

La Experiencia de ARIADNE: Creando una Red de Reutilización de Objetos de Aprendizaje a través de Estándares y Especificaciones

Jose Luis Santos, Xavier Ochoa, Gonzalo Parra, Erik Duval

Title – The ARIADNE experience: Creating a network of learning objects through standards and specifications.

Abstract— ARIADNE is a European foundation that aims to foster “Share and Reuse” of learning resources. To support this goal, ARIADNE has created an infrastructure for managing learning objects in an open and scalable way. This paper describes the technical approach behind our open, standards based infrastructure, how content providers can connect to it, and the value they can derive from doing so. As such, the abundance that we help to unlock will act as a platform for innovation by tool developers, trainers and teachers and learners themselves.

Index Terms—Data storage Systems, Distance learning, Knowledge management

I. INTRODUCCIÓN

ARIADNE es una fundación dedicada a brindar acceso a la mayor cantidad posible de contenido educativo. Para esto, una de sus principales tareas ha sido fomentar el uso de especificaciones y estándares para la compartición de dichos recursos y la interoperabilidad de repositorios. Dentro de esta tarea, ARIADNE ha contribuido al desarrollo y difusión de especificaciones como IEEE LTSC LOM [1], SQI [2], SPI [3], OAI-PMH [4], PLQL [5] e IMS LODE Registry [6], especificaciones que permiten el efectivo intercambio entre repositorios de contenidos educativos y entre redes de repositorios. Además, ARIADNE ofrece una serie de herramientas de código libre que, soportando dichas especificaciones, facilitan el intercambio de recursos; desde el proceso de almacenaje de recursos educativos a través de un repositorio o el intercambio a través del *harvester*, hasta el compartir o intercambiar colecciones a través de un registro de las mismas [7][8].

La principal motivación para compartir los contenidos educativos es su costo tanto en tiempo como en dinero, siendo una de las posibles soluciones la reutilización e intercambio de recursos, compatible con modelos de negocio[11].

J.L. Santos, G. Parra y Erik Duval forman parte del Departamento de Ciencias Computacionales, Katholieke Universiteit Leuven, Lovaina, B-3001 BEL (e-mail: {joseluis.santos, gonzalo.parra, erik.duval}@cs.kuleuven.be).

X. Ochoa forma parte Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador (e-mail: xavier@cti.espol.edu.ec).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

Este artículo explica el flujo de trabajo que se produce en ARIADNE desde la fase en que un proveedor de contenidos decide exponer sus contenidos a través de ARIADNE, y que al final sean también expuestos en GLOBE (*Global Learning Objects Brokered Exchange*), alianza estratégica de instituciones comprometidas en trabajar en conjunto para proveer acceso a contenido educativo de calidad.

Para proveer dicho acceso, se describen los objetos de aprendizaje utilizando el estándar IEEE LTSC LOM, que nos ofrece la posibilidad de describir el objeto, no únicamente a nivel técnico de requerimientos sino integrando descripción pedagógica. Estos metadatos se gestionan con repositorios de contenidos, encargados de ofrecer acceso a los contenidos a través de servicios e interfaces orientadas al usuario final.

En los últimos 10 años, el número de repositorios que exponen sus metadatos, a través del uso de estándares y especificaciones, ha crecido sustancialmente. Este estado del arte, ha potenciado el intercambio de dicha información dentro de la comunidad, enriqueciendo los contenidos ofrecidos por cada institución y multiplicando la posibilidad de acceso a ellos, constituyendo poco a poco, lo que conocemos como federación de repositorios.

El incremento de estándares y el número de repositorios y federaciones existentes ha creado la necesidad de gestionar toda esa información favoreciendo la interoperabilidad. Para ello, aparece la figura del registro de repositorios de aprendizaje, lugar donde se encuentran definidas información relevante sobre las colecciones de contenidos, información técnica de cómo es posible acceder a ellas y descriptivas a nivel de funcionalidad y objetivos.

El presente artículo comienza en la sección II, dedicando dicho espacio a la explicación de tecnologías para construir una infraestructura como ARIADNE. La siguiente sección, la III, analiza en profundidad tanto metadatos como colecciones de contenidos educativos. La sección IV explica casos reales y experiencias donde dicha infraestructura se desplegó dando soporte a diferentes proyectos. Finalizando el artículo, nos encontraremos trabajos relacionados en la sección V, para acabar con las conclusiones en la sección número VI.

