqueda completa por metadatos

3. PROPUESTA DE FEDERADOR

La arquitectura propuesta para un federador con capacidades de localizar y recuperar objetos de aprendizajes distribuidos está basada en SOA y en la utilización de servicios web.

La arquitectura se descompone en las siguientes capas:

Capa de Acceso y Presentación: esta capa es el punto de acceso para que usuarios puedan interactuar con el sistema y para que también otros sistemas externos puedan interactuar con la aplicación, de forma de poder llevar a cabo las funcionalidades propuestas.

Capa Lógica: es esta capa se encierra la lógica de la aplicación, siendo responsable de contener la forma en que es llevada a cabo cada una de las funcionalidades.

Capa de Comunicación: se encarga de gestionar la comunicación del Sistema con todos los sistemas externos (los repositorios de OA) a los que se quiere acceder, esta comunicación se realiza de manera bidireccional.

Capa de Datos y Sistemas existentes: en esta capa se encuentra el modelo de datos de la aplicación, manteniendo toda la información relevante al Sistema como ser usuarios, configuraciones del Sistema e información de todos los sistemas externos a los que se quiere acceder, es decir los repositorios de OA.

A continuación se muestra en detalle cada una de las capas, se describen los componentes de cada una y de qué manera interactúan para llevar a cabo cada una de las funcionalidades ofrecidas por la aplicación. Para una mejor comprensión de la estructura de capas, se comienza la descripción partiendo de la capa de más bajo nivel y pasando a las que están en niveles superiores.

Capa de Datos y Sistemas existentes. El objetivo de la arquitectura es hacer transparente el acceso a los múltiples repositorios que conforman la arquitectura, por lo que el nivel más bajo se compone de todos los repositorios que contienen los objetos. Almacena toda la información referente a los usuarios del Sistema y toda la información referente a cada uno de los repositorios que forman parte de la federación, como ser el modo de acceso, ubicación, lenguaje de consultas utilizado, etc. Los servicios que brinda son todos aquellos encargados de la persistencia y recuperación de la información almacenada en el Sistema. Algunos de estos servicios son: Alta/Baja/Modificación de Repositorios y Alta/Baja/Modificación de Usuarios. Esta capa se abstrae del manejador de base de datos utilizado (DBMS), de forma que la aplicación es independiente de cuál sea el manejador elegido en la construcción del prototipo y teniendo así un sistema adaptable a cualquier DBMS.

Capa de Comunicación. Esta capa es la que relaciona los repositorios distribuidos con nuestra aplicación, conteniendo los servicios que se encargarán de la búsqueda federada. En esta arquitectura se accede a cada repositorio a través de servicios Web, desconociendo los detalles de implementación del repositorio al que se está accediendo. Cada repositorio deberá exponer sus servicios a través de la API SQI (detallada en puntos anteriores). De esta manera el Sistema podrá interactuar de manera transparente e independientemente de la plataforma, lenguaje de

consulta o lenguaje de implementación en la que esté basado el repositorio.

El alcance de la propuesta arquitectónica da soporte a la comunicación entre el federador y los repositorios a través de Servicios Web haciendo uso de la API SQI, donde cada conjunto de metadatos es presentado en el esquema LOM. Dada que una de las características deseadas es la extensibilidad, para hacer posible la comunicación con otros repositorios que no presentan acceso a través de la API SQI y/o a través de servicios Web, alcanza con la incorporación de un módulo en esta capa que se ajuste al acceso brindado por el repositorio al que se quiere incorporar al Federador.

Por otro lado, esta capa brinda a la Capa Lógica un servicio encargado del registro de un nuevo repositorio en la federación. Este servicio será encargado de verificar el acceso al repositorio de acuerdo a las configuraciones indicadas, en caso de acceder al repositorio se llama al servicio de la Capa de Datos encargado de persistir las configuraciones asociadas al repositorio y el repositorio es dado de alta en el Federador. En caso contrario no da de alta el Repositorio y se le informa a la Capa Lógica.