II. ARIADNE: DEL PROVEEDOR DE CONTENIDOS A GLOBE

ARIADNE, como miembro fundador de GLOBE, expone a través de esta alianza estratégica, sus contenidos educativos. En esta sección, explicaremos cómo un proveedor de contenidos que quiere exponer sus recursos en GLOBE,

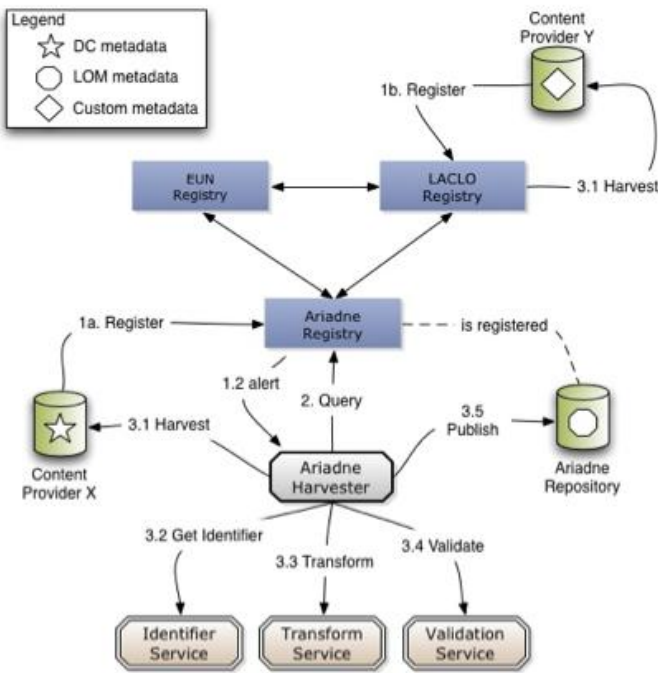


Figura 2 Del proveedor de contenidos a GLOBE

puede hacer uso de la infraestructura de ARIADNE para tal objetivo. Durante el proceso, se explicarán las principales tecnologías y especificaciones que participan, haciendo referencia a la Figura 1.

En el apartado A se explica el repositorio de contenidos de aprendizaje, a posteriori, el apartado B se focaliza en el registro de colecciones. En el apartado C se introduce la conexión entre el registro de colecciones y los repositorios, el recolector de metadatos, para acabar con la sección en el apartado D, la interfaz de usuario que proporciona acceso al usuario final a la arquitectura de ARIADNE.

A. El Repositorio de Objetos de Aprendizaje

El repositorio de ARIADNE es el encargado de almacenar y manejar objetos de aprendizaje y sus metadatos relacionados. Este ha sido desarrollado en base a estándares y especificaciones en tecnologías clave, como son: metadatos (IEEE LTSC LOM), recolección (OAI-PMH), publicación (SPI) y consulta (SQI); todo esto basado en una arquitectura orientada en servicios (SOA) [8]. Su diseñado es enfocado para satisfacer las necesidades de: proveedores de contenidos que deseen exponer recursos educativos, y desarrolladores que deseen construir o adaptar de manera sencilla herramientas que usen de los servicios expuestos por el repositorio.

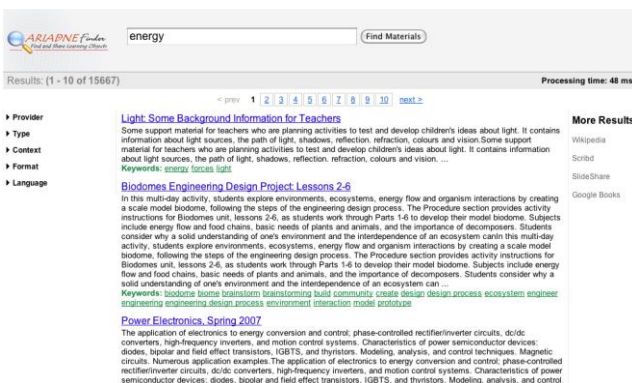


Figura 1 Interfaz del ARIADNE Finder

Además, el desarrollo del repositorio se ha enfocado en proveer de una arquitectura abierta y escalable. El repositorio es capaz de consumir y exponer diferentes tipos de formatos de metadatos como LOM, Dublin Core [9], IMS LOD Registry [6] o *Contextualized Attention Metadata* (CAM) [10]; además de ser capaz de ser extendido con cualquier otra especificación.

Finalmente, el software de ARIADNE puede ser descargado de forma gratuita [12] y posee su documentación disponible [13]. El producto está abierto a la comunidad de código libre, pudiendo ser enriquecido con la inclusión de nuevas especificaciones y la participación en nuevos escenarios, para poder ser evaluado.

B. Registro de Colecciones

Un proveedor de contenidos pretende ampliar el impacto y el consumo de sus contenidos educativos. Dicho proveedor expone los metadatos que describen sus contenidos, a través de OAI-PMH, protocolo que permite la recolección e intercambio de metadatos ente repositorios y/o redes de estos mismos.

Para lograr este objetivo, el proveedor accede al registro de colecciones de ARIADNE [15], donde procede a dar de alta su repositorio/colección de recursos educativos (paso 1a y 1b de la Figura 1). Para ello, tendrá que especificar datos básicos como la descripción de la colección, datos de contacto y la URL del acceso OAI-PMH. El registro, contando con esos datos, accede automáticamente a la información del acceso OAI-PMH, definidos en la especificación, como granularidad, formatos expuestos (IEEE LOM, DC, etc.) o *sets* definidos. Una vez obtenidos esos datos, los mapea a la especificación IMS LOD creando una colección de contenidos educativos. IMS LOD permitirá la interoperabilidad entre diferentes registros, actualmente sincronizados (Figura 1). La sincronización se realiza a través de OAI-PMH.