Capa Lógica. En esta capa se tienen las funcionalidades detalladas en los casos de uso, es decir los servicios que el usuario invoca a través de la capa de acceso y presentación. Estos servicios desencadenan llamadas a servicios que se encuentran en las capas inferiores. Estos servicios son:

Búsqueda de contenidos: desencadena las llamadas a servicios que están en la capa de comunicación para llevar a cabo la búsqueda sobre los repositorios seleccionados. En este caso no se lleva a cabo una catalogación de los resultados obtenidos.

Búsqueda de contenidos avanzada: a partir de un conjunto de valores para los metadatos seleccionados por el usuario y sobre los repositorios indicados, se hacen llamadas a servicios de la capa de comunicación, recibiendo de ésta conjuntos de metadatos. Una vez obtenido los resultados de la búsqueda federada, se invoca al servicio de Catalogación en esta misma capa.

Catalogación de metadatos: consiste en, para cada uno de los conjuntos de metadatos evaluar las coincidencias entre los valores de los metadatos del conjunto (resultado de la búsqueda) y los valores de los metadatos especificados por el usuario. De esta forma se tendrá para cada conjunto un valor que llamaremos “indicador de coincidencia”, éste será calculado a partir de la cantidad de coincidencias encontradas en un conjunto de metadatos para el subconjunto de valores de metadatos indicado por el usuario. Se considera que un metadato (que llamaremos A) es coincidente con el mismo metadato (que llamaremos B), si el valor A está contenido parcialmente y/o totalmente en el valor de B. En resumen, un metadato del subconjunto de metadatos indicado por el usuario es coincidente con el mismo metadato del conjunto de metadatos devuelto en la búsqueda, si el valor de primero está contenido en el segundo.

El alcance de la propuesta en este punto trabaja con el esquema de metadatos bajo el estándar LOM, tanto al momento del usuario especificar los valores para cada uno de los metadatos como al obtener los resultados de la búsqueda federada, pero no se limita a este esquema. Dado que algunas de las características deseadas en

la arquitectura es la modularidad, adaptabilidad y extensibilidad, contempla el caso en que los resultados devueltos no sigan el esquema de metadatos bajo el estándar LOM, permitiendo adaptar el Federador a través de la extensión y el mapping de los metadatos para trabajar con algún otro esquema de metadatos.

Registro de repositorios: a partir de recoger los datos indicados por el usuario, que describen el repositorio, en la capa de presentación, se llama al servicio en la capa de comunicación encargado de registrar el repositorio en el Sistema.

Capa de Acceso y Presentación. En este nivel se describe como es la interacción de un cliente con el Sistema. Se describen las principales interfaces y la invocación a los servicios de la Capa Lógica. Una vez que el usuario accede, puede llevar a cabo tres acciones:

Búsqueda de metadatos: en este caso deberá ingresar el texto o palabra clave a buscar y seleccionar el/los repositorio/s donde buscar. El resultado será presentado al usuario indicando la información más relevante para cada metadato encontrado.

Búsqueda avanzada de metadatos: en este caso el usuario deberá completar el formulario seleccionando en este caso los metadatos de interés y para cada uno de ellos los valores a buscar. Además opcionalmente podrá seleccionar los repositorios sobre los que se va a llevar a cabo la búsqueda

Autenticación como administrador: una vez indicado el nombre de usuario y contraseña se accede a la interface de administrador, pudiendo llevar a cabo todas las operaciones vinculadas con este usuario, como el ABM de repositorios de OA, el ABM de usuarios administradores y el seteo de configuraciones generales de la búsqueda (máximo de resultados devueltos, tamaño devuelto en una consulta y tiempo máximo de ejecución de la consulta).

4. IMPLEMENTACION

En esta sección se describe la implementación del sistema, mostrando las decisiones que se tomaron para la selección de las tecnologías usadas. La selección de tecnologías usadas estuvo basada en ser Software libre y con el potencial para resolver los problemas planteados.