Además, el registro dispone de los siguientes servicios: notificación a través de RSS de las últimas colecciones añadidas (ver paso 1.2 de la Figura 1), tiempo de respuesta de las colecciones que se exponen a través de OAI-PMH, y colecciones repetidas [14].

El registro se puede sincronizar con otros registros como indican las flechas de la Figura 1. En este caso, la sincronización se realiza a través de OAI-PMH, pero puede ser utilizado el mecanismo de notificación RSS para el

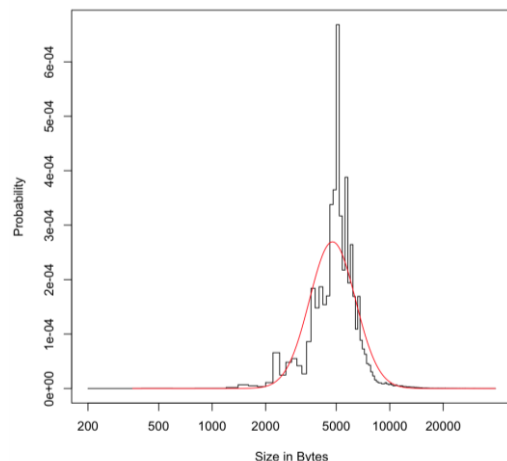


Figura 3 Distribución del tamaño de las instancias

TABLA I
VALORES EN LOS DISTINTOS ELEMENTOS DE LOS METADATOS

Field	% Instances	Diff. Values	Value Rank 1	Value Rank 2	Value Rank 3	Value Rank 4	Value Rank 5	Rest
General.Language	99%	101	en (39%)	x-none (14%)	de (8%)	it (6%)	nl (4%)	29%
General.Structure	32%	7	atomic (89%)	hierarchical (7%)	collection (3%)	linear (1%)	networked (0%)	0%
General.AggregationLevel	9%	5	1 (44%)	3 (34%)	2 (13%)	4 (6%)	0 (4%)	0%
Technical.Format	39%	92	text/html (51%)	text-html (12%)	html (6%)	downloadable-docs (4%)	graphics-photos (4%)	43%
Educational.LearningResourceType	73%	75	image (22%)	narrative-text (15%)	data (9%)	webpage (5%)	figure (5%)	43%
Educational.InteractivityType	16%	8	expositive (71%)	none (20%)	active (5%)	mixed (3%)	undefined (0%)	0%
Educational.InteractivityLevel	8%	5	very-low (51%)	low (22%)	medium (19%)	high (8%)	very-high (1%)	-
Educational.Difficulty	4%	5	medium (51%)	easy (32%)	very-easy (12%)	difficult (6%)	very-difficult (0%)	-
Educational.IntendedEndUserRole	42%	9	learner (49%)	teacher (26%)	other (16%)	parent (6%)	counselor (2%)	2%
Educational.Context	41%	27	compulsory education (31%)	higher education (18%)	Post-secondary (7%)	continuing education (7%)	school (6%)	31%
Educational.SemanticDensity	2%	5	medium (67%)	high (16%)	low (12%)	very-high (2%)	very-low (2%)	-
Educational.Language	16%	27	en (41%)	hu-HU (21%)	de (16%)	is (13%)	it (1%)	8%
Classification.Purpose	69%	37	discipline (57%)	Technical design (30%)	Conceptual design (8%)	educational objective (2%)	educational level (1%)	2%
Lifecycle.Contribute.Role	68%	50	author (46%)	publisher (26%)	editor (11%)	content provider (5%)	licensor (4%)	8%
Lifecycle.Status	24%	6	final (75%)	revised (15%)	unavailable (8%)	draft (1%)	Final (0%)	0%
Metametadata.Contribute.Role	100%	5	provider (82%)	creator (13%)	enricher (2%)	validator (2%)	subject matter expert (1%)	-
Metametadata.Language	92%	58	en (52%)	de (10%)	es (7%)	it (6%)	nl (4%)	20%
Metametadata.MetadataSchema	25%	7	LREv4.0 (50%)	LOMv1.0 (33%)	MELTV1.0 (8%)	LREv3.0 (6%)	ARIADNEv1.0 (3%)	0%
Rights.Cost	84%	2	no (99%)	yes (1%)	-	-	-	-
Rights.Copyrights	99%	2	yes (91%)	no (9%)	-	-	-	-
Relation.Kind	23%	4	is part of (16%)	is part of (16%)	references (8%)	is based on (1%)	-	-

mismo objetivo. La implementación del registro es una personalización del repositorio explicado en el anterior apartado.

C. Recolección de Metadatos

El *ARIADNE Harvester* se conecta al registro (paso 2 de la Figura 1) para añadir los metadatos de las nuevas colecciones e incorporarlas dentro de la infraestructura de *ARIADNE*. Los datos a los que presta especial atención son:

- Protocolo mediante el que la colección es expuesta.
- Especificación que siguen los metadatos descritos en la colección. *ARIADNE* soporta IEEE LOM como metadato descriptivo de los objetos de aprendizaje, por lo que, preferiblemente, recolecta los metadatos en esa especificación. En caso de no existir, procede a configurar el servicio de transformación, donde existen mapeos definidos entre especificaciones tales como IEEE LOM y DC.
- Granularidad para ejecutar recolección incremental.

Una vez resuelto, este proceso donde el *harvester* accede a la información necesaria para acceder a la colección, empieza el proceso de recolección (paso 3.2 de la Figura 1). Los metadatos no conformes con la especificación IEEE LOM, se envían al servicio de transformación (paso 3.3 de la Figura 1). Todos los metadatos que se van recolectando son validados a través del servicio de validación que provee *ARIADNE* (paso 3.4 de la Figura 1). Este proceso de validación, valida la estructura y el vocabulario utilizado

para conocer si los metadatos son conforme a la especificación. Finalmente, se publican los metadatos en el repositorio a través de la interfaz SPI (paso 3.5 de la Figura 1).

D. Interfaz de Usuario

El *ARIADNE Finder* es la interfaz (Figura 2) por defecto para acceder al repositorio. Esta interfaz hace uso de un protocolo de comunicación REST para consultar al repositorio y obtener una respuesta en formato JSON con los metadatos de los objetos que cumplen con los criterios de la búsqueda. Esta interfaz, programada en Javascript, da formato a estos metadatos para que puedan ser fácilmente entendidos y navegados por el usuario final.

En su versión actual el Finder se conecta al repositorio de *GLOBE* para realizar las consultas, pero en próximas versiones se podrá personalizar, a través de la información contenida en el registro, a que colecciones individuales se desea que esta interfaz tenga acceso.

III. PUESTA EN ESCENA: ANALIZANDO QUÉ CONTIENE *ARIADNE*

A. Metadatos en *ARIADNE*

ARIADNE almacena sus metadatos en el repositorio y estos son intercambiados a través de la versión XML de LOM [16]. Si se analizan las 385.739 instancias de metadatos que contenía la colección *ARIADNE*

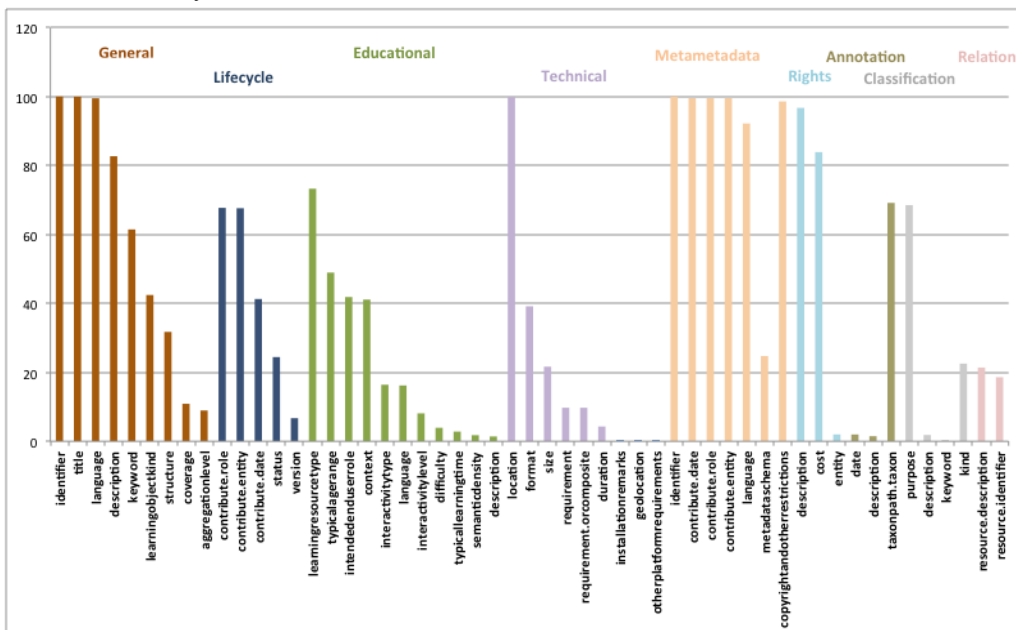


Figura 4 Elementos LOM utilizados en la colección *ARIADNE Partners*

PARTNERS a Septiembre de 2010 se obtiene que el promedio de tamaño de cada instancia LOM en XML es de aproximadamente 5Kb. Este valor nos proporciona una forma de modelar la necesidad de almacenamiento y de ancho de banda para el intercambio de instancias con otros repositorios. Por ejemplo, una petición del ARIADNE Finder al repositorio, requeriría en promedio 50 Kb de metadatos por cada página requerida por el usuario (10 resultados por página). Por otro lado descargar toda la colección de metadatos de ARIADNE PARTNERS ocuparía aproximadamente 2 Gigabytes. Si bien los valores promedios pueden ser útiles, la distribución del tamaño sigue aproximadamente una distribución Log-Normal (ver Figura 3) por lo cual se podría esperar desviaciones de la media bastante grandes, aunque esta distribución es común en para el tamaño de archivos [17].