El sistema es *full* Web y fue desarrollado utilizando la plataforma PHP en su versión 5.2.10. Para los aspectos visuales se utilizaron hojas de Estilo (CSS) de forma de lograr una presentación uniforme y minimizar el impacto ante un eventual cambio en la presentación. Adicionalmente se utilizó Java Script y Ajax (*Asynchronous JavaScript and XML*) para los aspectos funcionales de la presentación, evitando recargar toda la interfaz en cada petición al servidor, disminuyendo el tráfico en cada petición cliente-servidor y por lo tanto aumentando la velocidad en la comunicación. Por otra parte brinda al usuario una interfaz sumamente responsiva dado que no pierde de vista la información original del documento, sino que únicamente se actualizan algunas secciones de éste según el proceso de navegación. Para la el desarrollo de JavaScript y Ajax se utilizó el framework jQuery 1.3.2. Este ofrece numerosas ventajas al trabajar con estas tecnologías, principalmente simplificando el desarrollo con Ajax y Java Script en las aplicaciones Web, y garantizando la

independencia del navegador, de manera transparente al desarrollador.

Para encapsular el acceso a los datos y asegurar la portabilidad entre los distintos manejadores de base de datos se utilizó la librería ADOdB para PHP. Con esta librería es posible cambiar el manejador de base de datos y su ubicación sin necesidad de reescribir cada llamada a la base de datos en la aplicación, asegurando así la portabilidad.

En cuanto a la comunicación del sistema con los repositorios que componen la federación, la cual se lleva a cabo consumiendo servicios Web, se utilizó la librería NUSOAP. Como servidor de aplicación se usó Apache http Server en su versión 2.2.11. Como manejador de base de datos se utilizó MySQL, versión 5.0.

La Figura 2 resume las tecnologías utilizadas en cada capa. Como servidor web de aplicaciones se usó Apache.

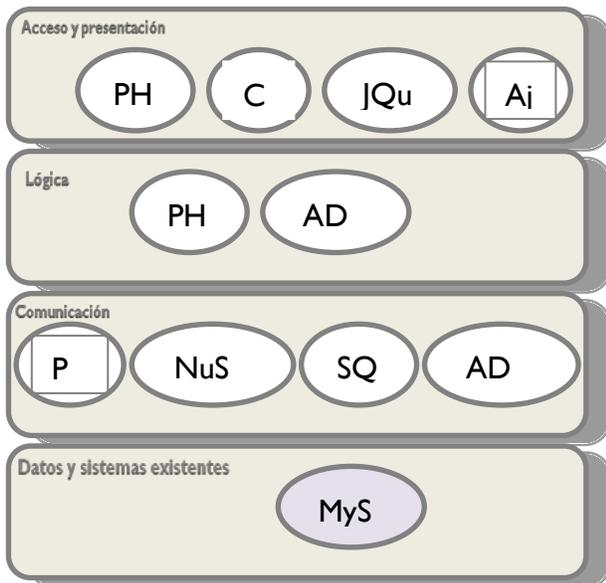


Figura 2. Tecnologías utilizadas en cada capa del Federador

El federador desarrollado está siendo utilizado actualmente en la Universidad de la República y puede ser accedido a través de la página web del grupo CSI: <https://www.fing.edu.uy/inco/grupos/csi/wiki/csi/index.php/Po rtada>

5. QUE HAY ADEMAS DE LA LOCALIZACION DE OAs?

Qué otras funcionalidades hay sobre un federador de Repositorios de OAs además de la localización de los Objetos de Aprendizaje? Es evidente que la localización de objetos de

aprendizaje distribuidos no es solamente para su re-utilización, también interesa obtener información de cuales son los OAs más utilizados, por quienes y para qué. Mucha de esta información será útil para la toma de decisiones en cuanto a inversiones para generar nuevos OAs, para definir estrategias pedagógicas para nuevos cursos o para dar reputación a los autores de los OAs más utilizados y mejor evaluados. Si bien estas necesidades son evidentes, del relevamiento de varios repositorios y federadores de objetos de aprendizaje (entre ellos Merlot, CAREO, CeLeBraTe, ELENA/Edutella, LORI, AGREGA, GLOBE, ARIADNE) resulta que los datos actuales que manejan los repositorios carecen de la mayoría de la información requerida por otras aplicaciones que no sean solamente recuperar el OA. En este sentido estamos trabajando en tres direcciones de ampliación de los metadatos de los OAs: (i) Una dirección es extender los metadatos LOM para poder representar con mayor precisión las propiedades educativas de los OAs, (ii) otra dirección es incorporar a los metadatos valoraciones de calidad respecto a los OAs y (iii) registrar quienes consultan cada OAs y pedirles información de si usaron el OAs y en qué contexto.

Esta última extensión por el momento se está trabajando a través de la recopilación de datos en un cuestionario a los usuarios registrados en el federador, se espera poder mejorar esta recopilación a través del uso de web mining en un futuro cercano.

Respecto a las dos primeras extensiones de LOM contamos con las siguientes propuestas que están siendo implementadas:

(I) Metadatos Educativos

La categoría Educación de LOM ha sido ya previamente criticada [3, 11] y es en ella donde hemos realizado la extensión. Para diferenciar mejor los conceptos de educación propiamente dichos proponemos que el elemento *Tipo* se distinga en los nuevos elementos *Tipo de Soporte* y *Tipo de Instrucción*. Por Tipo de Soporte, se propone el vocabulario: texto, diagrama, figura, gráfico y diapositivas; mientras que para el Tipo de Instrucción, se propone el vocabulario: Ejercicio, Ejemplo, Simulación, Pregunta, Cuestionario, Examen, Índice, Experimentación, Planteamiento del problema, Autoevaluación y Conferencia. A su vez en el elemento *Objetivo de la Educación* se especifica para describir explícitamente el Verbo del Objetivo según la taxonomía revisada de Bloom [12]. Por lo tanto, proponemos para cada una de las categorías de Bloom el siguiente vocabulario:

Categoría *Conocimiento*: Listar, Nombrar, identificar, Mostrar, Definir, Reconocer, Recuperar, Visualizar, Describir, Etiquetar, Examinar, Catalogar, Registrar.

Categoría *Comprensión*: Resumir, Explicar, Interpretar, Describir, Comparar, Parafrasear, Diferenciar, Demostrar, Convertir, Defender, Distinguir, Ejemplificar, Predecir y Reconocer.

Categoría *Aplicación*: Resolver, Ilustrar, calcular, Usar, Interpretar, Relacionar, Manipular, Aplicar, Modificar, Completar, Experimentar, Descubrir, Clasificar.

Categoría *Análisis*: Analizar, Organizar, Deducir, Contrastar, Comparar, Distinguir, Discutir, Criticar, Planificar, Diagramar, Inspeccionar, Examinar, Categorizar, Parafrasear, Diferenciar, Justificar.

Categoría Síntesis: Esquematizar, Diseñar, Compilar, Explicar, Resumir, Organizar, Combinar, Componer.

Categoría Evaluación: Evaluar, Juzgar, Criticar, Defender, Argumentar, Estimar, Revisar.

Estamos trabajando para extender estos vocabularios con la definición de conceptos más amplios guiados por ontologías.