La variación en tamaño depende de la cantidad de información que se coloca en cada instancia. No todos los elementos descritos en LOM son utilizados por los indexadores para describir los objetos. Si se analizan las instancias de ARIADNE PARTNERS, es fácil apreciar (Figura 4) que ciertos elementos del estándar LOM se usan en la totalidad de las instancias (por ejemplo: lom.general.title), mientras otros son raramente usados (por ejemplo: lom.educational.difficulty). En total, 19 de los 54 campos existentes son utilizados en más del 60% de las instancias de metadatos. El uso desigual del estándar LOM es un resultado esperado, ya que sucede también con otros estándares de metadatos [18]. Además, los elementos que son utilizados son similares a los obtenidos del análisis de todos los repositorios de GLOBE.

Si se analiza el contenido de los elementos de los metadatos se puede obtener una visión general del tipo de objetos que se encuentran almacenados en ARIADNE. Especialmente útiles son aquellos campos que solo pueden tomar valores de una lista predeterminada o vocabulario. En la Tabla 1 se pueden apreciar los cinco valores más utilizados para diferentes elementos basados en vocabulario. Por ejemplo, el idioma más utilizado (lom.general.language) es Inglés (en), seguido por Sin idioma (x-none), Alemán (de), Italiano (it) y Holandés (nl). Mientras que el tipo de recurso (Learning Resource Type), indica que existen más imágenes (22%), seguido por documentos de texto (15%), datos crudos (9%), páginas web (5%) y figuras (5%). De este análisis se puede concluir que ARIADNE es un repositorio diverso en cuanto origen de los metadatos, así como en el contenido de sus objetos.

B. Colecciones en ARIADNE

Existen varias formas de organizar colecciones en el registro. Los identificadores en IMS LODS vienen definidos por dos etiquetas, un catálogo y la entrada del identificador. Conceptualmente, el catálogo se utiliza en ARIADNE para el intercambio de colecciones entre diferentes registros y la gestión de colecciones en diferentes proyectos.

Durante el intercambio de colecciones entre las diferentes instancias de los registros, es posible que en dos o varias de ellas, se hayan generado colecciones con la misma entrada, por esa misma razón, el catalogo, ayuda a diferenciar en los momentos de sincronización. En cuanto a la diferenciación por proyecto se debe a diferentes motivaciones, pero principalmente a razones de querer gestionar de forma

TABLA II
DISTRIBUCIÓN DE PROTOCOLOS PARA ACCEDER A LAS
DIFERENTES SELECCIONES

Catalogs	SQI	OAI-PMH	SPI	SRU
LRE	4	4	0	0
Share.Tec	0	1	0	0
ICOPER	0	15	0	0
ARIADNE	20	63	3	1
Total	24	83	3	1

diferente las colecciones. Sin embargo, pudiendo parecer contradictorio, creemos que los servicios web 2.0, como pretende ser el registro, han de proporcionar libertad a los usuarios y como tal, aprender del proceso de uso, para mejorar el servicio y las especificaciones o estándares utilizados.

Actualmente en el registro podemos encontrar 4 catálogos (ver Tabla 2), uno producto de la sincronización entre registros, LRE, dos resultado de gestión de proyectos, Share.Tec y ICOPER, y finalmente, el catálogo de ARIADNE.

De la misma manera, sabemos que 83 colecciones son expuestas a través de OAI-PMH, 24 a través de SQI, 3 con SPI y únicamente 1 con SRU.

ARIADNE contiene 4 grandes colecciones:

- GLOBE que consta de 8 colecciones.
- ARIADNE PARTNERS que consta de 15 colecciones.
- ASPECT que consta de 12 colecciones.
- MACE que consta de 10 colecciones.

Como ya hemos comentado anteriormente, uno de los principales objetivos de ARIADNE es proveer de ubicuidad a los recursos educativos. De esta manera, la colección de ARIADNE se alimenta de la colección GLOBE y a la inversa, consiguiendo exponer el mismo tipo de objetos de aprendizaje. Al ser colecciones pertenecientes a instituciones diferentes, mantienen su independencia, en tanto en cuanto a la metainformación se refiere; es decir, descripción de la colección y protocolos mediante los que exponen los objetos de aprendizaje. MACE, como portal de arquitectura y presentado como proyecto más adelante en la sección IV, forma parte de la colección ARIADNE PARTNERS.

Sin embargo la colección ASPECT, corresponde a un proyecto coordinado por *European School Network* (EUN), que como miembro de GLOBE, tiene definida su propia colección, y es a través de ellos que se recolectan los objetos de aprendizaje de la colección ASPECT (ver Figura 5). Como se puede observar, la estructura de las colecciones se orienta a las necesidades de los diferentes proyectos o instituciones que las contienen, al fin y al cabo, se intenta de esta manera respetar los diferentes requerimientos y modelos de negocio existentes.

IV. LA EXPERIENCIA REAL DE ARIADNE, DESPLEGANDO LA ARQUITECTURA.

Una de las cualidades que deberían caracterizar a los metadatos de los objetos de aprendizaje es la omnipresencia en los diferentes entornos donde su utilidad pueda adquirir importancia. Para la debida consecución de este objetivo, ARIADNE ha ido desplegando su arquitectura en varios proyectos donde se ha tenido la oportunidad de alimentar la arquitectura con las necesidades específicas de cada proyecto.

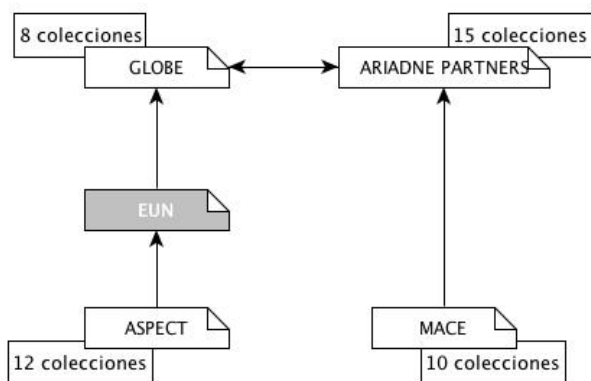


Figura 5. Relación entre colecciones de ARIADNE

En el proyecto Metadatos para Contenidos de Arquitectura en Europa (MACE) el objetivo fue proveer a estudiantes y profesores de universidades el libre acceso a contenidos educativos en el dominio de la arquitectura. Para ello, ARIADNE contribuyó con las tareas de recolección, validación, almacenamiento, administración y búsqueda de los contenidos educativos de los diferentes socios del proyecto. El repositorio fue expandido y personalizado para manejar el perfil de aplicación de MACE (una personalización basada en IEEE LOM), que fue enriquecido con clasificaciones, relaciones entre los objetos de aprendizaje, ubicaciones geográficas y competencias de aprendizaje [19].

El portal desarrollado para el proyecto se enfocó en resolver varias formas de acceso a dichos contenidos, por ejemplo: por palabras clave, por clasificación, por facetas, por competencias, por ubicación geográfica y por etiquetas sociales; todas éstas soportadas por el repositorio de ARIADNE.

ICOPER es un proyecto europeo que perseguía el objetivo de adoptar estándares para contenidos educativos europeos. El modelo de referencia propuesto por ICOPER (IRM) intenta explotar la conexión entre métodos de enseñanza, diseños de aprendizaje, recursos de aprendizaje, evaluaciones de aprendizaje y definiciones de resultados de aprendizaje. Para ello la infraestructura de ARIADNE fue usada como banco de pruebas para soportar procesos pedagógicos claves [20].

Además del componente de recolección, ARIADNE expandió el repositorio para dar soporte al perfil de aplicación de ICOPER (personalización basada en IEEE LOM), el cual fue enriquecido con los procesos claves mencionados anteriormente.

ROLE es un proyecto europeo que persigue la personalización del aprendizaje a través de la creación de entornos virtuales flexibles. Basándose en tecnologías como *widgets* que permiten la personalización de servicios a través de la instalación de servicios específicos, como es iGoogle, y OpenSocial que permite la creación de aplicaciones que utilicen un perfil social.

Sin embargo, uno de los grandes objetivos actuales de la gestión de recursos educativos, en la situación actual tecnológica, es lograr la convivencia de la versión web 2.0 de Internet con la web 1.0. Ante dicha necesidad, y con la intención de integrar ARIADNE dentro de un entorno de

aprendizaje personalizado; se desarrolló Binocs [21]. Este proyecto es un *widget* que da acceso a servicios web 2.0, como *Youtube* o *Slideshare*, y a los contenidos de GLOBE proveyendo un entorno social donde el acceso a recomendaciones colaborativas agilizan el acceso a los contenidos educativos.

V. TRABAJO RELACIONADO

Como arquitectura de código libre y basada en estándares para la gestión de contenidos educativos, ARIADNE tiene diversas similitudes con otras arquitecturas como Fedora, LionShare, Edutella y otras. Una visión general puede ser consultada en [7]. Profundizando más allá de los aspectos técnicos, comparte, a su vez, similitudes con diversas organizaciones por todo el mundo como LORNET en Canadá [22], Learning Resource Exchange (LRE) de European Schoolnet [23], MERLOT en los E.E.U.U. [24], la Universidad Abierta de Japón [25], KERIS en Corea, III en Taiwán, LACLO en Latino América [26], etc. Lista tan larga como exhaustiva.