(II) Metadatos de Valoración de OAs

La valoración de los objetos de aprendizaje no tiene una extensión en LOM bien resuelta, si bien existen algunos elementos que pueden ser usados para este fin. Nuestra propuesta de metadatos a utilizar para la valoración de los OAs consiste en obtener métricas para las propiedades clásicas de calidad de datos [13], como ser: *Actualidad del OA*, *Reputación o Confianza*, *Accesibilidad del contenido* (por ejemplo en caso del OA contener citas o enlaces a otros recursos que éstos estén accesibles, en caso de ser un recurso multimedia que esté en un formato adecuado para el ancho de banda disponible, etc.), *Correctitud Sintáctica del OA* o sea el OA debe ser sintácticamente correcto (por ejemplo en caso del OA estar escrito en castellano no debería contener subtextos en inglés o contener siglas no explicadas en el glosario), *Nivel de Auto-contenido del OA*, *Nivel de Iteratividad*, *Nivel de Dificultad*, *Nivel de Ejercicios* y *Nivel de Ejemplos* contenidos en el OA. Algunas de estas propiedades de calidad ya existen en la definición de LOM, como ser Nivel de Dificultad, Densidad Semántica, y Nivel de Iteratividad del OA, aunque no están categorizados como elementos de una categoría calidad, en nuestro juicio son elementos que aportan para evaluar la calidad de adecuación del OA a ciertos modelos pedagógicos. También la cantidad de Ejercicios y Ejemplos que contiene el OA son de especial interés para determinar a qué tipo de estilo de aprendizaje se aplica mejor el OA. La medición de estas dos propiedades se puede hacer a través de un tratamiento automatizado del OA.

En este sentido es interesante observar que algunos metadatos es posible de medirlos de forma automática en los OA si se cuenta con los metadatos ya especificados en LOM, por ejemplo para actualidad del dato se puede utilizar la fecha de creación del OA y también se puede procesar el contenido del OA para extraer la actualidad de las referencias utilizadas; para el caso de la reputación se cuenta en LOM con el metadato del autor del OA que puede ser correlacionado a través de herramientas como Google Académico (Scholar Google) con una valoración de reputación en el área temática; la dificultad del OA inferido a partir de la propiedad densidad semántica LOM que indica la relación entre la extensión del OA y la dificultad de comprensión del mismo, aunque este metadato debe ser indicado por el autor del OA.

Uno de los trabajos en desarrollo en este momento es extender los metadatos que maneja el repositorio local del federador con los metadatos que pueden ser usados para dar una valoración de la calidad del OA.

ACKNOWLEDGMENTS

Our thanks to ACM SIGCHI for allowing us to modify templates they had developed.

REFERENCES

- [1] Guzmán, C. Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno *e-learning*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca, 2005.
- [2] IEEE Learning Technology Standards Committee (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata (LOM) IEEE 1484.12.1. available from http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- [3] Ullrich, C: The Learning-Resource-Type is Dead, Long Live the Learning-Resource-Type! Learning Objects and Learning Designs, 1(1):7–15, 2005.
- [4] Canabal, M., Sarasa, A., Sacristán, J.C.: LOM-ES: Un perfil de aplicación de LOM. Simposio SPEDECE, V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables, Salamanca, Octubre 2008. M., Sarasa, A., Sacristán, J.C.: LOM-ES: Un perfil de aplicación de LOM (2008)
- [5] ActiveMath Project www.activemath.org
- [6] IMS Digital Repositories Interoperability http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/driv1p0/imsdri_inf_ov1p0.html
- [7] Van Assache, F., Duval E., Massart D., Olmedilla D., Dimon B., Soberain S. Ternier S. & Wild F., *Spinning Interoperable Applications for teaching & Learning using the simpleQuery Interface*, Education Technology & Society, 9(2) 51-67
- [8] Ternier, S., Masart, D., Campi, A., Guinea, S. Ceri, S., Duval, E.. Interoperability for Searching Learning Object Repositories, D-Lib Magazine, Volume 14 Number 1/2, January/February 2008, ISSN 1082-9873.
- [9] GLOBE - Global Learning Objects Brokered Exchange www.globe-info.org
- [10] Agrega- Plataforma de Objetos Digitales Educativos www.proyectoagrega.es
- [11] Wiley, D. A. “Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor and a taxonomy, in D A Wiley (Ed.), The instructional Use of Learning Objects, Available at: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>, 2000
- [12] Krathwohl D., A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. In *THEORY INTO PRACTICE, Volume 41, Number 4, Autumn 2002*.
- [13] Strong, D.M., Lee, Y.W., Wang, R.Y. *Data Quality in Context. Communications of the ACM, Vol.40, No.5, May 1997*.