Podemos comprobar que todos y cada uno de las organizaciones mentadas anteriormente, pueden utilizar varios tipos de tecnologías, arquitecturas o estándares pero todos ambicionan la interoperabilidad entre ellos pudiendo dar acceso a educadores y estudiantes a los contenidos educativos. Y como se mencionó anteriormente, ARIADNE es uno de los miembros fundadores de GLOBE, una alianza global que intenciona trabajar conjuntamente para conseguir el ambicioso objetivo de proveer acceso ubicuo a los contenidos educativos.

VI. CONCLUSIONES

ARIADNE mejora sus servicios constantemente, porque, en la actualidad, las necesidades de los usuarios evolucionan a una velocidad considerable. Por ejemplo, uno de los nuevos objetivos es la integración de la arquitectura en la web semántica a través de Linked Data, y reutilizando conceptos ya existentes para enriquecer los metadatos [27], mejorando el acceso a los recursos educativos.

Sin embargo, la actual arquitectura, se ha ido desplegando en diferentes entornos y en diferentes proyectos, consiguiendo un éxito considerable, a nivel de rendimiento, eficacia y flexibilidad, en tanto en cuanto, a adaptación a nuevos entornos y objetivos nos referimos.

Otro de los objetivos con los que ARIADNE está lidiando, es el *mashup* de sus servicios con otros de la web 2.0. En el proyecto ROLE, el *widget* Binocs, demuestra que ARIADNE es integrable con los más punteros servicios 2.0 como *Youtube* o *Slideshare* , y, consecuentemente, puede ser un elemento de ayuda de entornos de aprendizaje personalizables.

ARIADNE actual expone alrededor de 1 millón de recursos educativos, esto la convierte en una arquitectura útil, para diferentes entornos de aprendizaje, donde el acceso al material pueda ser utilizado tanto para alumnos como para profesores.

AGRADECIMIENTOS

José Luis Santos realiza su doctorado bajo una beca subvencionada por el Séptimo Programa Marco (FP7/2007-2013) bajo el contrato no 231396 (ROLE).

REFERENCIAS

- [1] IEEE. IEEE Standard for Learning Object Metadata. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA, September 2002.
- [2] B. Simon, D. Massart, F. Van Assche, S. Ternier, E. Duval, S. Brantner, D. Olmedilla, and Z. Miklos. A Simple Query Interface for Interoperable Learning Repositories. In Proceedings of the 1st Workshop on Interoperability of Web-based Educational Systems, pages 11–18, 2005.
- [3] S. Ternier et al., “A Simple Publishing Interface for Learning Object Repositories,” Proc. World Conf. Educational Multimedia, Hypermedia, and Telecommunications, Assoc. for the Advancement of Computing in Education, 2008, pp. 1840–1845.
- [4] H. Van De Sompel, M. L. Nelson, C. Lagoze, and S. Warner. Resource harvesting within the oai-pmh framework. D-Lib Magazine, vol. 10(nb. 12), December 2004.
- [5] S. Ternier, D. Massart, A. Campi, S. Guinea, S. Ceri, and E. Duval. Interoperability for searching learning object repositories, the prolearn query language. D-Lib Magazine, 14(1/2), January/February 2008.
- [6] D. Massart, N. Smith and R. Tice. D2.2 design of data model and architecture for a registry of learning object repositories and application profiles. http://www.aspect-project.org/sites/default/files/docs/ASPECT_D2p2.pdf, 2008.
- [7] S. Ternier, K. Verbert, G. Parra, B. Vandeputte, J. Klerkx, E. Duval, V. Ordonez, X. Ochoa. The ariadne infrastructure for managing and storing metadata. IEEE Internet Computing 13(4), 18–25 (2009)
- [8] J. Klerkx, B. Vandeputte, G. Parra, J. L. Santos, F. Van Assche, and E. Duval. How to Share and Reuse Learning Resources: the ARIADNE Experience.
- [9] S. Weibel, T. Koch. The Dublin Core Metadata Initiative: mission, current activities, and future directions. D-Lib Magazine. December 2000.
- [10] J. Najjar, M. Wolpers, and E. Duval. Contextualized attention metadata. D-Lib Magazine, 13(9/10), 2007.
- [11] Ochoa, X., Duval, E.: Measuring learning object reuse. In: EC-TEL '08: Proceedings of the 3rd European conference on Technology Enhanced Learning, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag (2008) 322–325
- [12] Alojamiento web del código de ARIADNE: <http://sourceforge.net/projects/ariadnekps/>. Último acceso: Mayo 2011
- [13] Documentación de soporte de ARIADNE: <http://ariadne.cs.kuleuven.be/lomi>. Último acceso: Mayo 2011
- [14] Santos, J., Klerkx, J., Duval E. The Ariadne Registry of LORs. Proceedings of the Fourth International Workshop on Search and Exchange of e-learning Materials 2010 (SE@M'10) Vol. 681. P. 13-22
- [15] Ariadne Registry website <http://ariadne.cs.kuleuven.be/ariadne-registry/> Último acceso: Mayo 2011
- [16] IEEE. IEEE Standard for Learning Technology - Extensible Markup Language Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA, February 2005.
- [17] Douceur, J. W. Bolosky. A Large-Scale Study of File-System Contents. In ACM SIGMETRICS Conference Proceedings, (Atlanta, Georgia, USA, May). ACM. 2009
- [18] Ward, J. Unqualified Dublin Core usage in OAI-PMH data providers. OCLC systems & services, Emerald Group Publishing Limited, 2004, 20, 40-47
- [19] Wolpers, Martin; Memmel, Martin; Klerkx, Joris; Parra Chico, Gonzalo; Vandeputte, Bram; Duval, Erik; Schirru, Rafael; Niemann, Katja. Bridging repositories to form the MACE experience, New Review of Information Networking, volume 14, issue 2, pages 102-116, 2009

- [20] Totschnig, Michael; Derntl, Michael; Gutierrez, Israel; Najjar, Jad; Klemke, Roland; Klerkx, Joris; Duval, Erik; Muller, Franz. Repository services for outcome-based learning, SE@M10: Fourth International Workshop on Search and Exchange of e-learning Materials, Barcelona, Spain, 27-28 September 2010, Proceedings of SE@M10: Fourth International Workshop on Search and Exchange of e-learning Materials, volume 681, pages 3-12, CEUR-WS
- [21] Govaerts, Sten; El Helou, Sandy; Duval, Erik; Gillet, Denis. A federated search and social recommendation widget, Proceedings of the 2nd International Workshop on Social Recommender Systems (SRS 2011) in conjunction with the 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2011), Hangzhou, China, 19-23 March 2011, pages 1-8.
- [22] Lornet, www.lornet.ca (Último acceso: Mayo 2011)
- [23] European schoolnet, <http://www.eun.org/> (Último acceso: May 2011)
- [24] McMartin, F.: Case study: MERLOT: A model of user involvement in digital library design and implementation. Journal of Digital Information 5(3) (September 2004)
- [25] Open university of japan, <http://www.u-air.ac.jp> (Último acceso: May 2011)
- [26] The latin american community of learning objects (lacro), <http://www.lacro.org/> (last retrieved: May 2011)
- [27] Frans, V.A., Joris, K. & Erik, D. (2010). How to Describe Multiple Versions of the Same?. In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2010 (pp. 1018-1027). Chesapeake, VA: AACE.



José Luis Santos es investigador del Departamento de Ciencias Computacionales de la Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica, a la que se unió en Diciembre del 2009. Ingeniero en Informática por la Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, enfoca su investigación en la generación, enriquecimiento y manejo de metadata en el contexto de *Technology Enhanced Learning*. Para ello, el manejo de técnicas de visualización, especificaciones para el seguimiento del usuario, adquiere especial relevancia. Previamente, trabajó en Atos Origin como consultor de I+D+i, donde contribuyó a proyectos subvencionados por el programa AVANZA y Séptimo programa Marco. Durante la finalización de su carrera, tuvo la oportunidad de colaborar como investigador a tiempo parcial para el proyecto europeo TENCOMPETENCE dentro del grupo de Tecnologías Interactivas de la Universitat Pompeu Fabra. Pueden contactarle en joseluis.santos@cs.kuleuven.be.



Xavier Ochoa es catedrático en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Sus principales intereses en investigación incluyen métricas para la medición de *learning object economy* y el impacto en el aprendizaje. Doctor en ingeniería por Katholieke Universiteit Leuven, Ochoa coordina el grupo de investigación de *Technology Enhanced Learning* en el Centro de Tecnologías de Información de ESPOL y la comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje (LACLO). Pueden contactarle en xavier@cti.espol.edu.ec.



Gonzalo Parra es investigador del Departamento de Ciencias Computacionales de la Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica. Su investigación se enfoca en generación y manipulación de metadata, acceso flexible a información basado en estándares abiertos, técnicas de personalización y tecnologías móviles. Pueden contactarle en gonzalo.parra@cs.kuleuven.be.



Erik Duval es catedrático en el Departamento de Ciencias Computacionales de la Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. Sus intereses investigadores incluyen metadata, objetos de aprendizaje, creación de una infraestructura abierta basada en estándares y personalización masiva. Doctor en ingeniería por Katholieke Universiteit Leuven, Duval es copresidente de la fundación Ariadne y coordinador del grupo de trabajo IEEE LTSC en objetos de aprendizaje. Pueden contactarle en erik.duval@cs.kuleuven